

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:

“ ESTUDIO DE LAS CONDICIONES TÉCNICAS DE LA VÍA QUE COMUNICA
A LAS COMUNAS DE CHAUILOMA, SAN JUAN DE RUMIPUNGO, CARDO
SANTO, HUAPANTE GRANDE UBICADAS EN LA PARROQUIA SAN
ANDRÉS, CANTÓN PÍLLARO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA Y SU
INCIDENCIA EN LA CALIDAD DE VIDA DE SUS HABITANTES.”

AUTOR: Moreta Yauli Orlando Vladimir

TUTOR: Ing. Msc. Dilon Moya

AMBATO-ECUADOR

2015

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutor del trabajo de graduación, certifico que la presente tesis realizada por la sr. Orlando Vladimir Moreta Yauli, egresado de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, de la Universidad Técnica de Ambato, previo a la obtención del Título de Ingeniera Civil, se desarrolló bajo mi tutoría, es un trabajo personal e inédito, bajo el tema: “Estudio de las condiciones técnicas de la vía que comunica a las comunas de Chaupiloma, San Juan de Rumipungo, Cardo Santo, Huapante grande ubicadas en la parroquia san andrés, cantón Píllaro, provincia de Tungurahua y su incidencia en la calidad de vida de sus habitantes”.

En el presente trabajo de graduación bajo mi tutoría fueron concluidos de manera correcta los 6 capítulos que conforman la tesis dentro del tiempo establecido según la normativa que rige en la Universidad Técnica de Ambato.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad, y puede continuar con el trámite pertinente.

En la ciudad de Ambato, a los 28 días del mes de Septiembre del 2015

Ing. Mg. Dilon Moya

Tutor

AUTORÍA DE LA TESIS

Yo, Orlando Vladimir Moreta Yauli, declaro que los contenidos y los resultados en el presente proyecto de tesis, como requerimiento previo para la obtención del título de Ingeniero Civil, son absolutamente originales, auténticos y personales a excepción de las citas, cuadros y gráficos de origen bibliográfico.

Egdo. Orlando Vladimir Moreta Yauli

Autor

DEDICATORIA

El presente trabajo de graduación se lo dedico primeramente a Dios, que ha sido tan bondadoso y misericordioso para permitirme llegar a estas instancias de mi vida, siendo mi ayuda y fortaleza en momentos muy de desasosiego.

A mis padres Sergio y Anita, quienes pusieron sus esperanzas en mí y nunca dudaron de mi capacidad brindándome en todo momento su infinito amor y comprensión.

A mis hermanos Robinson y Diego, quienes me enseñaron que la perseverancia y constancia son recursos necesarios para alcanzar el éxito.

A mis abuelos Luis y Adelaida, que siempre me acompañaron en los momentos difíciles con su apoyo.

A ellos les dedico este presente trabajo, que ha sido resultado de esa voluntad indomable.

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme la fortaleza de cumplir esta hermosa meta anhelada, dándome la fuerza para continuar y llenarme de amigos verdaderos.

A mi padre por ser un ejemplo para mi familia con su paciencia, gracias padre por tantas noches de desvelo.

A mi madre por ser esa persona estricta y al mismo tiempo fuente de ternura y amor, gracias madre por guiar mi camino y enderezar mis acciones con tus concejos.

A mi hermano Robinson, por ser el modelo a seguir y compartirme tus conocimientos en el presente trabajo.

A mi hermano Diego, por ser paciente y acompañarme en esas largas noches de desvelo.

A mis abuelos Luis y Adelaida, gracias por cuidarme cuando era pequeño y enseñarme a ser humilde y sencillo en todo momento de mi vida.

A mí querida Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, por haberme acogido en sus aulas y especialmente a mis profesores que supieron brindarme sus conocimientos.

A mi tutor Ing. Dilon Moya por su contribución de conocimientos en mi trabajo de graduación.

ÍNDICE

	Pág.
CAPÍTULO I	
EL PROBLEMA	1
1.1 TEMA	1
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.2.1 Contextualización	1
1.2.2 Análisis Crítico.....	3
1.2.3 Prognosis	3
1.2.4 Formulación del problema	3
1.2.5 Preguntas directrices	3
1.2.6 Delimitación del Problema.....	4
De contenido	4
Espacial	4
Temporal	4
1.3 JUSTIFICACIÓN	5
1.4 OBJETIVOS	6
1.4.1 Objetivo General.	6
1.4.2 Objetivos Específicos.....	6
CAPÍTULO II	
MARCO TEÓRICO	7
2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.....	7
2.2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	8
2.3 FUNDAMENTACIÓN LEGAL	8
2.4 CATEGORÍAS FUNDAMENTALES	9
2.4.1 Super ordenación de las variables.....	9
2.4.2 Definiciones	10
2.4.2.1 Variable Dependiente	10
2.4.2.1.1 Calidad de Vida.....	10
2.4.2.1.2 Desarrollo Agrícola-Ganadero.....	10

2.4.2.1.3 Seguridad Vial.....	11
2.4.2.1.4 Desarrollo Socio-Económico	11
2.4.2.2 Variable Independiente	11
2.4.2.2.1 Sistema de Comunicación Vial	11
2.4.2.2.2 La Topografía.....	13
2.4.2.2.3 Tránsito	19
2.4.2.2.4 Velocidad	24
2.4.2.2.5 Diseño geométrico de vías	25
2.4.2.2.6 Alineamiento horizontal	26
2.4.2.2.7 Alineamiento vertical.....	40
2.4.2.2.8 Secciones transversales típicas.....	45
2.4.2.2.9 Estudios de suelos	49
2.4.2.2.10 Pavimento.....	53
2.4.2.2.11 Pavimento flexible	53
2.4.2.2.12 Estructura del pavimento flexible	53
2.4.2.2.13 Sistemas de drenaje	58
2.4.2.2.14 Cunetas	58
2.4.2.2.15 Drenaje transversal.....	61
2.5 HIPÓTESIS.....	65
2.6 SEÑALAMIENTO DE VARIABLES	65
2.6.1 Variable Independiente	65
2.6.2 Variable Dependiente	65
CAPÍTULO III	
METODOLOGÍA.....	66
3.1 ENFOQUE	66
3.2 MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN	66
3.2.1 Investigación de Campo	66
3.2.2 Investigación Bibliográfico	66

3.2.3 Investigación Experimental.....	66
3.3 NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	67
3.3.1 Nivel Exploratorio.....	67
3.3.2 Nivel Descriptivo.....	67
3.3.3 Nivel Explicativo.....	67
3.3.4 Asociación de variables.....	67
3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA.....	67
3.4.1 Población.....	67
3.4.2 Muestra.....	68
3.5 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	69
3.5.1 Variable Independiente.....	69
3.5.2 Variable Dependiente.....	69
3.6 PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.....	70
3.7 PLAN DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN.....	70
3.7.1 Procesamiento de información.....	70
3.7.2 Presentación de datos.....	70

CAPÍTULO IV

4.1 ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	71
4.1.1 Anáisis de los resultados de las encuestas.....	71
4.1.2 Anáisis de los resultados del estudio topográfico.....	77
4.1.3 Anáisis de los resultados del estudio de tránsito.....	77
4.1.3.1 Determinación TPDA.....	77
4.1.4 Anáisis de los resultados del estudio de suelos.....	82
4.1.4.1 Determinación del CBR.....	83
4.2 INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS.....	86
4.2.1 Interpretación de los datos de la encuesta.....	86
4.2.2 Interpretación de los datos topográficos.....	87
4.2.3 Interpretación de los datos de tránsito.....	87
4.2.4 Interpretación de los ensayos de suelos.....	88
4.3 VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS.....	88
4.3.1 Formulación de la Hipótesis.....	88

4.4.2 Cálculo del chi-cuadrado.....	89
CAPÍTULO V	
5.1 CONCLUSIONES	93
5.2 RECOMENDACIONES	94
CAPÍTULO VI	
PROPUESTA	
6.1 DATOS INFORMATIVOS	95
6.1.1 Ubicación	95
6.1.2 Producción.....	98
6.1.2.1 Ganadería	98
6.1.2.2 Agricultura	98
6.1.2.3 Crianza de especies menores.....	98
6.1.3 CLIMATOLOGÍA	98
6.1.3.1 Clima	98
6.1.3.2 Temperatura	99
6.1.3.3 Precipitación.....	99
6.1.3.4 Hidrología	99
6.2 ANTECEDENTES DE A PROPUESTA.....	100
6.3 JUSTIFICACIÓN	101
6.4 OBJETIVOS	101
6.4.1 General	101
6.4.2 Específico.....	101
6.5 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD	102
6.6 FUNDAMENTACIÓN	103
6.6.1 Características actuales de la vía.....	103
6.6.2 Descripción del proyecto.....	103
6.7 METODOLOGÍA MODELO OPERATIVO.....	104
6.7.1 Diseño Horizontal	104
6.7.1.1 Determinación de la Velocidad de Diseño.....	105
6.7.1.2 Determinación de la Velocidad de Circulación.....	106
6.7.1.3 Distancia de Velocidad.....	106

6.7.2 Diseño Vertical.....	114
6.7.3 Diseño del pavimento Flexible Método de la AASHTO 93	118
6.7.3.1 Índice de Serviciabilidad.....	119
6.7.3.2 Nivel de Confiabilidad	121
6.7.3.3 Desviación Normal Estándar “Zr”	121
6.7.3.4 Desviación Estándar Global “So”	122
6.7.3.5 Módulo de Resilencia.....	123
6.7.3.6 Cálculo del Número Estructural “Sn”	127
6.7.5 Sistema de Drenaje.....	133
6.7.5.1 Diseño de cunetas.....	133
6.7.6 Señalización	142
6.7.6.1 Señalización Horizontal	142
6.7.6.2 Señalización Vertical.....	145
6.7.7 Cálculo de Volúmenes	153
6.7.8 Presupuesto Referencial	166
6.7.8.1 Cronograma Valorado.....	167
6.8 BIBLIOGRAFÍA.....	168
6.9 ANEXOS.....	169
6.9.1 Modelo de Encuesta	169
6.9.2 Anexo Fotográfico	170
6.9.3 Anexo Conteo de Tráfico	174
6.9.4 Anexo Ensayo de Suelos	181
6.9.5 Anexo Análisis de Precios Unitarios.....	216
6.9.6 Informe de volúmenes	233
6.9.7 Planos	240

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla No.- 1 Período de análisis	22
Tabla No.- 2 Tipo de vehículo por Eje.....	23
Tabla No.- 3 Factores de daño según el tipo de vehículo	24
Tabla No.- 4 Velocidades de Diseño.....	24
Tabla No.- 5 Distancia de visibilidad mínima.....	37
Tabla No.- 6 Valores de diseño de la distancia de visibilidad mínima	40
Tabla No.- 7 Valores de diseño de las gradientes	41
Tabla No.- 8 Longitudes máximas	41
Tabla No.- 9 Coeficiente K para curvas convexas	43
Tabla No.- 10 Coeficiente K para curvas cóncavas	45
Tabla No.- 11 Anchos de Calzada.....	47
Tabla No.- 12 Clasificación de la subrasante según CBR.....	52
Tabla No.- 13 Límites granulométricos para subbases	56
Tabla No.- 14 Límites granulométricos para bases.....	57
Tabla No.- 15 Características de las bases y subbases.....	57
Tabla No.- 16 Operacionalización de Variable Independiente	69
Tabla No.- 17 Operacionalización de Variable Dependiente.....	69
Tabla No.- 18 Plan de recolección de Datos	70
Tabla No.- 19 Datos pregunta 1	71
Tabla No.- 20 Datos pregunta 2	72
Tabla No.- 21 Datos pregunta 3	73
Tabla No.- 22 Datos pregunta 4	74
Tabla No.- 23 Datos pregunta 5	75
Tabla No.- 24 Datos pregunta 6	76
Tabla No.- 25 Volúmen vehicular hora pico.....	78
Tabla No.- 26 Resumen TPDA	80
Tabla No.- 27 Tasa de Crecimiento del Parque Automotor	80
Tabla No.- 28 Tránsito Proyectado W18	81
Tabla No.- 29 Límites Atterberg.....	83
Tabla No.- 30 Resultados de compactación.....	83
Tabla No.- 31 Resultados de CBR	84
Tabla No.- 32 Valor de resistencia de diseño.....	84

Tabla No.- 33 CBR en sitio	84
Tabla No.- 34 Interpretación Datos de la Encuesta	86
Tabla No.- 35 Clasificación de las carreteras según el tráfico	87
Tabla No.- 36 Clasificación de suelo según su CBR	88
Tabla No.- 37 Frecuencias Observadas.....	90
Tabla No.- 38 Frecuencias Esperadas	90
Tabla No.- 39 Chi-Cuadrado	90
Tabla No.- 40 Tabla de distribución de Chi-Cuadrado	91
Tabla No.- 41 Características del Proyecto	103
Tabla No.- 42 Factores de daño según el tipo de vehículos	104
Tabla No.- 43 Velocidades de Diseño.....	105
Tabla No.- 44 Distancia de visibilidad mínima	107
Tabla No.- 45 Valores de diseño de las distancias de velocidad.....	108
Tabla No.- 46 Detalle de curvas horizontales	113
Tabla No.- 47 Detalle de elementos geométricos de curvas horizontales.....	113
Tabla No.- 48 Coeficiente K para longitud mínima de curvas verticales	116
Tabla No.- 49 Detalle de abscisado y cotas verticales	117
Tabla No.- 50 Detalle de elementos de curvas verticales	118
Tabla No.- 51 Índice de serviciabilidad final	120
Tabla No.- 52 Índice de serviciabilidad inicial	120
Tabla No.- 53 Confiabilidad del proyecto.....	121
Tabla No.- 54 Desviación normal estándar	122
Tabla No.- 55 Valores de coeficiente “a1”	124
Tabla No.- 56 Valores de coeficiente estructural de la base	126
Tabla No.- 57 Valores de coeficiente estructural de la sub-base	127
Tabla No.- 58 Calidad de drenaje.....	128
Tabla No.- 59 Valores de “m”	129
Tabla No.- 60 Valores obtenidos para el cálculo por AASHTO 93.....	130
Tabla No.- 61 Granulometría para hormigón asfáltico	133
Tabla No.- 62 Coeficiente de rugosidad de Maning	134
Tabla No.- 63 Caudales admisibles para diferentes pendientes	137
Tabla No.- 64 Valores de escorrentía.....	138
Tabla No.- 65 Presupuesto referencial	166

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico No.- 1 Husos y bandas UTM	14
Gráfico No.- 2 Proyección UTM.....	15
Gráfico No.- 3 Características de una zona	16
Gráfico No.- 4 Elementos de la curva	28
Gráfico No.- 5 Fuerzas que actúan sobre un vehículo	31
Gráfico No.- 6 Transición de peralte.....	33
Gráfico No.- 7 Transición de sobreebanco.....	35
Gráfico No.- 8 Distancia de visibilidad de parada	37
Gráfico No.- 9 Distancia de visibilidad de rebasamiento	39
Gráfico No.- 10 Tipos de curvas verticales.....	42
Gráfico No.- 11 Curva vertical convexa	43
Gráfico No.- 12 Curva vertical cóncava.....	45
Gráfico No.- 13 Sección transversal de una vía	46
Gráfico No.- 14 Esquema de taludes.....	48
Gráfico No.- 15 Estructura del pavimento	53
Gráfico No.- 16 Área de drenaje de una cuneta	59
Gráfico No.- 17 Sección típica de una cuneta	60
Gráfico No.- 18 Dimensiones típicas de cunetas	61
Gráfico No.- 19 Elementos de una alcantarilla.....	62
Gráfico No.- 20 Porcentaje pregunta 1.....	71
Gráfico No.- 21 Porcentaje pregunta 2.....	72
Gráfico No.- 22 Porcentaje pregunta 3.....	73
Gráfico No.- 23 Porcentaje pregunta 4.....	74
Gráfico No.- 24 Porcentaje pregunta 5.....	75
Gráfico No.- 25 Porcentaje pregunta 6.....	76
Gráfico No.- 26 CBR de diseño	85
Gráfico No.- 27 Mapa de ubicación geográfica de la parroquia San Andrés.....	96
Gráfico No.- 28 Nomograma para estimar el coeficiente estructural “a1”	123
Gráfico No.- 29 Nomograma para estimar el coeficiente estructural “a2”	125
Gráfico No.- 30 Nomograma para estimar el coeficiente estructural “a3”	126
Gráfico No.- 31 Cálculo del número estructural “Sn”	128

Gráfico No.- 32 Diseño de pavimento flexible según AASHTO 93.....	131
Gráfico No.- 33 Espesores de diseño de la estructura.....	132
Gráfico No.- 34 Sección transversal de la vía.....	132
Gráfico No.- 35 Diseño de cuneta.....	135
Gráfico No.- 36 Estación meteorológica Píllaro.....	141
Gráfico No.- 37 Precipitación anual.....	141
Gráfico No.- 38 Líneas longitudinales.....	142
Gráfico No.- 39 Líneas transversales.....	143
Gráfico No.- 40 Símbolos y leyendas.....	144
Gráfico No.- 41 Otra señalizaciones.....	145
Gráfico No.- 42 Señales reglamentarias.....	146
Gráfico No.- 43 Señales preventivas.....	147
Gráfico No.- 44 Señales informativas.....	148
Gráfico No.- 45 Señales trabajos viales y especiales.....	149
Gráfico No.- 46 Señales para zonas escolares.....	150
Gráfico No.- 47 Señales turísticas y de servicio.....	151
Gráfico No.- 48 Señalización de riesgo.....	152

RESUMEN EJECUTIVO

TEMA: “ ESTUDIO DE LAS CONDICIONES TÉCNICAS DE LA VÍA QUE COMUNICA A LAS COMUNAS DE CHAUPILOMA, SAN JUAN DE RUMIPUNGO, CARDO SANTO, HUAPANTE GRANDE UBICADAS EN LA PARROQUIA SAN ANDRÉS, CANTÓN PÍLLARO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA Y SU INCIDENCIA EN LA CALIDAD DE VIDA DE SUS HABITANTES.”

AUTORA: Egdo. Orlando Vladimir Moreta Yauli

FECHA: Diciembre, 2015

La vía que une las comunas de Chaupiloma, San Juan de Rumipungo, Cardo Santo y Huapante Grande en la actualidad se encuentra en un estado deficiente, razón por la cual es de gran prioridad elaborar un nuevo diseño geométrico, el cual para tener un previo conocimiento de la vía, se realizó una observación de campo, donde se pudo mirar la condición y mala planificación de la vía, posteriormente se procedió a encuestar a los moradores, de lo cual se obtuvo una muestra de 200 personas para nuestra base de datos, a continuación se tomó una muestra de suelo por cada kilómetro de vía para llevar al laboratorio y proceder a realizar los ensayos requeridos para determinar el CBR de diseño, el cual es fundamental tanto con el TPDA para calcular los espesores de la vía, con los cuales se procedió a diseñar.

En nuestro proyecto para realizar la vía, tanto en diseño vertical como en el diseño horizontal, los sistemas de drenaje y todos los cálculos pertinentes al estudio nos basamos en las Normas del Ministerio de Transporte y Obras Publicas MTOP y las Normas Americanas AASHTO.

El proyecto será entregado al Gobierno Autónomo Descentralizado de Píllaro como un aporte de la Universidad Técnica de Ambato hacia la sociedad, entidad que podrá ejecutar el proyecto al momento que lo requieran y mejorar la condición de vida de sus moradores.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 TEMA DE INVESTIGACIÓN

Estudio de las condiciones técnicas de la vía que comunica a las comunas de Chaupiloma, San Juan de Rumipungo, Cardo Santo, Huapante Grande ubicadas en la parroquia San Andrés perteneciente al Cantón Píllaro, provincia de Tungurahua y su incidencia en la calidad de vida de sus habitantes.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.2.1 Contextualización

La infraestructura vial en Ecuador, es un pilar fundamental e indispensable para el desarrollo productivo, comercial, turístico y cultural, pero se ha visto rodeado de afectaciones constantes como: el riesgo sísmico y las condiciones climáticas a las que están expuestas.

En la actualidad el gobierno Ecuatoriano ha priorizado entre otros campos el ámbito vial que por décadas los gobiernos han tenido que afrontar con soluciones inmediatas.

El Cantón Santiago de Píllaro, es uno de los más antiguos de la provincia de Tungurahua con 160 años de cantonización, se encuentra al noreste de la misma, a 12 Km de la ciudad de Ambato. (Fuente <http://www.pillaro-turistico.com>)

Píllaro sufrió considerablemente por el terremoto de 1949 y se reconstruyó en el sector denominado Píllaro Nuevo, pero este cambio no surtió efecto y la población continuó desarrollándose en el antiguo emplazamiento. Su clima es definitivamente

subhúmedo hasta ligeramente húmedo, sobre todo en aquellas partes que participan plenamente de las lluvias generadas en los Altos Andes al ser un cantón de suma importancia para la provincia de Tungurahua razón por la cual el tema vial debe ser priorizada en este lugar. (Fuente <http://www.pillaro-turistico.com>)

El proyecto está ubicado en la parroquia de San Andrés el mismo que inicia en el sector Chaupiloma, continúa por las comunas de San Juan de Rumipungo, Cardo Santo y finaliza en el sector de Huapante Grande. Debido a su crecimiento poblacional y su desarrollo socio-económico, necesita tener una correcta movilización tanto de los pobladores como también en las fuentes de productividad. Con el conocimiento de que las necesidades de los moradores aumentan, requieren de una correcta movilización con vías capaces de satisfacer la necesidad de los habitantes y evitar tener complicaciones en el transporte de sus productos que es la fuente de su desarrollo.

1.2.2 Análisis Crítico

El cantón Píllaro se encuentra en un proceso de desarrollo a nivel nacional debido a la diversidad de atractivos naturales y culturales, de este cantón, así como la bondad de su gente le han convertido en una ciudad floreciente y progresiva, por lo que es necesario garantizar la apertura de una vía que permita una correcta movilización y el progreso para los pobladores del sector.

La vía que une a las comunas de Chaupiloma, San Juan de Rumipungo, Cardo Santo y Huapante Grande tiene una longitud aproximada de 5940 m, anchos variables, con lugares difíciles o casi imposibles de transitar, tomando en cuenta todos estos aspectos de esta provincia, el cantón y las comunas en estudio, para mejorar la calidad de vida de los habitantes del sector.

(Fuente: Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial- Parroquia San Andrés 2011)

1.2.3 Prognosis

Los moradores de las comunas de Chaupiloma, San Juan de Rumipungo, Cardo Santo y Huapante Grande, se dedican en su gran mayoría a actividades de agricultura y ganadería que realizan en pequeñas y grandes lotizaciones que están repartidas en los alrededores de sus comunas. Es evidente el hecho de que al no tener vías de acceso que unan a estas, a largo plazo constituiría en el estancamiento del desarrollo económico del cantón y por ende de la provincia en sí.

La provincia de Tungurahua se encuentra explotando el mayor recurso que tiene nuestro país como es el turismo. La no existencia de vías de acceso hacia comunidades más adentradas mermaría con el pasar de tiempo este desarrollo y lograría que el turista busque nuevas alternativas de distracción natural en otras ciudades que ofrezcan mayores facilidades de acceso.

1.2.4 Formulación del problema

¿Cómo incide en la calidad de vida de los habitantes del sector el estudio de las condiciones de la vía Chaupiloma, San Juan de Rumipungo, Cardo Santo y Huapante Grande, de la parroquia San Andrés, cantón Pillaro de la provincia de Tungurahua?

1.2.5 Preguntas directrices

- ¿Cuál es la topografía de la zona?
- ¿Cuáles son las condiciones de la calidad de vida de los habitantes de la zona?
- ¿Cuáles son las características propias del tipo de suelo?
- ¿Cuáles son las condiciones climáticas?
- ¿Qué tipo de tráfico vehicular existe en la zona?

1.2.6 Delimitación

1.2.6.1 Delimitación de Contenido

Campo	:	Ingeniería Civil
Área	:	Ingeniería Vial
Aspectos	:	topográficos, mecánica de suelos, diseño geométrico de vías, pavimentos e hidráulica.

1.2.6.2 Delimitación Espacial

Este proyecto se llevó a cabo específicamente en la Provincia de Tungurahua, cantón Píllaro, parroquia San Andrés, entre las comunas Chaupiloma, San Juan de Rumipungo, Cardo Santo y Huapante Grande, mientras que los datos que sean necesarios para la evaluación del proyecto se obtendrán en el archivo de la municipalidad de Píllaro.

La parroquia San Andrés tiene una extensión 52.12 Km² o 5212.66 Ha y cuyos límites son: Norte: San Miguel de Salcedo separado por el río Huapante o Yanayacu. Este: San José de Poaló. Sur: Píllaro y Presidente Urbina. Oeste: Panzaleo separado por el río Culapachán. (Fuente: Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial- Parroquia San Andrés 2011)

1.2.6.3 Delimitación Temporal

La presente investigación se realizó en un período comprendido entre marzo 2015 – febrero del 2016.

1.3 JUSTIFICACIÓN

El proyecto propuesto es de gran impacto social, para el Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón de Píllaro para lograr tener anillos viales que logran comunicar a las comunas en desarrollo con vías de calidad que garanticen su utilización de una manera confortable, rápida y segura.

La parroquia San Andrés cuenta con 11.200 habitantes, de los cuales 5.248 que son el 47.00 % son hombres, y 5.952 que es el 53.00% son mujeres; se podría decir que este número de habitantes serían los beneficiarios con el presente proyecto de investigación. (Fuente: Censo de Población y Vivienda, 2010)

En este sector sus habitantes tiene distintas fuentes de ingreso económico tales como la actividad ganadera que es la de mayor importancia en la parroquia como ya lo hemos manifestado de acuerdo a los datos de las encuestas aplicadas, de donde se tiene que la parroquia cuenta aproximadamente con 10.878 cabezas de ganado, de las cuales 5.065 son vacas, con un promedio de producción de leche/vaca/día de 13.0 litros y un total de producción diaria de leche en la parroquia de 24.066 litros. En tanto a la actividad agrícola los principales cultivos en la zona son: pasto, papas, maíz, habas, hortalizas, cebada, cebolla blanca, chocho y arveja por lo que es de vital importancia el estudio de la vía antes mencionada. (Fuente: Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial- Parroquia San Andrés 2011).

Tomando en cuenta todos estos problemas, necesidad prioritaria es que este proyecto se cristalice a la mayor brevedad posible.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo General

Estudiar las condiciones técnicas de la vía Chaupiloma, San Juan de Rumipungo, Cardo Santo, Huapante Grande ubicadas en la parroquia San Andrés perteneciente al Cantón Píllaro, provincia de Tungurahua y su incidencia en la calidad de vida de sus habitantes.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Determinar las condiciones actuales de la vía en estudio
- Estudiar las condiciones socio-económicas del sector.
- Analizar la topografía de la zona.
- Determinar las propiedades del suelo.
- Realizar el estudio del tráfico vehicular (TPDA).

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Como soporte a la investigación se ha considerado los siguientes proyectos que reposan en la biblioteca de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.

En la investigación realizada por el Sr. Rosero Arévalo Mauro Saúl, tesis 870, bajo el tema “Condiciones de la vía san pedro el Capulí–San Antonio-Huapante chico de la parroquia San Andrés, cantón Píllaro, provincia de Tungurahua y su incidencia en la calidad de vida de los habitantes del sector”, se concluye que: Al emplear una carpeta asfáltica, por su característica de ser lisa vamos a garantizar comodidad y confort para el tránsito vehicular. La optimización de recursos económicos es muy importante, por lo que el proyecto se acomodará en lo posible a la topografía existente con la finalidad de no aumentar el valor de la obra. Al encontrarse en servicio esta carretera, el tráfico se incrementará notablemente, por cuanto beneficiará a una amplia zona cuyo suelo es de gran fertilidad.

En la investigación realizada por el Sr. Luzuriaga Espín David Vinicio, tesis 886, bajo el tema: “Influencia del estudio de comunicación vial entre las comunidades de Cocha Verde-Churo Loma, de la parroquia San Andrés, cantón Píllaro, provincia de Tungurahua, en el desarrollo socio-económico de sus habitantes”, se concluye que: La vía presenta problemas de desgaste y deformaciones, en algunos casos debidos a la erosión que sufre la superficie de rodadura. El mejoramiento de la estructura de la vía va actuar en gran beneficio para todos los pobladores de la vía antes mencionada; debido a que una vía de transporte adecuada les va a permitir desplazarse y transportar

sus productos tanto agrícolas con mayor rapidez y seguridad hacia los mercados locales. El dar seguridad al tránsito vehicular es un aspecto que no se debe descuidar, y todas las acciones que se adelanten deben estar encaminadas para garantizar un acceso seguro y confiable a los diferentes lugares que están inmersos en este proyecto.

2.2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

La investigación se enfoca en el paradigma crítico propositivo; crítico porque es el que analiza el problema en estudio, sus causantes y sus efectos en los pobladores de las comunas en estudio; y propositivo porque ofrece una solución al mismo, e integra a los habitantes de la zona como parte activa en la investigación.

2.3 FUNDAMENTACIÓN LEGAL

La presente investigación tiene como fundamentación legal las siguientes normas y especificaciones:

RÉGIMEN DEL BUEN VIVIR SECCIÓN CUARTA (HÁBITAD Y VIVIENDA)

Art 375. El Estado, en todos sus niveles de gobierno, garantizará el derecho al hábitat y a la vivienda digna, para lo cual:

- Generará la información necesaria para el diseño de estrategias y programan que comprendan las relaciones entre viviendas, espacio y transporte públicos, equipamiento y gestión del suelo urbano.
- Garantizará y protegerá el acceso público a las playas de mar y riberas de ríos, lagos y lagunas, y la existencia de vías perpendiculares de acceso.

ORDENANZAS MUNICIPALES ESTIPULADO EN EL POT EN SU CAPÍTULO III PLANIFICACIÓN TERRITORIAL:

Art.13. Objetivos de la planificación territorial

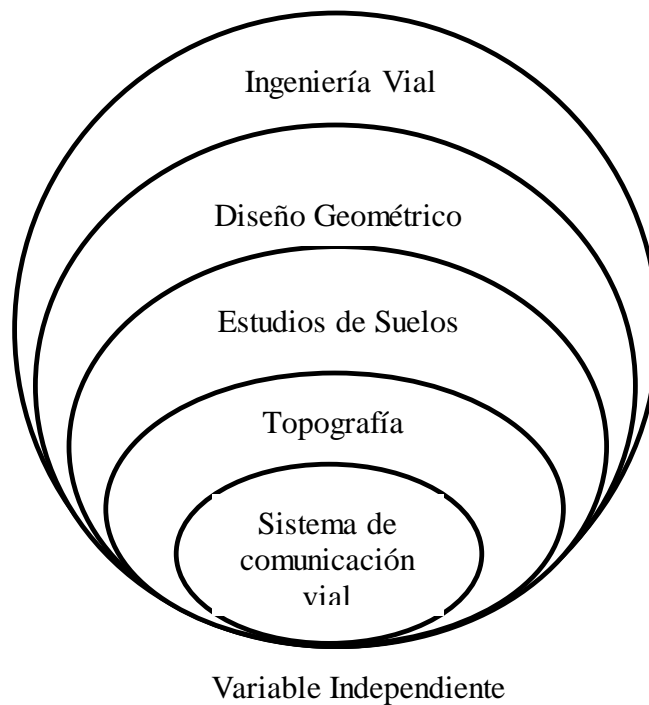
- Procurar que el suelo se utiliza de manera compatible con el bienestar de los habitantes, el bien público y la función social.
- Clasificar el suelo como base de la planificación.
- Procurar un apropiado desarrollo vial en el cantón.

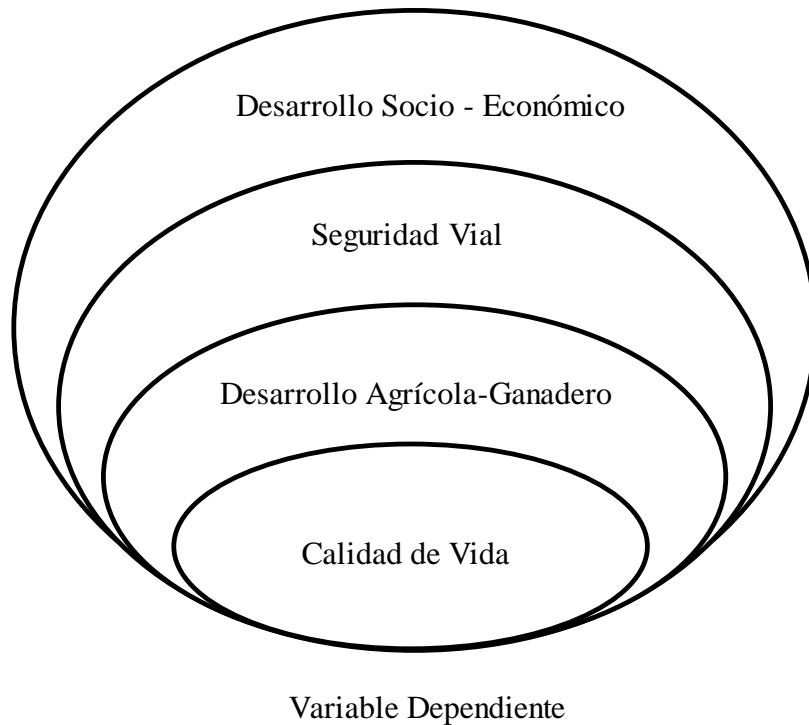
NORMAS

- Norma AASHTO para el diseño de la carpeta asfáltica.
- Especificaciones generales para la construcción de Caminos y Puentes, del Ministerio de Transporte y Obras Públicas.
- Normas del Instituto de Asfalto

2.4 CATEGORÍAS FUNDAMENTALES

2.4.1 Supra ordenación de variables





2.4.2 Definiciones

2.4.2.1 Variable dependiente

2.4.2.1.1 Calidad de vida

Es un concepto que hace alusión a varios niveles de generalización pasando por sociedad, comunidad, hasta el aspecto físico y mental, por lo tanto, el significado de calidad de vida es complejo y contando con definiciones desde sociología, ciencias políticas, medicina, estudios del desarrollo, etc.

(Fuente: https://es.wikipedia.org/wiki/Calidad_de_vida)

2.4.2.1.2 Desarrollo agrícola – ganadero

Es un proceso que mejora la calidad de vida, mediante el realce de productos agrícolas y ganaderos de un determinado sector.

2.4.2.1.3 Seguridad vial

Atributo intrínseco de la vía que permite garantizar el respeto por la integridad física de sus usuarios y de los bienes materiales aledaños a ella. Se debe tener presente en el diseño, construcción, mantenimiento y operación de una vía. (Fuente: NEVI-12 MTOP)

2.4.2.1.4 Desarrollo socio - económico

El desarrollo socioeconómico es un proceso que beneficia la calidad de vida para los individuos que conforman un país o que están dentro de un mismo territorio, para eso es necesario una explotación racional de los recursos del planeta, siempre y cuando esta sea destinada para beneficio de la humanidad de tiempo presente y futuro. (Fuente: <https://es.scribd.com/doc/55028057/desarrollo-socioeconomico>)

Los caminos se construyen con el fin de ayudar a las personas a comunicarse y conectarse con sus semejantes. Estas vías son los ejes de comunicación entre pueblos la misma que acorta distancia y mejora el aspecto Socio – Económico, garantizando el desarrollo que todos los seres vivos necesitamos.

2.4.2.2 Variable independiente

2.4.2.2.1 Sistema de comunicación vial

Los sistemas de comunicación vial es el conjunto de elementos que permite el desplazamiento de vehículos en forma confortable y segura desde un punto a otro.

Estos sistemas viales están constituidos por el conjunto de caminos, rutas, autopistas, calles y sus obras complementarias.

Al camino, como concepto genérico, se lo clasifica en rural y urbano, de acuerdo con la zona en que se encuentre y según sus características de construcción y la función que cumple se lo clasifica en:

Calles: Son las vías de circulación por excelencia, propias de las ciudades y conglomerados urbanos. Pueden ser pavimentadas o adoquinadas.

La calle está dividida en dos partes: la del centro, es la calzada; la de ambos costados, constituye las aceras o veredas.

La calzada es la parte de la calle destinada exclusivamente a la circulación de vehículos. Su ancho no supera generalmente los tres carriles. Las condiciones ideales de la calzada son: que sea pavimentada, demarcada horizontal y verticalmente, y que la visibilidad en las intersecciones sea correcta. Las aceras son las partes de la calle destinadas a la circulación de los peatones. Son las franjas contiguas a las propiedades.

Avenidas: Son calles urbanas de mayor porte, pavimentadas y de tránsito preferencial. Tienen un mínimo de tres carriles y deben estar demarcadas horizontal y verticalmente. Se debe evitar el tránsito de vehículos de carga y transporte, para lograr una velocidad uniforme. Es recomendable el uso de sistemas de semáforos. Las avenidas, generalmente, tienen doble sentido de circulación.

Rutas: También llamadas carreteras. Son caminos pavimentados destinados al tránsito intenso de vehículos. Pueden ser: nacionales, provinciales o vecinales, según conecten localidades interprovinciales, provinciales o vecinas. Son propiedad de la nación o de las provincias, según cada caso.

La circulación en las rutas es siempre de doble sentido. Deben contar con banquetas de 1,80 metros, con demarcaciones horizontales y verticales. Lo ideal es que las rutas no atraviesen las ciudades, ya que se incrementa el peligro y falta de seguridad por el tránsito veloz, que circula por ellas.

(<http://www.oni.escuelas.edu.ar/olimpi99/interolimpicos/transito/espaniol/sis-vial.htm>)

Autopistas y semiautopistas: Las autopistas son vías rápidas construidas en pavimento rígido o flexible. Son arterias de alta velocidad, multicarriles, sin cruces a nivel, y calzadas separadas físicamente para impedir el paso de una mano a otra, con banquetas protegidas por vallas de contención. La entrada y salida se hace a través de lazos de uniones y rampas. La demarcación debe ser horizontal y vertical, e indicar

las velocidades máximas. Las banquetas deben ser pavimentadas; las pendientes, suaves y las curvas, peraltadas y con ángulo de visión suficiente.

(<http://www.oni.escuelas.edu.ar/olimpi99/interolimpicos/transito/espaniol/sis-vial.htm>)

Caminos.

Caminos de tierra: constituidos por suelos naturales, aptos para un tránsito de hasta cien vehículos por día.

Caminos mejorados: formados por suelos naturales con agregado de materiales calcáreos, graníticos, betunes, etc., que le dan mayor estabilidad. Son aptos para el tránsito de hasta quinientos vehículos por día.

Caminos pavimentados: resisten grandes cargas e intenso tránsito. Pueden ser rígidos o flexibles. Los rígidos son construidos a base de hormigón y los flexibles, a base de cemento o ligante asfáltico bituminoso.

(<http://www.oni.escuelas.edu.ar/olimpi99/interolimpicos/transito/espaniol/sis-vial.htm>)

2.4.2.2.2 Topografía

Sistema de coordenada UTM

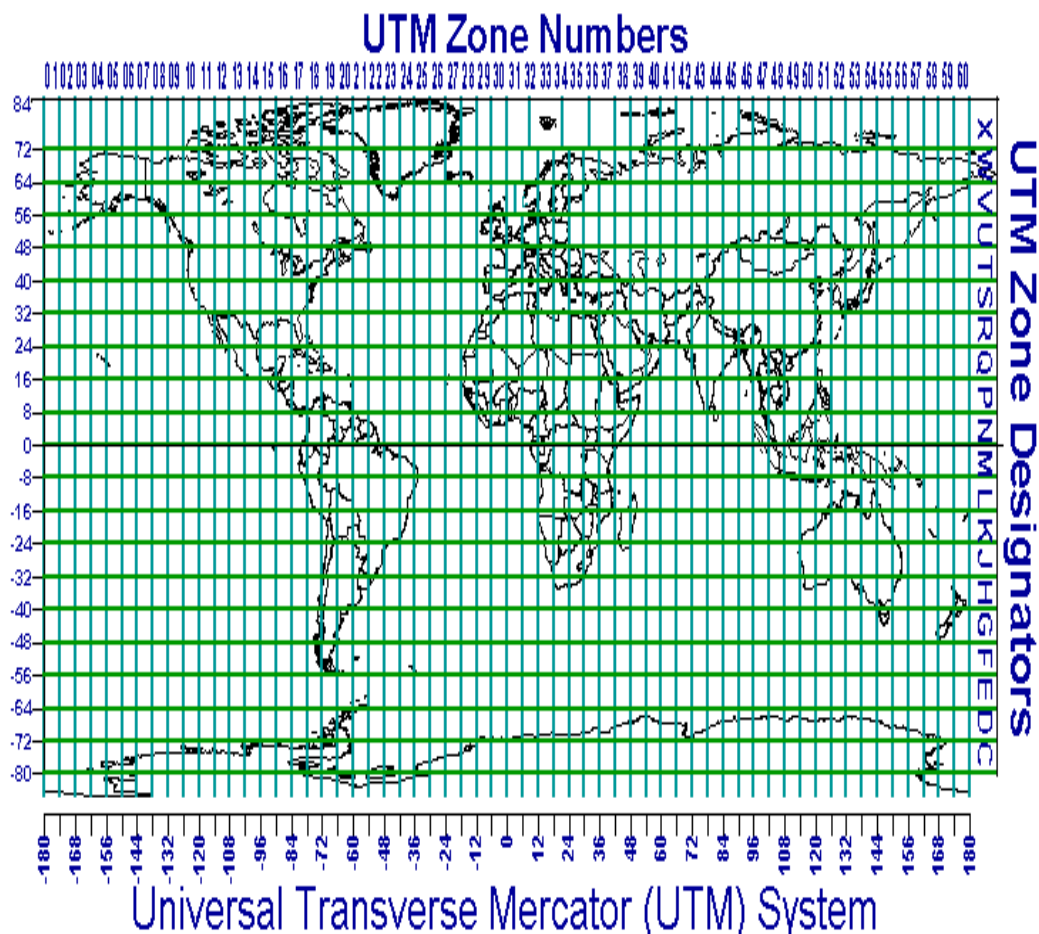
El sistema de coordenadas universal transversal de Mercator (en inglés Universal Transverse Mercator, UTM) es un sistema de coordenadas basado en la proyección cartográfica transversa de Mercator, que se construye como la proyección de Mercator normal, pero en vez de hacerla tangente al Ecuador, se la hace secante a un meridiano.

A diferencia del sistema de coordenadas geográficas, expresadas en longitud y latitud, las magnitudes en el sistema UTM se expresan en metros únicamente al nivel del mar, que es la base de la proyección del elipsoide de referencia.

(Fuente: [//es.wikipedia.org/wiki/Sistema_de_coordenadas_universal_transversal_de_Mercator](http://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_de_coordenadas_universal_transversal_de_Mercator))

(<https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/10772/Coordenadas%20UTM.pdf>)

Gráfico No.- 1 Husos y bandas UTM

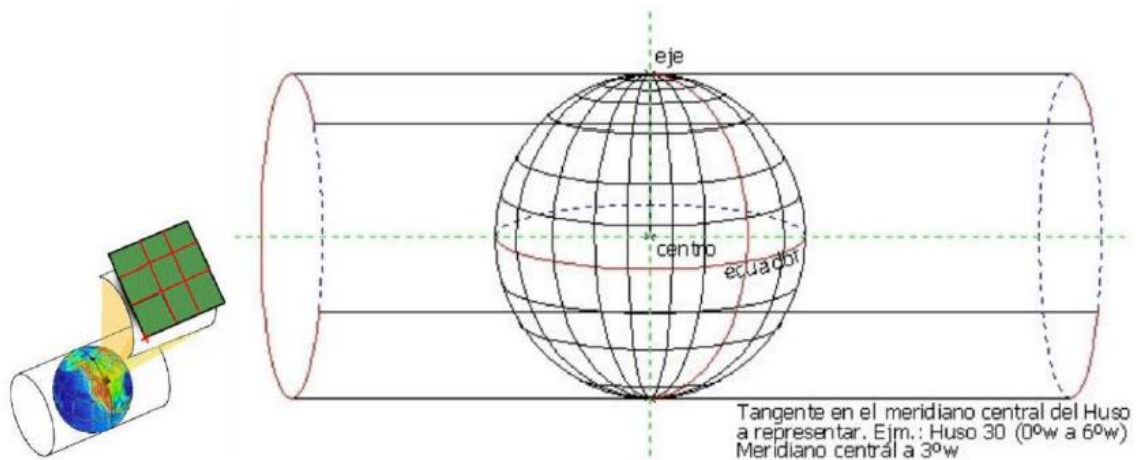


Fuente: Fernández, 2001

La proyección **UNIVERSAL TRANSVERSE MERCATOR (UTM)**, toma como base la proyección de Mercator, sin embargo la posición del cilindro de proyección es transversal del eje de la Tierra.

(<http://www.slideshare.net/cerz2005/cartografia-geograficasutm datum-24898394>)

Gráfico No.-2 Proyección de UTM



Fuente: Fernández, 2001

Es un sistema de proyección basado en cuadrículas cuya unidad de medida es en metros. Está basado en un modelo elipsoidal de la Tierra, no obstante actualmente está siendo sustituido por el elipsoide WGS84 para hacer un sistema compatible con el Sistema de Posicionamiento Global GPS.

El WGS84 son las siglas en inglés de World Geodetic System 84, que significa Sistema Geodésico Mundial 1984. Consiste en un patrón matemático de tres dimensiones que representa la Tierra por medio de un elipsoide, un cuerpo geométrico más regular que la Tierra, que se denomina WGS84.

Características de una zona

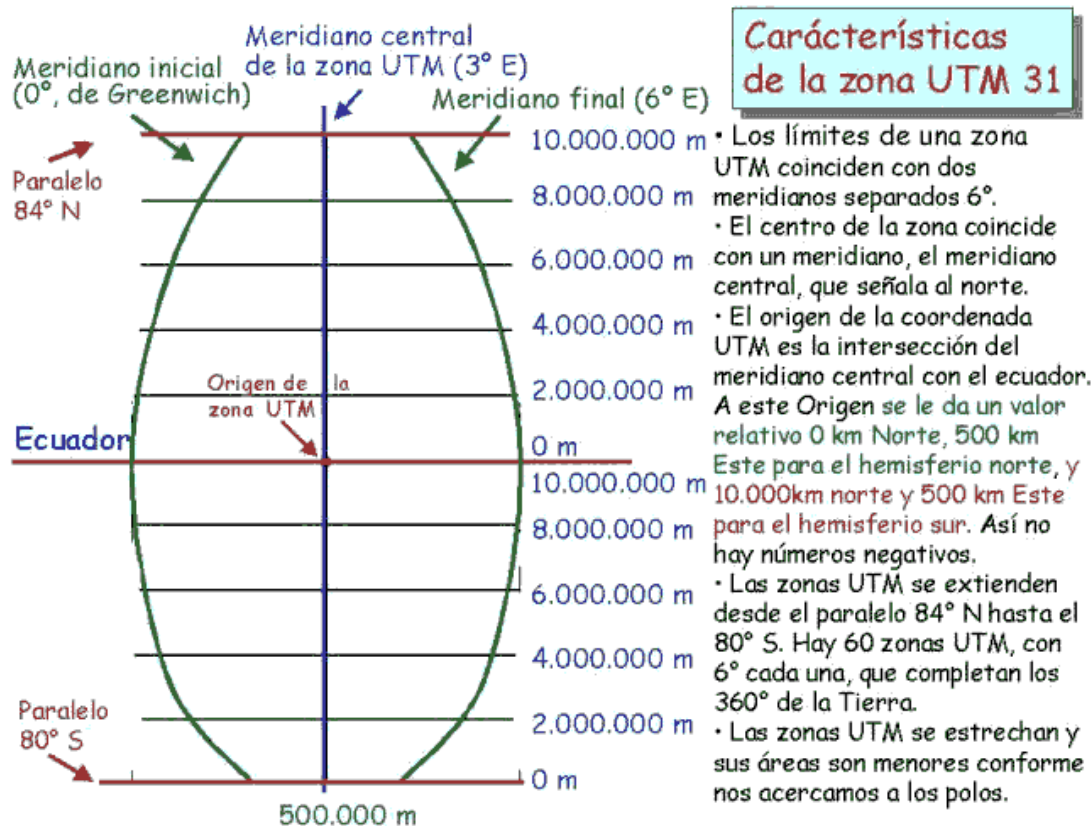
Por definición, cada zona UTM tiene como bordes o tiene como límites dos meridianos separados 6° .

Esto crea una relación entre las coordenadas geodésicas angulares tradicionales (longitud y latitud medida en grados) y las rectangulares UTM (medidas en metros) y permite el diseño de fórmulas de conversión entre estos dos tipos de coordenadas.

La línea central de una zona UTM siempre se hace coincidir con un meridiano del sistema geodésico tradicional, al que se llama MERIDIANO CENTRAL. Este meridiano central define el origen de la zona UTM (ver adelante).

(Fuente: http://www.elgps.com/documentos/utm/coordenadas_utm.html)

Gráfico No.-3 Características de una zona



Fuente: Fernández, 2001

Husos UTM

La Tierra se divide en 60 husos de 6° de longitud, la zona de proyección de la UTM se define entre los paralelos 80° S y 84° N, ya que los paralelos se van separando a medida que nos alejamos del Ecuador, por lo que al llegar al polo las deformaciones serán infinitas. Cada huso se numera con un número entre el 1 y el 60, estando el primer huso limitado entre las longitudes 180° y 174° W y centrado en el meridiano

177° W. Cada huso tiene asignado un meridiano central, que es donde se sitúa el origen de coordenadas, junto con el ecuador. Los husos se numeran en orden ascendente hacia el este. Por ejemplo, la Península Ibérica está situada en los husos 29, 30 y 31, y Canarias están situadas en el huso 28. En el sistema de coordenadas geográfico las longitudes se representan tradicionalmente con valores que van desde los -180° hasta casi 180° (intervalo $-180^\circ \rightarrow 0^\circ \rightarrow 180^\circ$); el valor de longitud 180° se corresponde con el valor -180°, pues ambos son el mismo antimeridiano de Greenwich y en él se produce la conexión de los husos UTM 1 y UTM 60.

(<http://ingecivilcusco.blogspot.com/2009/09/sistema-de-coordenadas-universal.html>)

Zonas UTM

La Tierra se divide en 20 zonas de 8° Grados de Latitud, que se denominan con letras desde la C hasta la X excluyendo las letras "I" y "O", por su parecido con los números uno (1) y cero (0), respectivamente. Puesto que es un sistema norteamericano (estadounidense), tampoco se utiliza la letra "Ñ". La zona C coincide con el intervalo de latitudes que va desde 80° S (o -80° latitud) hasta 72° S (o -72° latitud). Las zonas polares no están consideradas en este sistema de referencia. Para definir un punto en cualquiera de los polos, se usa el sistema de coordenadas UPS. Si una zona tiene una letra igual o mayor que la N, la zona está en el hemisferio norte, mientras que está en el sur si su letra es menor que la "N".

(<http://ingecivilcusco.blogspot.com/2009/09/sistema-de-coordenadas-universal.html>)

Notación

Cada cuadrícula UTM se define mediante el número del huso y la letra de la Zona, por ejemplo la ciudad española de Granada se encuentra en la cuadrícula 30S, y Logroño en la 30T.

(<http://ingecivilcusco.blogspot.com/2009/09/sistema-de-coordenadas-universal.html>)

Tipos de terrenos

Desde el punto de vista de la topografía, se puede clasificar los terrenos en cuatro categorías, que son:

- **Terreno plano:** De ordinario tiene pendientes transversales a la vía menores del 5%. Exige mínimo movimiento de tierras en la construcción de carreteras y no presenta dificultad en el trazado ni en su explanación, por lo que las pendientes longitudinales de las vías son normalmente menores del 3%. (Fuente: MTOP, 2012)
- **Terreno ondulado:** Se caracteriza por tener pendientes transversales a la vía del 6% al 12%. Requiere moderado movimiento de tierras, lo que permite alineamientos más o menos rectos, sin mayores dificultades en el trazado y en la explanación, así como pendientes longitudinales típicamente del 3% al 6%. (Fuente: MTOP, 2012)
- **Terreno montañoso:** Las pendientes transversales a la vía suelen ser del 13% al 40%. La construcción de carreteras en este terreno supone grandes movimientos de tierras, y/o construcción de puentes y estructuras para salvar lo montañoso del terreno por lo que presentan dificultades en el trazado y en la explanación. Pendientes longitudinales de las vías del 6% al 18% son comunes. (Fuente: MTOP, 2012)
- **Terreno escarpado:** Aquí las pendientes del terreno transversales a la vía pasan con frecuencia del 40%. Para construir carreteras se necesita máximo movimiento de tierras y existen muchas dificultades para el trazado y la explanación, pues los alineamientos están prácticamente definidos por divisorias de aguas, en el recorrido de la vía. (Fuente: MTOP, 2012)

Climatología

Las condiciones climáticas de la zona pueden influir en la escogencia de la ubicación de una carretera a uno u otro lado de un valle o de una montaña, presente en la zona de influencia. Y, de igual manera, el clima, el suelo o las condiciones de drenaje pueden hacer necesario elevar la rasante con respecto al terreno.

(Fuente: MTOP, 2012)

Hidrología

Relaciona al agua y la forma como interactúa con la tierra y la atmósfera: precipitaciones o lluvias, escorrentías, infiltraciones, drenajes, etc. Este estudio es fundamental para determinar el trazado de la vía y para el diseño de puentes, cunetas, sub drenes, alcantarillas y demás obras de drenaje y control de erosión.

(Fuente: MTOP, 2012)

Uso del terreno

El uso del terreno, o actividad económica a que se dedique primordialmente, como la agricultura, el comercio, la función residencial o la recreativa, influye también en el diseño de una carretera, por el efecto que tiene en el tránsito y en el movimiento peatonal. Además, la vía puede cambiar el carácter y uso de los terrenos adyacentes como, por ejemplo, poner en uso tierras que anteriormente no lo tenían y, con ello, modificar su valor. (Fuente: MTOP, 2012).

2.4.2.2.3 Tránsito

Interesan para el predimensionamiento de los pavimentos las cargas más pesadas por eje (simple, tándem o trídem) esperadas en el carril de diseño (el más solicitado, que determinará la estructura del pavimento de la carretera) durante el periodo de diseño adoptado. La repetición de las cargas de tránsito y la consecuente acumulación de

deformaciones sobre el pavimento (fatiga) son fundamentales para el cálculo. Además se deben tener en cuenta las máximas presiones de contacto, las sollicitaciones tangenciales en tramos especiales (curvas, zonas de frenado y aceleración, etc.), las velocidades de operación de los vehículos (en especial las lentas en zonas de estacionamiento de vehículos pesados), la canalización del tránsito, etc.

Estudio del tránsito

El estudio de tránsito tiene la finalidad de analizar la movilidad en una zona determinada, considerando de manera coordinada los diferentes elementos que participan en ella y simulando la interacción de los nuevos proyectos de infraestructura con la red existente, para proponer soluciones a la medida de cada proyecto logrando una movilidad eficiente, segura y comprometida con el medio ambiente. (<http://www.transconsult.com/especialidad-estudiodetransito.html>)

El diseño de una carretera o de un tramo de la misma debe basarse entre otras cosas en las informaciones en los datos sobre tráfico, con el objeto de compararlo con la capacidad o sea con el volumen máximo de vehículos que una carretera puede absorber. El tráfico, en consecuencia, afecta directamente a las características del diseño geométrico. (MTO, 2003)

Tránsito promedio diario (TPDA)

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 dimensionar los elementos estructurales y funcionales de la carretera.

Para determinar el TPDA, lo ideal sería disponer de los datos de una estación de conteo permanente que permita conocer las variaciones diarias, semanales y estacionales. Además convendría disponer del registro de datos de un período de varios años que proporcione una base confiable para pronosticar el crecimiento de

tráfico que se puede esperar en el futuro. Como no es usual ni práctico tener estaciones permanentes en todas las rutas, se puede estimar en una primera semana el TPDA semanal, efectuando montajes por muestreo de 24 horas diarias, durante por lo menos 4 días por semana que incluyan sábado y domingo. En lo posible, las muestras semanales que se obtengan deberán corresponder a los meses y semanas más representativos del año, con el objeto de tomar en cuenta las variaciones estacionales máximas y mínimas. Los resultados que se obtienen en las investigaciones de campo, son procesados con el objeto de conocer la relación que existe entre los volúmenes de tránsito de los días ordinarios respecto a los correspondientes a los fines de semana y realizar los ajustes respectivos para obtener el TPDA semanal. En la etapa final se puede ajustar el TPDA semanal en base a factores mensuales obtenidos de datos de las estaciones permanentes, cuando éstas están disponibles, o del consumo de gasolina u otro patrón de variación estacional como la periodicidad de las cosechas. (Fuente: MTOP, 2003)

Valorización del tránsito

La valorización del tráfico en un proyecto nuevo se realiza mediante un estudio de composición:

Tráfico generado: es aquel que utiliza rutas o caminos ya existentes y que posiblemente será atraído por la vía en proyecto.

TPDA Generado: 20% TPDA (1año)

Tráfico Atraído.- es el que viene de otras vías al terminar de construirse la carretera o al hacerse las mejoras. Así, el volumen de tránsito que empieza a usar una carretera nueva es completamente atraído.

Se debe tomar en cuenta las condiciones locales, de los orígenes y de los destinos vehiculares y del grado de atracción de todas las vialidades comprendidas. (MTOP, 2003)

TPDA Atraído: 10% TPDA (1año)

Tráfico Desarrollado.- es un tráfico inducido, que no existe y que no existirá en el futuro, si no se mejora la vía.

TPDA Desarrollado: 5% TPDA (1año)

Tráfico Futuro.- el pronóstico del volumen y composición del tráfico, se basa en el tráfico actual.

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

Dónde:

T_p: Tráfico proyectado

T_a: Tráfico actual

i: índice de crecimiento

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.

Tabla No.- 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)









Vehículos

Vehículos tipos

En el diseño de las carreteras se deben tener en cuenta también las características de operación de los vehículos, que son diferentes según los diversos tamaños y pesos de los mismos, y permiten formar con ellos varias clases. La cantidad relativa de las

diferentes clases de vehículos en el tránsito total es lo que se llama composición del tránsito. (MTO, 2012)

Tabla No.- 2 Tipo de Vehículos por Eje

EJES CONVENCIONALES			
EJE		Límite (Tons.)	Tolerancia (Kg.)
	Simple	7	350
	Doble	11	600
	Simples	14	700
	Doble y Simple	16	750
	Dobles	18	900
	Simples	19	950
	Doble Doble y Simple	23	1100
	Dobles	25	1200
Peso Bruto Total del Vehículo (Tara + Carga)		45	1400

Fuente: (MTO, 2003)

Factor de daño

Para obtener el número de ejes equivalentes (W18), obtenemos el factor de daño provocado por la acción de los diferentes vehículos. Este factor se calcula de acuerdo a la clasificación de cada uno de acuerdo al MTO.

C2P: Camión 2 ejes pequeño

C2G: Camión 2 ejes grande

C3: Camión 3 ejes

C4. Camión ejes.

Tabla N.- 3 Factores de daño según el tipo de vehículo

Tipo	Simple		Simple doble		Tándem		Tridem		Factor de daño
	Ton	$(p/6.6)^4$	Ton	$(p/8.2)^4$	Ton	$(p/15)^4$	Ton	$(p/23)^4$	
Bus	4	0,13	8	0,91					1,04
C2-P	2,5	0,02							1,29
	7	1,27							
C2-G	6	0,68	11	3,24					3,92
C-3	6	0,68			18	2,07			2,76
C-4	6	0,68					25	1,40	2,08
C-5	6	0,68			18	4,15			4,83
C-6	6	0,68			18	2,07	25	1,40	4,15
C2-R3	6	0,68	11	6,48	18	2,07			9,23

Fuente: MTOP 2003

2.4.2.2.4 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. Con esta velocidad se calculan los elementos geométricos de la vía para su alineamiento horizontal y vertical. (MTOP, 2003)

Determinación de la Velocidad de Diseño

Tabla No.- 4 Velocidades de diseño (Km/h)

Clase de carretera	Valor recomendado			Valor absoluto (límite)		
	Ll	O	M	Ll	O	M
RI O RII > 8000 TPDA	120	110	90	110	90	80
I 3000 a 8000 TPDA	110	100	80	100	80	60
II 1000 a 3000 TPDA	100	90	70	90	80	50
III 300 a 1000 TPDA	90	80	60	80	60	40
IV 100 a 300 TPDA	80	60	50	60	35	25
V Menor a 100 TPDA	60	50	40	50	35	25

Fuente: Norma de Diseño Geométrico de vías MTOP 2003

Velocidad de operación

Velocidad de operación o de circulación es la velocidad de un vehículo en un tramo específico de la carretera.

Su valor se obtiene dividiendo la distancia recorrida por el tiempo en que el vehículo se mueve para recorrer el tramo.

Esta velocidad que da la medida del servicio que presta la carretera y permite evaluar los costos y los beneficios para los usuarios. (MTO, 2003)

La velocidad de circulación se calcula a través de la siguiente fórmula:

$$v_c = 0,8 * v_d + 6,5 \text{ cuando TPDA} < 1000$$

Dónde:

Vc = velocidad de circulación expresada en Km /Hora

Vd = velocidad de diseño expresada en Km/Hora

$$v_c = 1,32 * v_d^{0,98} \text{ cuando TPDA} > 1000$$

Dónde:

Vc = velocidad de circulación expresada en Km /Hora

Vd = velocidad de diseño expresada en Km/Hora

2.4.2.2.5 Diseño geométrico de vías

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.

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

geométricamente definida por el trazado de su eje en planta y en perfil y por el trazado de su sección transversal. (Fuente: Cárdenas, 2004, p.33)

El diseño geométrico concluye con los volúmenes de movimientos de tierras; para su cálculo es necesario dibujar secciones transversales de la vía a distancias determinadas (20 m). (Fuente: Chocontá P, 2002,p.64)

Según Chocontá (2002), una vía será funcional de acuerdo al tipo, características geométricas y volúmenes de tránsito, de tal manera que ofrezca una adecuada movilidad a través de una superficie velocidad de movilización.

El diseño geométrico de una carretera está compuesto por tres elementos bidimensionales que se ejecutan de manera individual, pero dependiendo unos de otros, y que al unirlos finalmente se obtiene un elemento tridimensional que corresponde a la vía propiamente. Estos tres elementos son:

- Alineamiento horizontal: compuesto por ángulos y distancias formando un plano horizontal con coordenadas norte y este.
- Alineamiento vertical: compuesto por distancias horizontales y pendientes dando lugar a un plano vertical con abscisas y cotas.
- Diseño transversal: consta de distancias horizontales y verticales que a su vez generan un plano transversal con distancias y cotas.

2.4.2.2.6 Alineamiento horizontal

La misma que parte desde un punto denominado P10 o punto de partida del proyecto, en el cual se deben registrar datos importantes como latitud, longitud, cota, intersecciones con otras carreteras, alguna obra de importancia y colocación de referencias para que el punto de inicio sea fácil de encontrar. (Fuente: MTOP, 2003)

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 (MOP, 2003).

b. 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 mejor convenga a la comodidad de los usuarios de la vía y a la economía de la construcción y el funcionamiento conformados. (Fuente: MTOP, 2003)

Cuyos elementos son:

PI= Punto de intersección de las tangentes o vértice de la curva.

PC= Principio de curva: punto donde termina la tangente de entrada y empieza la curva.

PT= Principios de tangentes: punto donde termina la curva y empieza la tangente de salida.

O= Centro de la curva circular.

Δ = ángulo de deflexión de las tangentes: ángulo de deflexión principal. Es igual al ángulo central subtendido por el arco PC-PT.

R= Radio de la curva circular simple.

T= Tangente o subtangente: distancia desde el PI al PC o desde el PI al PT.

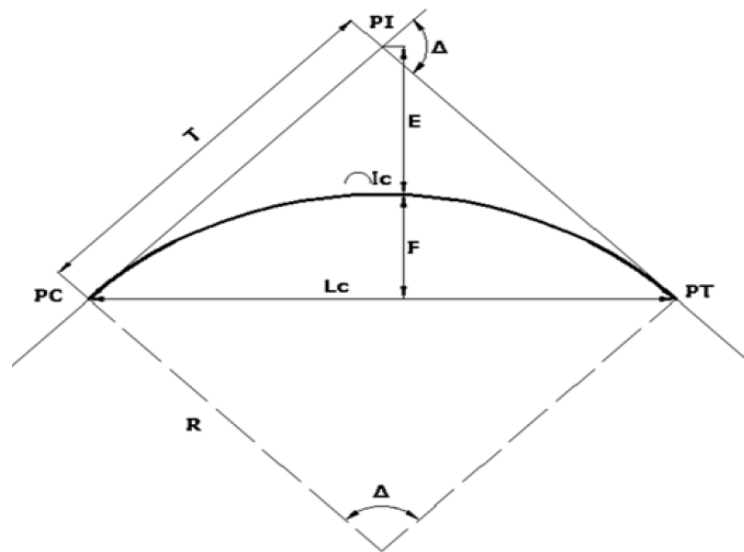
L= Longitud de la curva circular: distancia desde el PC al PT a lo largo del arco circular, o de un polígono de cuerdas.

CL= Cuerda larga: distancia en línea recta desde el PC al PT.

E= Externa: distancia desde el PI al punto medio de la curva A.

M= Ordenada media: distancia desde el punto medio de la curva A al punto medio de la cuerda larga B.

Gráfico No.- 4 Elementos de la curva



Fuente: Chocontá, 2002

Elementos de la curva

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 Gc y representa con la siguiente fórmula. (MTO, 2003)

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

El radio mínimo de las curvas horizontales

Es un valor límite que ofrece seguridad, para una velocidad de diseño dada y se determina en base al máximo peralte admisible y el coeficiente de fricción lateral.

Una vez establecido el máximo factor de sobreelevación (e), los radios mínimos de curvatura horizontal se pueden calcular utilizando la fórmula presentada. (Fuente: MTOP, 2003)

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

Donde:

R= Radio de diseño (m)

f= coeficiente máximo de fricción lateral

e= peralte de la curva (%)

Vd= velocidad de diseño (Km/h)

Ángulo central.- Es el ángulo formado por la curva circular y se simboliza como “Δ” (delta), o como “α” (alfa).

Longitud de curva.- Es la longitud del arco entre el PT y PC. Se lo representa como “lc” y su fórmula es la siguiente:

$$lc = \frac{\pi * R * \Delta}{180}$$

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

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

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

$$E = ST * \left(\tan \frac{\Delta}{4} \right)$$

Flecha u ordenada media.- Es la longitud de la flecha en el punto medio de la curva. Se representa con la letra “F” y su fórmula de cálculo es:

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

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

$$\theta = \frac{Gc * 1}{20}$$

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

$$C = 2 * R * \sin\frac{\theta}{2}$$

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

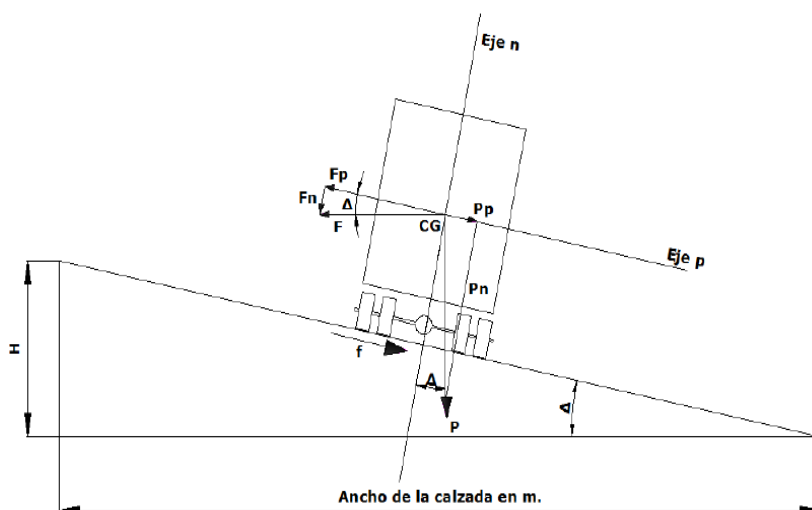
$$CL = 2 * R * \left(\sin\left(\frac{\Delta}{2}\right)\right)$$

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 a la inclinación transversal de la vía denominada peralte, y por la fuerza de fricción desarrollada entre llantas y la calzada. Este peralte se da al levantar el borde exterior, bajar el borde interior, o ambas cosas al mismo tiempo, hasta que la superficie de la vía forme transversalmente un ángulo con la horizontal.

Si se introduce el peralte en la curva, dándole una sobre elevación (H) al borde exterior, aparecerán fuerzas que fijarán el vehículo a la calzada.

Gráfico No.5 Fuerzas que actúan sobre un vehículo a lo largo de una curva circular



Fuente: Chocontá, (2002)

El peralte se calcula de la siguiente manera:

$$e = \frac{V^2}{127 * R} - f$$

Donde:

e= peralte de la curva (%)

V= velocidad de diseño (Km/h)

R= radio de la curva circular (m)

f= coeficiente de fricción lateral

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

deslizamiento lateral del vehículo, lo cual se lo contrarresta al aumentar el rozamiento lateral.

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

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

(<http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/6129/5/TESIS%20COMPLET A.docx>).

Existen tres métodos para el desarrollo del peralte:

1. Haciendo girar la calzada alrededor de su eje (para terrenos montañosos).
2. Haciendo girar la calzada alrededor de su borde interior (para terrenos en llano).
3. Haciendo girar la calzada alrededor de su borde exterior.

d. Longitud de transición

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

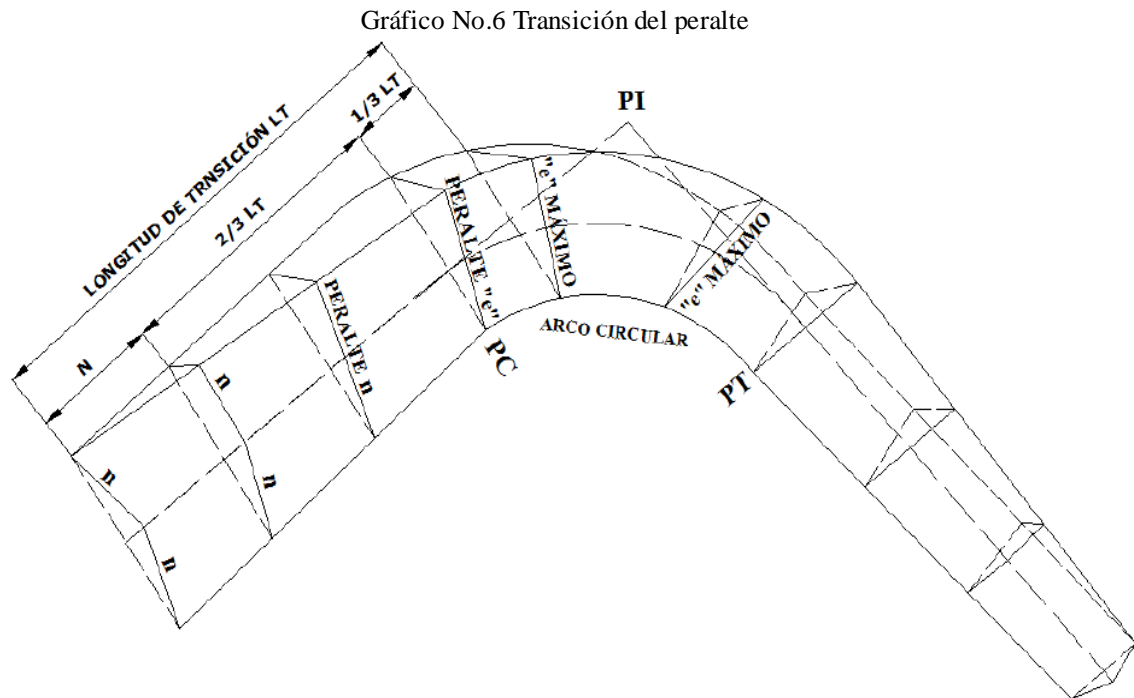
$$LT = \frac{a * e_c}{i}$$

a = ancho del carril (m)

e_c = peralte de la curva (%)

i = pendiente o gradiente longitudinal de la vía (%)

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



Fuente: MOP, (2003)

e. Sobreechanco en las curvas

La calzada aumenta su ancho en las curvas para conseguir condiciones de operación vehicular comparable a la de las tangentes.

En las curvas, el vehículo de diseño ocupa un mayor ancho que en los tramos rectos, con el propósito de que las condiciones de operación de los vehículos en las curvas sean similares a las de en rectas se hace este ensanchamiento en la calzada denominado sobreechanco S. Así mismo, a los conductores les resulta más difícil mantener el vehículo en el centro del carril. Esta dificultad aumenta con la velocidad, pero disminuye a medida que los radios de la curva son mayores.

([http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/6129/5/TESIS%20COMP LETA.docx](http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/6129/5/TESIS%20COMP%20LETA.docx)).

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

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

Donde:

S= Valor de sobreancho, metros

n= Número de carriles de la calzada

R= Radio de la curva circular, metros

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

V= Velocidad de diseño, Km/hora

Valores de diseño

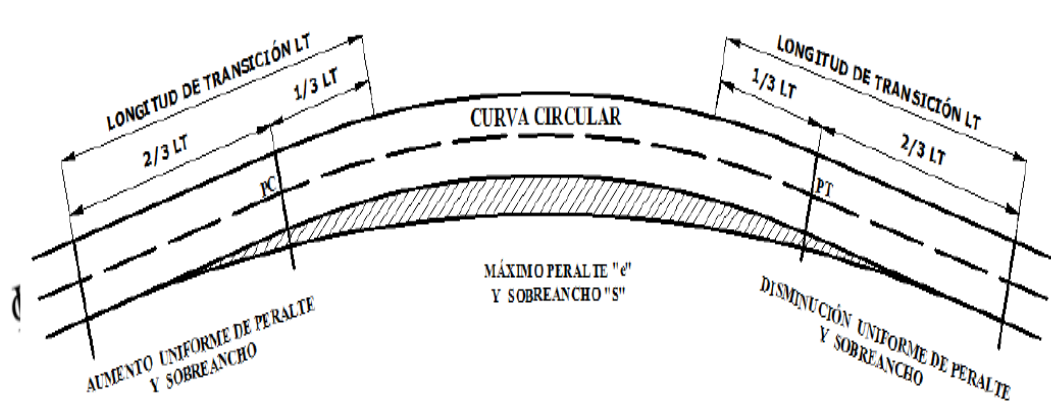
Smín = 0,30 m para Vd ≤ 50km/h ; Smín = 0,40 m para Vd > 50km/h

Distribución del sobreancho, en la longitud de transición y en curva espiral

El ensanchamiento debe obtenerse gradualmente desde los accesos a la curva, a fin de asegurar un alineamiento razonablemente gradual del borde del pavimento y coincidir con la trayectoria de los vehículos que entran o salen de una curva. A continuación se indican los puntos fundamentales que conciernen al diseño en este aspecto y son aplicables a ambos extremos de las curvas horizontales:

1. En curvas simples, sin espirales, el ensanchamiento debe hacerse con respecto al borde interno del pavimento solamente.
2. El ensanchamiento debe obtenerse gradualmente sobre la longitud de desarrollo del peralte, aunque a veces pueden utilizarse longitudes menores.
3. En los alineamientos sin espirales, el ensanchamiento debe realizarse progresivamente a lo largo de la longitud de desarrollo del peralte, esto es, 2/3 en la tangente y 1/3 dentro de la curva, y en casos difíciles, 50 por ciento en la tangente y 50 por ciento dentro de la curva.

Gráfico No.7 Transición de sobreancho



Fuente: MOP, (2003)

– Distancias de visibilidad

La distancia de visibilidad se define como “la longitud de la vía que un conductor ve continuamente delante de él” (MOP, 2003).

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 desarrolla cada una de ellas.

Distancia de visibilidad de parada D_p

Es aquella distancia que manejando a la velocidad de circulación se requiere para detener un vehículo a la vista de un obstáculo sobre la calzada. Esta distancia se estudia teniendo en cuenta la distancia segura para frenar que abarca el recorrido del vehículo durante los llamados “tiempo de precepción” y “tiempo de reacción” y la distancia recorrida después de aplicar los frenos. La mínima distancia de visibilidad de un camino, en ningún caso debe ser menor que esta distancia (XII Congreso Panamericano de Carreteras, 1979, p.28).

Se compone esta distancia de la suma de otras dos:

□ De la distancia recorrida desde el instante en que el conductor observa un obstáculo sobre la calzada hasta el instante en que aplica los frenos, ésta depende de los tiempos de percepción y de reacción del conductor y distancia que se designará con la letra **d₁**.

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

El tiempo de reacción se ha establecido en 1 segundo, pues se ha encontrado que este valor es suficiente para la mayoría de los conductores; y el tiempo de percepción se lo ha seleccionado ligeramente mayor que el requerido en 1,5 segundos. Así, la AASHTO ha fijado la suma, llamada tiempo PIEV (por la iniciales de perception, intellection, emotion y volution) o tiempo de percepción y reacción en 2,5 segundos.

$$d_1 = \frac{v_c}{3,6} * t$$

$$d_1 = \frac{v_c}{3,6} * (2,5)$$

$$d_1 = 0,70 * v_c$$

Donde:

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

t = tiempo de percepción y reacción (2,5 seg)

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**.

$$d_2 = \frac{v_c^2}{254 * f} * t = \frac{1,15}{v_c^{0,3}}$$

Donde:

f = coeficiente de fricción longitudinal

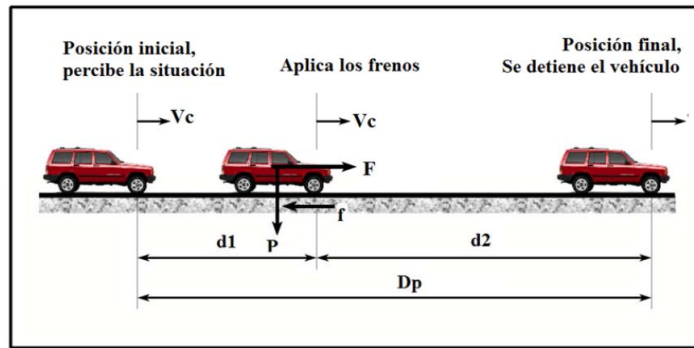
V_c = velocidad de circulación del vehículo, expresada en km/h

Por lo tanto la distancia de visibilidad de parada D_p es:

$$D_p = d_1 + d_2$$

$$D_p = 0,70 * v_c + \frac{v_c^2}{254 * f}$$

Gráfico No.8 Distancia de visibilidad de parada



Fuente: Leclair, (2011)

Tabla No.- 5 Distancias de visibilidad mínima para parada de un vehículo

Clase de carretera	Valor recomendado			Valor absoluto (límite)		
	L1	O	M	L1	O	M
RI O RII > 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	70	110	70	40
IV 100 a 300 TPDA	110	70	55	70	35	25
V Menor a 100 TPDA	70	55	40	55	35	25

Fuente: Norma de Diseño Geométrico de vías MTOP 2003

Distancia de visibilidad de rebasamiento D_r

Esta se considera para aquellos casos en los que los vehículos que marchan a la velocidad de diseño, quieran pasar a los que circulan más lentamente. En esta distancia de visibilidad, llamada de rebasamiento, el conductor debe dominar con la

vista una longitud de carretera suficientemente grande para que si aparece un vehículo en sentido opuesto en el momento de pasar al que va en su misma dirección, tenga el tiempo de adelantar a éste y ocupar nuevamente su derecha de encontrarse con el otro.

Generalmente es impracticable lograr estas distancias para que el acto de pasar a otro vehículo se realice sin peligro en toda la extensión de una carretera. Pero serán calculadas y aplicadas cuando sean económicamente factibles.

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:

- El vehículo rebasado circula con velocidad uniforme.
- 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.
- 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.
- 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.

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.

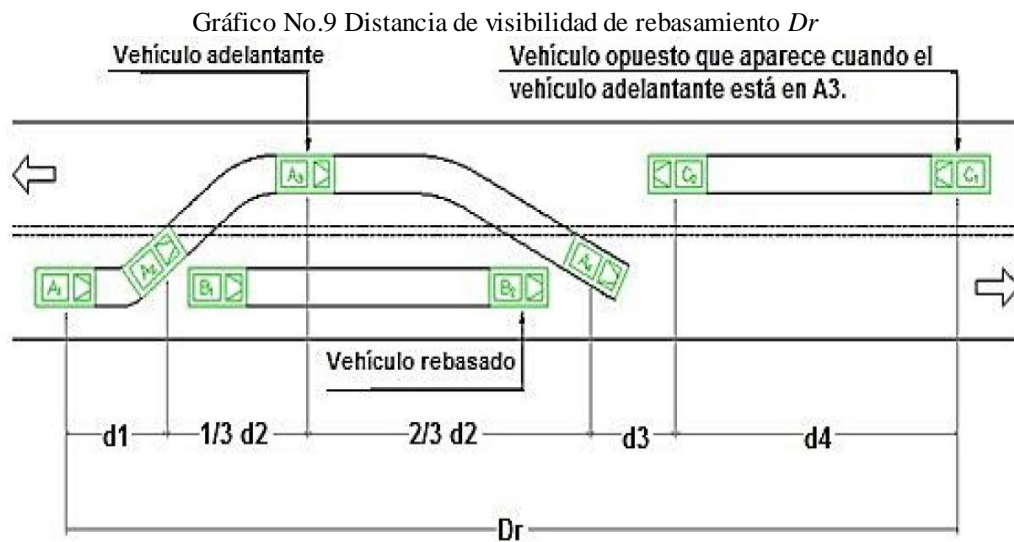
d_2 = distancia recorrida por el vehículo rebasante durante el tiempo que ocupa el carril izquierdo.

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 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 (MOP, 2003).

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

$$D_r = d_1 + d_2 + d_3 + d_4$$



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:

$$D_r = 9,54V - 218 \text{ (Cuando } 30 < V < 100)$$

Donde: D_r = distancia de visibilidad de rebasamiento (m)

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

Para el Ecuador, se recomienda los valores de diseño que se indican en el siguiente cuadro. Debe notarse que para gradientes cuesta arriba es necesario proveer distancias de visibilidad para rebasamiento mayores que las mínimas calculadas.

Tabla No.- 6 Valores de diseño de la distancia de visibilidad mínima para el rebasamiento de un vehículo

Clase de carretera	Valor recomendado			Valor absoluto (límite)		
	Ll	O	M	Ll	O	M
RI O RII > 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	415	270
IV 100 a 300 TPDA	480	290	210	290	150	110
V Menor a 100 TPDA	290	210	150	210	150	110

Fuente: Norma de Diseño Geométrico de vías MTOP 2003

2.4.2.2.7 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. (Fuente: MTOP, 2003)

Gradientes o pendientes

De acuerdo con las velocidades de diseño, que dependen del volumen de tráfico y de la naturaleza de la topografía, se indican de manera general las gradientes medias máximas que pueden adoptarse. (Fuente: MTOP, 2003)

a. Gradientes máximas

De acuerdo con las velocidades de diseño, que dependen del volumen de tráfico y de la naturaleza de la topografía, en el Cuadro No.10 se indican de manera general las gradientes medias máximas que pueden adoptarse.

Cuadro No.7 Valores de diseño de las gradientes longitudinales máximas (%)

Clase de carretera	Valor recomendado			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 Menos de 100 TPDA	5	6	8	6	8	14

Fuente: MOP, (2003)

La gradiente y longitud máximas, pueden adaptarse a los siguientes valores:

La longitud máxima será de:

Cuadro No.8 Longitudes máximas

Gradiente	Longitud máxima
8 – 10 %	1000 m
10 – 12 %	500 m
12 – 14 %	250 m

Fuente: MOP, (2003)

Gradientes mínimas

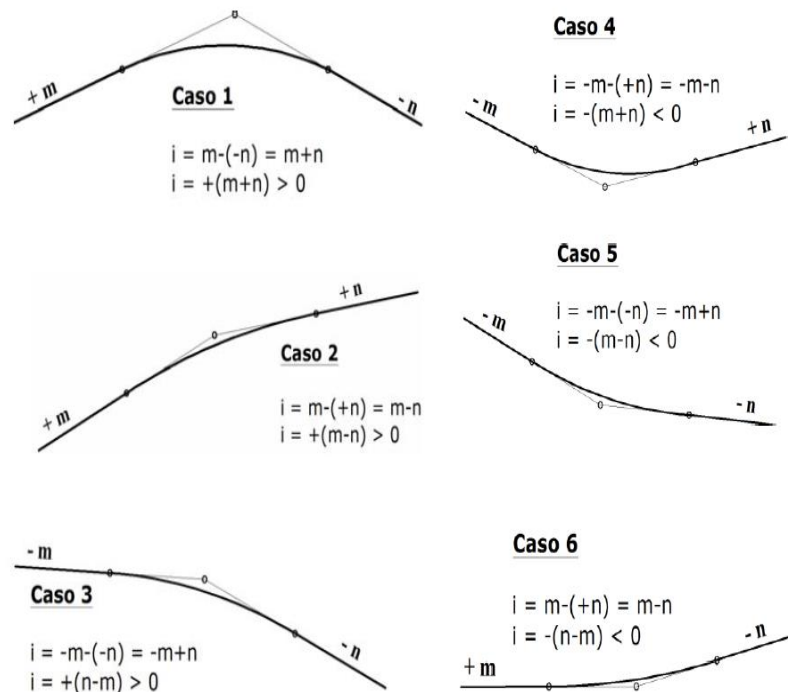
La gradiente longitudinal mínima usual es de 0,5 por ciento. Se puede adoptar una gradiente de cero por ciento para el caso de rellenos de 1 metro de altura o más y cuando el pavimento tiene una gradiente transversal adecuada para drenar lateralmente las aguas de lluvia. (Fuente: MTOP, 2003)

b. Curvas verticales

A fin de que no existan cambios bruscos en la dirección de los vehículos en movimiento de carreteras se conecta una curva vertical en un plano vertical.

Generalmente la curva vertical es el arco de una parábola, ya que esta se adapta bien al cambio gradual de dirección y permite el cálculo rápido de las elevaciones sobre la curva. (Fuente: MTOP, 2003)

Gráfico No.10- Tipos de curvas verticales



Fuente: Cárdenas, (2004)

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 (MOP, 2003):

$$L = \frac{A * S^2}{426}$$

Donde:

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

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

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

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

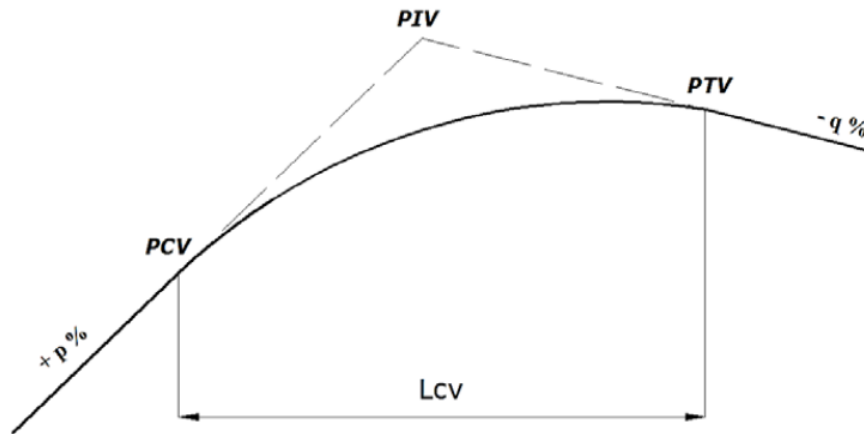
$$L = K * A$$

Donde:

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

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

Gráfico No.11- Curva vertical convexa



Fuente: Autor

Cuadro No.9- Coeficiente K para longitud mínima de curvas verticales-cónvexa

Clase de carretera	Valor recomendado			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 Menos de 100 TPDA	12	7	4	7	3	2

Fuente: MOP, (2003)

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.

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. (Fuente: MTOP, 2003)

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

$$L = \frac{A * S^2}{122 + 3,5 S}$$

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

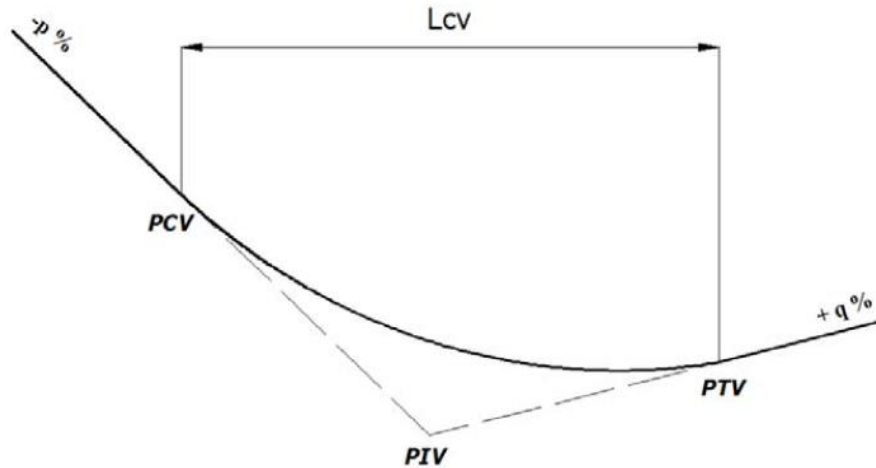
$$L = K * A$$

En donde:

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

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

Gráfico No.12- Curva vertical cóncava



Fuente. Autor

Cuadro No.10- Coeficiente K para longitud mínima de curvas verticales-cóncavas

Clase de carretera	Valor recomendado			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 Menos de 100 TPDA	12	7	4	7	3	2

Fuente: MOP, (2003)

2.4.2.2.8 Secciones transversales típicas

El diseño geométrico trasversal de una carretera consiste en la definición de la ubicación y dimensiones de los elementos que forman la carreteo, y su relación con el terreno natural, en cada punto de ella sobre una sección normal al alineamientos horizontal. De esta manera se podrá fijar la rasante y el ancho de la faja que ocupará

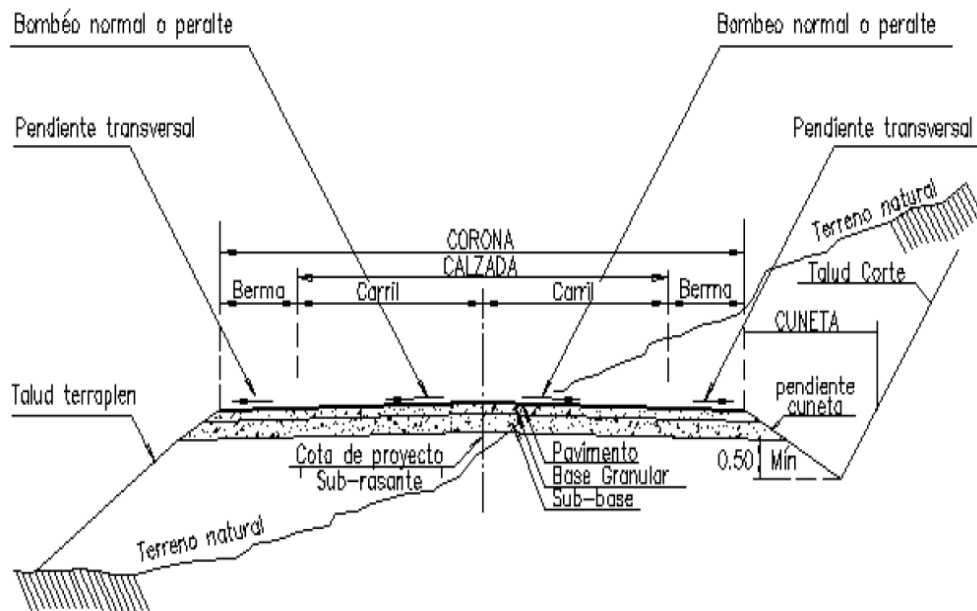
la futura carretera, y así estimar área y volúmenes de tierra a mover (Cárdenas, 2004, P.349).

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

- a) Pavimento
- b) Espaldones
- c) Taludes interiores
- d) Cunetas

Esquemáticamente una vía de dos carriles (uno para cada sentido) se encuentra en la siguiente gráfica.

Gráfico No 13- Sección transversal de una vía de dos carriles



Fuente: Cárdenas, (2004)

La calzada.- es “la zona de la vía destinada a la circulación de vehículos” y está formada por sus dos carriles, cada uno de los cuales es “la parte de la calzada destinada al tránsito de una sola fila de vehículos”. La calzada generalmente es pavimentada o acondicionada con algún tipo de afirmado. Los anchos de carriles

recomendados generalmente son de 3,00 y 3,50 m; así, las calzadas serán de 6,00 m y 7,00 m.

Tabla No.- 11 Anchos de calzada

Clase de Carretera	Ancho de la Calzada (m)	
	Recomendable	Absoluto
R-I o R-II > 8000 TPDA	7,3	7,3
I 3000 a 8000 TPDA	7,3	7,3
II 1000 a 3000 TPDA	7,3	6,5
III 300 a 1000 TPDA	6,7	6
IV 100 a 300 TPDA	6	6
V Menos de 100 TPDA	4	4

Fuente: MTOP, 2003

La corona.- es la sección que está conformada por la calzada y los espaldones.

Las cunetas.- son “zanjas construidas al borde de la calzada (o de los espaldones, cuando existe) para recoger y evacuar las aguas superficiales”, que escurren de la calzada y se recomienda colocar una cuenta a la profundidad de 30 cm con respecto a la rasante, para esto habrá necesariamente revestir la cuenta para proteger el pavimento de la vía.

Los espaldones.- que son “las partes del camino contiguas a la calzada, destinada a la detención de los vehículos en emergencia”. El ancho de cada berma puede ser 0,50 hasta 3,00 m, de acuerdo con el volumen de tránsito y el terreno.

Generalmente tiene afirmado o firme igual al de la calzada pero con superficie de calidad inferior.

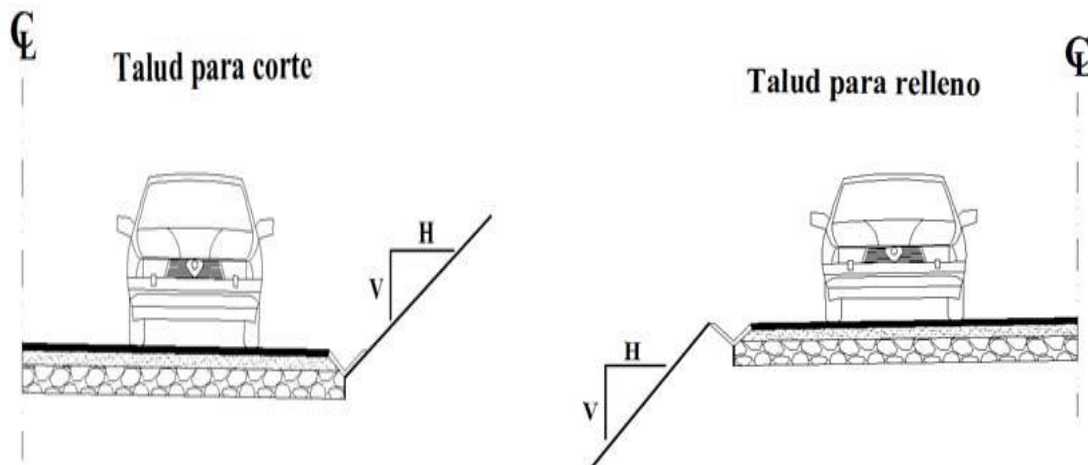
La explanación.- es el ancho que corresponde a la faja de terreno que ocupa la construcción de la vía, es decir desde los bordes extremos de los laterales.

A continuación de cada cuneta, si la sección es en corte, y con inclinación adecuada al terreno, sigue el talud de corte; pero si la sección es en terraplén o relleno, sigue el talud de relleno, se inicia al borde de la berma correspondiente, dejando entre los dos

a veces, un espacio de unos 0,50 m donde se pueden colocar señales de tránsito o barandas.

El talud es el parámetro o superficie inclinada que limita lateralmente un corte o un relleno. Matemáticamente se representa como la tangente del ángulo que dicho paramento forma con la vertical. Los valores de los taludes deben seleccionarse cuidadosamente con el fin de que sean estables, evitando el peligro de derrumbes.

Gráfico No14- Esquema de taludes



Fuente. Autor

Bombeo es la pendiente transversal que se proporciona a la corona de la carretera para permitir que el agua que cae directamente, sobre esta, escurra hacia sus espaldones.

En las carreteras de dos carriles de circulación y en secciones en tangente es común que el bombeo de la capa de rodadura sea del 2% de pendiente y en los espaldones sea del 4%; en las secciones en curva, el bombeo se superpone con la sobrelevación necesaria, de manera que la pendiente transversal se desarrollará sin discontinuidades, desde el espaldón más elevado al más bajo

2.4.2.2.9 Estudios de suelos

En la medida en que el trazo del proyecto avanza, se irán realizando los estudios de la calidad de la subrasante sobre la que se asentará la pavimentación.

(http://www.mtc.gob.pe/portal/transportes/caminos_ferro/manual/Dise%C3%B1o%20Pavimentados%20BVT/3er.%20Informe%20Final.doc).

El espesor del pavimento dependerá en gran parte de la calidad de la subrasante, por lo que ésta debe cumplir con los requisitos de resistencia, incomprensibilidad e inmunidad a la expansión y contracción por efectos de la humedad.

(<http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/504/A6%20Dise%C3%B1o%20de%20Pavimentos%20R%C3%ADgidos.pdf?sequence=6>).

Se denomina suelo de fundación a la capa del suelo bajo la estructura del pavimento, preparada y compactada como fundación para el pavimento. Se trata del terreno natural o la última capa del relleno de la plataforma sobre la que se asienta el pavimento.

La metodología a seguir para la caracterización del suelo de fundación comprenderá básicamente una investigación de campo a lo largo de la vía, mediante la ejecución de pozos exploratorios (calicatas), con obtención de muestras representativas en número y cantidades suficientes para su posterior análisis en ensayos en laboratorio y, finalmente, con los datos obtenidos en ambas fases se pasará a la fase de oficina, para consignar en forma gráfica y escrita los resultados obtenidos (Ministerio de Transporte y Comunicaciones del Perú MTC, 2008).

Determinación de la humedad natural

“Es el peso del agua contenida en la muestra del suelo (libre, adsorbida, capital o higroscópica), expresada como porcentaje del peso de la misma muestra secada al horno a 110 °C, hasta que ella no registre variaciones en su peso” (Ministerio de Transporte y Obras Públicas MTOP, 2012)

Determinación de los Límites de Atterberg

Los límites de Atterberg o límites de consistencia se utilizan para caracterizar el comportamiento de los suelos finos.

(http://es.wikipedia.org/wiki/L%C3%ADmites_de_Atterberg).

Así, un suelo se encuentra en estado sólido, cuando está seco. Al agregársele agua poco a poco va pasando sucesivamente a los estados de semisólido, plástico, y finalmente líquido. Los contenidos de humedad en los puntos de transición de un estado al otro son los denominados límites de Atterberg.

Límite líquido (LL).- Es la frontera entre el estado semilíquido y plástico. El contenido de humedad del suelo debe expresarse como el porcentaje de agua, en relación con el peso de la muestra secada al horno. Su determinación es un procedimiento por el cual las coordenadas entre números de golpes de la Copa Casagrande versus el Contenido de humedad permite graficar en un papel semilogarítmico la Curva de fluidez o escurrimiento. El contenido de humedad que corresponde a la intersección de la curva de escurrimiento con la ordenada de 25 golpes, debe tomarse como el límite líquido del suelo.

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

Índice plástico.- Se calcula el índice plástico de un suelo cohesivo como la diferencia numérica entre su límite líquido y su límite plástico. Así: $I_p = LL - L_p$ (Juárez y Rico, 2005)

Clasificación de suelos

Esta clasificación es el indicador de las propiedades físico-mecánicas del suelo. La clasificación de la AASHTO M-145 es la que mejor se adapta a las propiedades de los suelos que van a utilizarse como subrasante.

Según la granulometría, existen las siguientes clases de suelos:

- Gravas: De un tamaño menor a 76.2 mm (3") hasta tamiz No.10 (2 mm)
- Arena gruesa: De un tamaño menor a 2 mm hasta tamiz No.40 (0.425 mm)
- Arena fina: De un tamaño menor a 0.425 mm hasta tamiz No.200 (0.075 mm)
- Limos y arcillas: Tamaños menores al tamiz No.200 (0.075 mm)

Según la AASHTO, un suelo fino es el que pasa más del 35% por el tamiz No.200. Cuando dos o más suelos se los considera finos y tienen granulometrías parecidas, la varianza que existe entre ellos son los Límites de Atterberg.

De lo anteriormente descrito, se llega a la conclusión que dentro de los suelos friccionantes, la granulometría es una propiedad fundamental puesto que a través de ésta se clasifican sus partículas, mientras que en los suelos cohesivos o finos los Límites de Atterberg son una propiedad característica de este grupo.

Compactación

Se define el término compactación de la siguiente manera: “Aumento de la densidad de un determinado suelo o capa del firme al comprimirlo empleando medios mecánicos” (Ministerio de Transporte y Obras Públicas MTOP, 2012).

Se establecen dos parámetros fundamentales en la compactación de los suelos y son: peso volumétrico o máxima densidad y el contenido de humedad óptima.

El Ensayo de Proctor Estándar AASHTO T-99 es el procedimiento por el cual se conseguía reproducir la misma compactación que las maquinarias habían conseguido en el campo. Con el transcurso del tiempo y el apareamiento de maquinarias más pesadas y eficaces para compactar, se debieron cambiar las especificaciones y apareció el Ensayo Proctor Modificado AASHTO T-180.

Determinación de CBR de la subrasante

El CBR (California Bearing Ratio) se obtiene como un porcentaje del esfuerzo requerido para hacer penetrar un pistón una profundidad de 0.1 pulgadas en una muestra de suelo y el esfuerzo requerido para hacer penetrar el mismo pistón, la misma profundidad de 0.1pulgadas, en una muestra patrón de piedra triturada (<http://noticias.espe.edu.ec/hfbonifaz/files/2012/09/ENSAYO-CBR.pdf>).

$$\text{CBR}(\%) = \frac{\text{ESFUERZO EN EL SUELO ENSAYADO}}{\text{ESFUERZO EN EL SUELO PATRÓN}}$$

La calidad de la subrasante depende de la capacidad portante que tenga el suelo, el siguiente cuadro clasifica las subrasante según el CBR que posean.

Cuadro No.12 Clasificación de subrasante según el valor de CBR

Clasificación	CBR diseño (%)
Subrasante muy pobre	< 3
Subrasante pobre	3 – 5
Subrasante regular	6 – 10
Subrasante buena	11 – 19
Subrasante muy buena	>20

Fuente: Ministerio de Transporte y Comunicaciones del Perú MTC, (2008)

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 capa freática alta (cercana al nivel de subrasante), el proyectista definirá las medidas de estabilización (cambio de material, adición de roca, terraplén, etc.), 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).

2.4.2.2.10 Pavimento

Un pavimento está constituido por un conjunto de capas superpuestas, relativamente horizontales, que se diseñan y construyen técnicamente con materiales apropiados y adecuadamente compactados. Estas estructuras estratificadas se apoyan sobre la subrasante de una vía obtenida por el movimiento de tierras en el proceso de exploración y que han de resistir adecuadamente los esfuerzos que las cargas repetidas del tránsito le transmiten durante el período para el cual fue diseñada la estructura del pavimento.

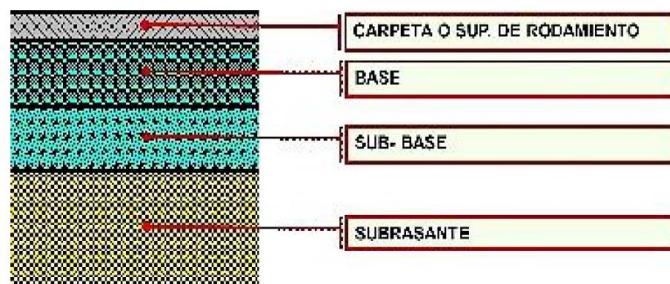
En el caso de volúmenes de tráfico intermedios o velocidades de diseño moderadas, para los cuales se contemplan pavimentos de tipo superficial bituminosos o superficiales de rodadura de grava, el ancho debe ser suficiente como para evitar el deterioro de dicha superficie por efecto de la repetición de las cargas de los vehículos sobre las mismas huellas. (Fuente: MTOP, 2003)

2.4.2.2.11 Pavimentos Flexibles

Este tipo de pavimentos están formados por una carpeta bituminosa apoyada generalmente sobre las capas no rígidas, la base y la subbase. No obstante puede prescindirse de cualquiera de estas capas dependiendo de las necesidades particulares de cada obra.

2.4.2.2.12 Estructura del pavimento flexible.

Gráfico No.15 Estructura de pavimentos



Fuente: Serment, (2012).

Terminología, función y características de cada una de las capas que conforman la estructura de un pavimento.

- **Suelo de fundación.-** “Es la capa del suelo bajo la estructura del pavimento, preparada y compactada como fundación para el pavimento. Se trata del terreno natural o la última capa del relleno de la plataforma sobre la que se asienta el pavimento” (Ministerio de Transporte y Comunicación del Perú MTC, 2008, p.109).

- **Subrasante.-** “Superficie superior de la obra básica, preparada como fundación de la estructura de pavimento y de los espaldones” (Ministerio de Transporte y Obras Públicas MTOP, 2012).

- **Capa de 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” (Ministerio de Transporte y Obras Públicas MTOP, 2012).

Con el propósito de cumplir con los objetivos:

- Sirve de capa de drenaje de la estructura del pavimento
- Controla y elimina los cambios de volumen, la elasticidad y la plasticidad que pueda tener el terreno de fundación.
- Controla la capilaridad del agua proveniente de niveles freáticos cercanos
- Este material necesariamente debe tener mayor capacidad de soporte que el terreno de fundación compactado.

- **Capa de base.-** “Capas (o capas), de espesor definido, de materiales sujetos a determinadas especificaciones, colocada sobre la sub-base o la subrasante para soportar las capas de superficie o rodadura” (Ministerio de Transporte y Obras Públicas MTOP, 2012).

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:

- Ser resistente a los cambios de humedad y temperatura
- No debe presentar cambios de volumen

- El porcentaje de desgaste en la máquina de los Ángeles debe ser menor al 40%.
- El valor del C.B.R. debe ser igual o mayor al 80% (MOP, 2002)

- **Capa de rodadura.**- “Capa superior de la calzada, de material especificado, designada para dar comodidad al tránsito. Debe tener características antideslizantes, ser impermeable y resistir a la abrasión que produce el tráfico y los efectos degradantes del clima. A veces se la llama Capa de desgaste”
(Ministerio de Transporte y Obras Públicas MTOP, 2012).

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 No.13 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:MOP, (2002)

➤ **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 No.14 Límites granulométricos para bases

Tamíz	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada				
	Clase 1		Clase 2	Clase 3	Clas 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: MOP, (2002)

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

Cuadro No.15 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				

Fuente: MOP, (2002)

2.4.2.2.13 Sistema de drenaje

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

- Desalojar rápidamente el agua de lluvia que cae sobre la calzada;
- Controlar el nivel freático;
- Interceptar al agua que superficial o subterráneamente escurre hacia la carretera; y,
- 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 (MOP, 2003).

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.

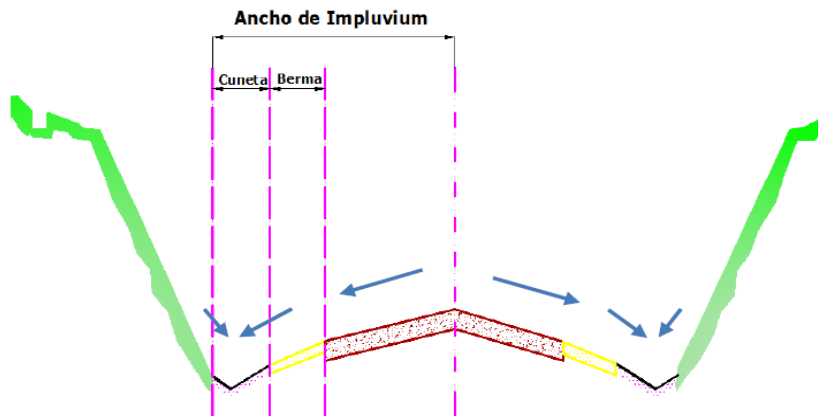
2.4.2.2.14 Cunetas

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

Localización, pendiente y velocidad

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.

Gráfico No.16 Área de drenaje de una cuneta

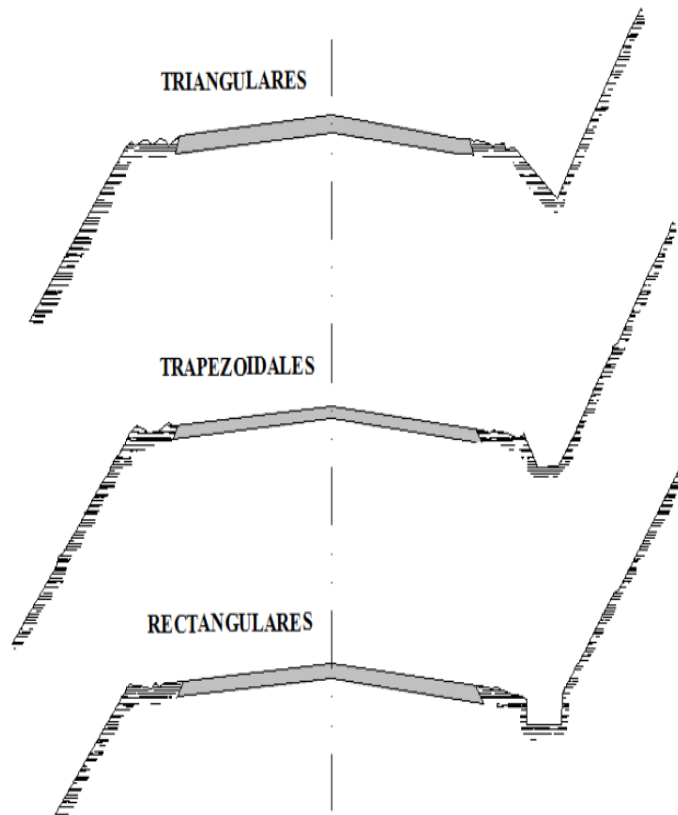


Fuente: Benavides y Lugmaña, (2012)

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 ó trapezoidales.

Gráfico No.17 Secciones típicas de cunetas

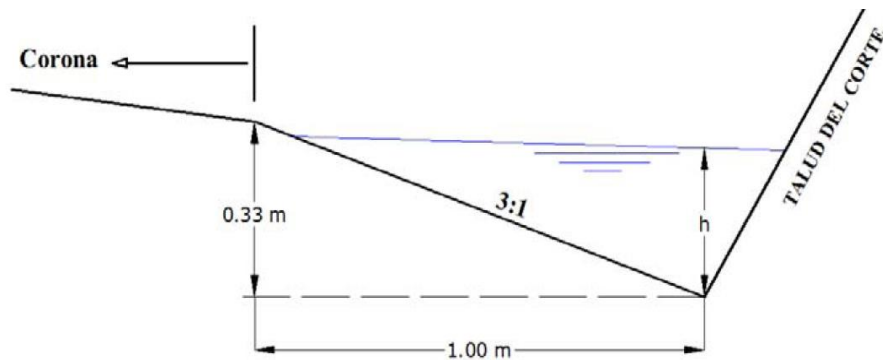


Fuente: MOP,(2003)

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 trapecial 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 No.18 Dimensiones típicas de cunetas triangulares



Fuente: MOP,(2003)

2.4.2.2.15 Drenaje transversal

Alcantarillas

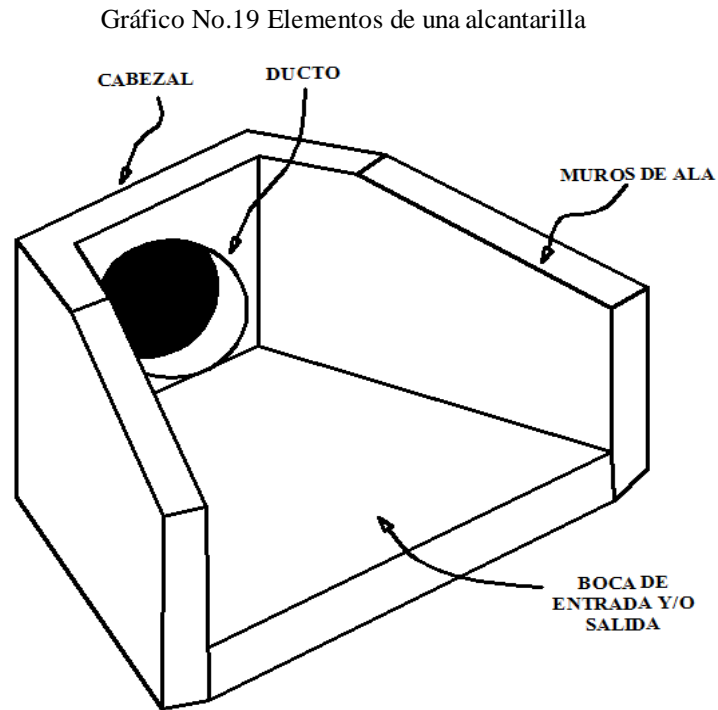
El diseño de alcantarillas deberá realizarse en función de las características de la cuenca hidráulica a ser drenada y de la carretera a la que prestará servicio. Como los sistemas de drenaje inciden en los costos de conservación y mantenimiento de las carreteras, es necesaria que las alcantarillas sean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

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 ó para coleccionar 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

condiciones del escurrimiento y eviten la erosión regresiva debajo de la estructura (MOP, 2003)

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



Fuente: MOP,(2003)

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

- Circulares,
- Rectangulares,
- De arco,
- Bóvedas ó de ductos múltiples

(<http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/6129/5/TESIS%20 COMPLETA.docx>).

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.

Preparación de base

Las alcantarillas o estructuras corrugadas deben ser colocadas en un lecho uniforme, homogéneo, estable y resistente, acomodándose a la forma de la estructura.

Los suelos demasiado blandos o los lechos de material duro o rocoso no proporcionan un adecuado soporte y estos deben sustituirse con material granular que garantice un soporte uniforme y continuo.

La base o el lecho conformado debe cubrirse con un manto uniforme de material suelto, de espesor suficiente para permitir que las corrugaciones se llenen con este material.

En el caso de instalaciones en zanjas el ancho de éstas deben ser el mínimo posible pero suficiente para permitir la compactación debajo de las esquinas inferiores. Las zanjas anchas requieren mayor excavación, más relleno y tienden además a aumentar la carga sobre las estructura.

Las paredes laterales de la zanjas deben ser verticales como sea posibles, por lo menos hasta una altura superior al punto más alto de la estructura.

Emplazamiento sobre terreno inestable.

Si el material base es inconsistente, la alcantarilla o estructura deberá colocarse sobre un material granular compactado en una capa de espesor suficiente (mínimo 30 cm) que asegure una distribución uniforme de la presión sobre el fondo.

Emplazamiento sobre terreno suave.

En este caso se deberá estabilizar el suelo “suave” o lodos con grava o piedras de mediano o gran tamaño. A continuación se presenta las alturas recomendadas dependiendo del tipo de suelo.

Tipo de suelo (Capacidad portante)	Espesor de mejoramiento (cm)
Buena	0
Baja	20-40
Muy baja	40-60
Casos especiales	Empalizada o geotextil

Relleno

Es el proceso más importante para un buen funcionamiento de la estructuras de acero corrugado. La selección del material y su compactación adecuadas, garantizan el óptimo comportamiento estructural de la solución.

Selección de material

El material de relleno debe ser preferentemente granular, bien graduado, con tamaño máximo de 7 cm. No se debe usar materiales con un alto porcentaje de finos, porque podrían afectar las características mecánicas y de compactación del material, especialmente en el caso en que se encuentre un nivel freático alto.

Compactación

Las alcantarillas y estructura deben su resistencia a la interacción con el material de relleno circundante, es por esto evidente la importancia que se debe tener en el proceso de relleno y compactación.

No se debe arrojar el material de relleno desde alturas muy grandes porque puede producir cargas de impacto sobre la estructura.

2.5 HIPÓTESIS

Optimizar el diseño geométrico y el diseño de pavimento de la vía que comunica a las comunas Chaupiloma, San Juan de Rumipungo, Cardo Santo, Huapante Grande perteneciente al cantón Píllaro, provincia de Tungurahua como estudio predominante para mejorar la calidad de vida de sus habitantes.

2.6 SEÑALAMIENTO DE VARIABLES

2.6.1 Variable Independiente

El diseño geométrico y el diseño de pavimento de la vía que comunica a las comunas Chaupiloma, San Juan de Rumipungo, Cardo Santo y Huapante Grande.

2.6.2 Variable Dependiente

La calidad de vida de los habitantes.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 ENFOQUE

La presente investigación tiene un enfoque cualitativo y cuantitativo; cualitativo ya que se observarán y se analizarán las condiciones actuales de la vía así como la situación socio – cultural en la que se encuentran las poblaciones de este cantón, y, cuantitativo porque la información recopilada será debidamente controlada, analizada y tabulada para su utilización.

3.2 MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN

3.2.1 Investigación de campo

Mediante la visita al lugar del proyecto de investigación, se tomarán datos de ubicación, geometría actual de la vía, recolección de muestras y así lograr la conformación de un inventario vial que facilite el proceso de investigación.

3.2.2 Investigación bibliográfica

Esta investigación tiene como propósito principal conocer y deducir los diferentes enfoques, teorías, y conceptos de diversos autores sobre el problema, las respectivas consultas se realizarán en las bibliotecas y en internet según el tipo de necesidad.

3.2.3 Investigación experimental

Para un estudio que implique el diseño de vías se debe realizar varios estudios, de los cuales el que asume más importancia es el estudio de suelos el mismo que se le aplicará mediante cualquiera de los procedimientos existentes.

Este estudio conlleva a la obtención de muestras para su ensayo en laboratorios con el único objetivo la determinación del CBR.

3.3 NIVEL O TIPO DE LA INVESTIGACIÓN

3.3.1 Nivel exploratorio

Este nivel investigativo se emplea al inicio de cualquier proceso científico, mediante esta información se observará la forma de ayudar con este proyecto a los habitantes ya que nos ayuda a tener un conocimiento general o aproximado a la realidad.

3.3.2 Nivel descriptivo

También se la denomina investigación estadística ya que describe datos y características de la población así como los fenómenos en estudio. La investigación descriptiva responde a las preguntas: qué, quién, dónde, cuándo, porqué, y cómo.

3.3.3 Nivel explicativo

Es caracterizado por centrarse en buscar las causas, motivos o circunstancias por las que se produce el fenómeno esto se logra mediante encuestas y ensayos con la única finalidad de establecer las relaciones causa – efecto de la misma.

3.3.4 Asociación de variables

En este nivel de investigación se clasificará los elementos, estructuras y modelos de comportamientos en base ciertos criterios.

3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA

3.4.1 Población

Los últimos censos realizados en el país lograron determinar un alto porcentaje de crecimiento poblacional dando a conocer que la parroquia de San Andrés tiene una población de 11200 habitantes. (Fuente: Censo Ecuatoriano 2011)

3.4.2 Muestra

De acuerdo al último censo realizado en las camunas de Chaupiloma, San Juan de Rumipungo y Cardo Santo los habitantes del sector son 1920.

Con los datos exactos, se procede a realizar el cálculo de la muestra de la siguiente manera:

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

Donde:

n= Tamaño de la muestra

E= Error de muestreo (5%)

N= Población o universo

DATOS

N=1920 habitantes

E= 5 %

$$n = \frac{1920}{0,05^2(1920 - 1) + 1}$$

$$n = 331 \text{ hab}$$

La muestra que se tomará para la presente investigación será de 331 habitantes.

3.5 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

3.5.1 Variable independiente

Tabla No.- 16 Operacionalización de Variable Independiente

CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍTEMS BÁSICOS	TÉCNICAS INSTRUMENTALES
El diseño es un proceso para la elaboración del pavimento con sus respectivas características y condiciones que garanticen mejorar la vida de los habitantes.	Diseño Geométrico	Perfil Horizontal Perfil Vertical	¿Cuál es el diseño geométrico de la vía?	Estación Total GPS Cinta
	Diseño del Pavimento	Subbase, Base, Capa de Rodadura	¿Cuál es el diseño del Pavimento?	Normas ASSHTO Muestras de Suelo Ensayos de Suelo
	Diseño del Sistema de Drenaje	Cunetas Alcantarillas	¿Cuál es el Sistema de Drenaje?	Normas MTOP Normas INEN Normas MIDUVI

Fuente: Autor

3.5.2 Variable Dependiente

Calidad de vida de los habitantes

Tabla No.- 17 Operacionalización de Variable Dependiente

CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍTEMS BÁSICOS	TÉCNICAS INSTRUMENTALES
La calidad de vida se conceptúa en el desarrollo económico y social para el bienestar de cada una de las personas.	Economía	Agricultura Ganadería Comercio	¿Cuál es la Economía?	Encuestas Entrevista
	Social	Vivienda Educación Salud	¿Cuál es el desarrollo Social?	Encuestas Entrevista

Fuente: Autor

3.6. PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Tabla No.- 18 Plan de recolección de datos

INTERROGANTES	RESPUESTAS
1. ¿Para qué?	Para mejorar la calidad de vida de los habitantes de los sectores Chaupiloma, San Juan de Rumipungo, Cardo Santo y Huapante Grande del cantón Pillaro.
2. ¿A quiénes?	Habitantes de los sectores Chaupiloma, San Juan de Rumipungo, Cardo Santo y Huapante Grande del cantón Pillaro, Provincia de Tungurahua.
3. ¿Quién?	El Investigador: Egdo. Orlando Vladimir Moreta Yauli
4. ¿Cuándo?	Marzo – Febrero 2016
5. ¿Dónde?	En el tramo de la vía que une los sectores de Chaupiloma, San Juan de Rumipungo, Cardo Santo y Huapante Grande del cantón Pillaro, Provincia de Tungurahua.
6. ¿Qué Técnicas?	Encuesta Entrevista
7. ¿Cómo?	Cuestionario Lista de cotejo Fichas Ficha de campo

Fuente: Autor

3.7 PLAN DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

3.7.1 Procesamiento de la información

Para el presente trabajo de investigación la recolección de datos se realizará mediante encuestas las mismas que deben ser realizadas mediante ciertos parámetros y un listado de preguntas concretas y precisas.

3.7.2 Análisis e interpretación de datos

Cuando se obtenga la información necesaria, ésta entrará en un proceso de tabulación es decir se tomará encuestas, entrevistas, etc. y se agrupará las respuestas con la única finalidad de tener valores numéricos y representados por tablas para una mejor comprensión de datos.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

4.1.1 Análisis de los resultados de las encuestas

La encuesta fue aplicada a una muestra de 200 habitantes, y denota el criterio de los moradores con respecto a las condiciones actuales de la vía, determinando que:

Pregunta No. 1

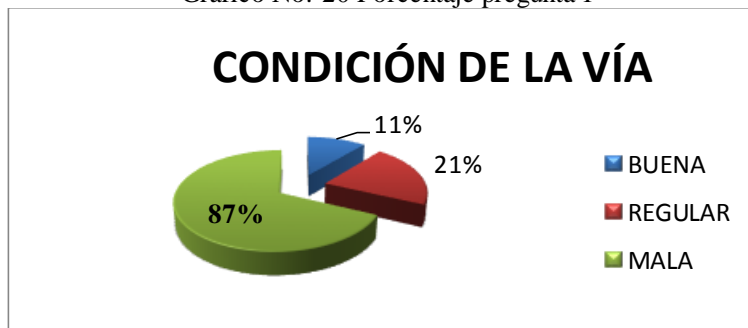
¿Cómo considera usted la condición actual de la vía?

Tabla No.- 19 Datos pregunta 1

RESPUESTAS	No. De Habitantes Encuestados	Porcentaje Estadístico
Buena	2	1%
Regular	24	12 %
Mala	174	87 %
TOTAL	200	100%

Fuente: Autor

Gráfico No.-20 Porcentaje pregunta 1



Fuente: Autor

Conclusión:

El 87% de la población encuestada piensa que la vía se encuentra en muy mala condición, un 21% piensa que por la vía antes mencionada si se puede transitar y un 11% cree que la vía es aceptable para su uso.

Pregunta No. 2

¿Considera usted necesaria el mejoramiento de vía?

Tabla No.- 20 Datos pregunta 2

RESPUESTAS	No. De Habitantes Encuestados	Porcentaje Estadístico
Si	154	77 %
No	46	23 %
TOTAL	200	100 %

Fuente: Autor

Gráfico No.-21 Porcentaje pregunta 2



Fuente: Autor

Conclusión:

El 77 % creen que por mal estado de la vía esto origina que exista una mala comercialización de productos de la zona mientras que el 23 % consideran que la causa de este problema se origina por otras circunstancias.

Pregunta No. 3

¿Considera usted que el desarrollo socio-económico de la zona sería favorecido con el mejoramiento de la vía?

Tabla No.- 21 Datos pregunta 3

RESPUESTAS	No. De Habitantes Encuestados	Porcentaje Estadístico
Si	190	95 %
No	10	5 %
TOTAL	200	100 %

Fuente: Autor

Gráfico No.- 22 Porcentaje pregunta 3



Fuente: Autor

Conclusión:

El 95 % de la población encuestada está de acuerdo que el desarrollo socio-económico será influenciada de manera beneficiosa mediante el mejoramiento vial y el 5 % consideran no está de acuerdo con este tema.

Pregunta No. 4

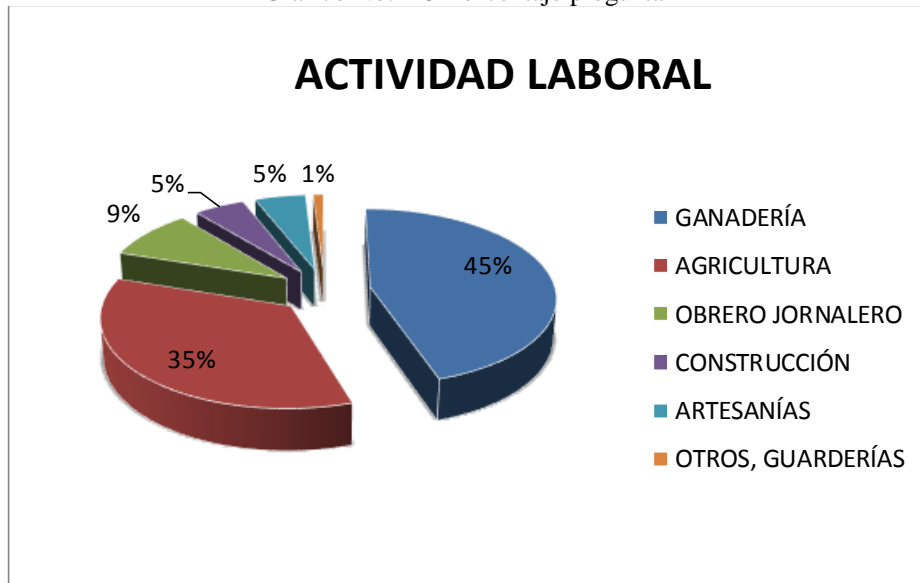
¿A qué actividad laboral se dedica?

Tabla No.- 22 Datos pregunta 4

RESPUESTAS	No. De Habitantes Encuestados	Porcentaje Estadístico
GANADERÍA	90	45 %
AGRICULTURA	70	35 %
OBRERO JORNALERO	18	9 %
CONSTRUCCIÓN	10	5 %
ARTESANÍAS	10	5 %
OTROS, GUARDERÍAS	2	1 %
TOTAL	200	100 %

Fuente: Autor

Gráfico No.- 23 Porcentaje pregunta 4



Fuente: Autor

Conclusión:

El 45 % de los encuestados tienen la ganadería como la mayor actividad laboral seguida de cerca por el 35 % que se dedica a la agricultura dejando el 20 % de los encuestados que se dedican a otras actividades.

Pregunta No. 5

¿Cómo considera usted la comercialización de productos?

Tabla No.- 23 Datos pregunta 5

RESPUESTAS	No. De Habitantes Encuestados	Porcentaje Estadístico
BUENA	22	11 %
REGULAR	42	21 %
MALA	136	68 %
TOTAL	200	100 %

Fuente: Autor

Gráfico No.-24 Porcentaje pregunta 5



Fuente: Autor

Conclusión:

El 68 % de los encuestados afirman que la comercialización de los productos en esta zona es de muy baja calidad debido a la calidad del transporte, un 21% piensa que es regular la comercialización y un 11% piensa que es buena.

Pregunta No. 6

¿En época de invierno el sendero antes mencionado presente dificultades para transitar por él?

Tabla No.- 24 Datos pregunta 6

RESPUESTAS	No. De Habitantes Encuestados	Porcentaje Estadístico
Si	188	94 %
No	12	6 %
TOTAL	200	100 %

Fuente: Autor

Gráfico No.-25 Porcentaje pregunta 6



Fuente: Autor

Conclusión:

El 94 % creen que en época de invierno el sendero antes mencionado presente dificultades para transitar por él y un 6 % restante no considera que afecte este percance para circular.

4.1.2 Análisis de los resultados del estudio topográfico

La vía actual empieza en el K 0+000 en la comuna de Chaupiloma y termina en el K 5+940 en la entrada de Huapante Grande. La topografía que se presenta a lo largo de la vía del proyecto es de tipo ondulado con ciertos tramos de terreno montañoso, con una pendiente promedio que oscila alrededor del 2% y una pendiente máxima del 11,69%, en los tramos montañosos. Mientras se llevó a cabo el levantamiento topográfico permitió distinguir todas las características físicas del proyecto tales como los pasos de agua que existen a lo largo de la vía y el caudal que éstos poseen, los puntos de paso obligado y las características de los suelos.

4.1.3 Análisis de los resultados del estudio de tráfico

El proyecto vial se diseñó en base a datos reales del tránsito que circularán en ambas direcciones, el conteo se realizó durante 12 horas por 7 días continuos, como se detalla en los anexos, la estación de conteo estuvo ubicada en Simón Bolívar, mediante el cual se aprecia que existe un gran número de vehículos livianos y un volumen mínimo de vehículos pesados que serán considerados durante el diseño.

El conteo vehicular se llevó a cabo con intervalos de 15 minutos para determinar la hora pico estableciendo los siguientes volúmenes vehiculares.

4.1.3.1 Determinación del tránsito promedio diario (TPDA)

La vía actualmente empieza en el Km 0+000 en la comuna de Huapanta Grande y termina en el Km 5+940 en la comuna de Chaupiloma. La topografía que se presenta a lo largo de la vía del proyecto es de tipo ondulado con ciertos tramos de terreno montañoso. Mientras se llevó a cabo el levantamiento topográfico permitió distinguir todas las características físicas del proyecto tales como los pasos de agua que existen a lo largo de la vía.

El actual proyecto vial se diseñó en base de datos reales del tránsito que circularán en ambas direcciones

a) Determinación de la Hora Pico

Tabla No. – 25 Volumen vehicular durante la hora pico

Hora	Livianos	Buses	Camiones 2-ejes	Camiones 3-ejes	ΣDe los cuartos de hora
12:15 – 12:30	6	0	0	0	6
12:30 – 12:45	5	0	0	1	6
12:45 – 13:00	4	0	0	0	4
13:00 – 13:15	6	0	1	0	7
SumatoriaΣ	21	0	1	1	23

Fuente: Autor

b) Cálculo del Tráfico Actual

Por tratarse de una vía rural el porcentaje de TPDA aplicado para este método es del 15%. Por lo tanto obtenemos:

$$23 \text{ vehículos} \rightarrow 15\%$$

$$\text{TPDA} \rightarrow 100\%$$

$$\text{TPDA} = 154 \text{ vehículos/día}$$

TPDA para vehículos únicamente livianos:

$$21 \text{ vehículos} \rightarrow 15\%$$

$$\text{TPDA} \rightarrow 100\%$$

$$\text{TPDA} = 140 \text{ vehículos/día}$$

TPDA para vehículos para camiones:

$$2 \text{ vehículos} \rightarrow 15\%$$

$$\text{TPDA} \rightarrow 100\%$$

$$\text{TPDA} = 14 \text{ vehículos/día}$$

Tráfico actual

Livianos: 140 vehículos/día → (Obtenido de cálculo de TPDA)

Camiones: 14 vehículos/día → (Obtenido de cálculo de TPDA)

c) Cálculo del TPDA para 1 año

Tráfico generado es:

Para vehículos livianos:

TPDA Generado: 20% TPDA (1año)

TPDA Generado: 20% TPDA (140)

TPDA Generado: 27 vehículo/día

Para camiones:

TPDA Generado: 20% TPDA (1año)

TPDA Generado: 20% TPDA (14)

TPDA Generado: 4 vehículo/día

d) Cálculo del Tráfico Atraído

Para vehículos livianos:

TPDA Atraído: 10% TPDA (1año)

TPDA Atraído: 10% TPDA (140)

TPDA Atraído: 14 vehículo/día

Para camiones:

TPDA Atraído: 10% TPDA (1año)

TPDA Atraído: 10% TPDA (14)

TPDA Atraído: 2 vehículo/día

e) Cálculo del Tráfico Desarrollado

Para vehículos livianos:

TPDA Desarrollado: 5% TPDA (1año)

TPDA Desarrollado: 5% TPDA (140)

TPDA Desarrollado: 6 vehículo/día

Para camiones:

TPDA Desarrollado 5% TPDA (1año)

TPDA Desarrollado: 5% TPDA (14)

TPDA Desarrollado: 2 vehículo/día

Tabla N.- 26 Resumen TPDA

Tipo	Conteo (hora pico)	TPDA (1 año)	TPDA generado (20%)	TPDA atraído (10%)	TPDA desarrollado (5%)	TPDA total
Livianos	21	140	27	14	6	208
Buses	0	0	0	0	0	0
2 Ejes	1	7	2	1	1	12
3 Ejes	1	7	2	1	1	12
4 Ejes	0	0	0	0	0	0
5 Ejes	0	0	0	0	0	0
TOTAL	23	154	31	16	8	232

Fuente: El Autor

Tabla N.- 27 Tasas de crecimiento del parque automotor

% Crecimiento		
Autos	Buses	Camiones
3,25	1,62	1,58

Fuente: Normas para el diseño geométrico de carreteras MTOP-2003

Tabla N.- 28 Tránsito Proyectado (W18)

AÑO	% Crecimiento			TRANSITO PROMEDIO DIARIO				W18 ACUMULADO	W18 CARRIL DE DISEÑO
	Livianos	Camiones	Buses	TPDA total	Livianos	Camiones	Buses		
2015	4,47%	2,18%	2,22%	154	140	14	0	6592	3296
2016	3,97%	1,94%	1,97%	160	146	14	0	13184	6592
2017	3,97%	1,94%	1,97%	166	151	15	0	19776	9888
2018	3,97%	1,94%	1,97%	172	157	15	0	26368	13184
2019	3,97%	1,94%	1,97%	179	164	15	0	32960	16480
2020	3,97%	1,94%	1,97%	185	170	15	0	39551	19776
2021	3,57%	1,74%	1,78%	188	173	16	0	46143	23072
2022	3,57%	1,74%	1,78%	195	179	16	0	52735	26368
2023	3,57%	1,74%	1,78%	201	185	16	0	59327	29664
2024	3,57%	1,74%	1,78%	208	192	16	0	65919	32960
2025	3,57%	1,74%	1,78%	215	199	17	0	72511	36255
2026	3,25%	1,58%	1,62%	216	199	17	0	79103	39551
2027	3,25%	1,58%	1,62%	222	205	17	0	86695	42847
2028	3,25%	1,58%	1,62%	229	212	17	0	92287	46143
2029	3,25%	1,58%	1,62%	237	219	17	0	98879	49439
2030	3,25%	1,58%	1,62%	244	226	18	0	105470	52735
2031	3,25%	1,58%	1,62%	252	234	18	0	112062	56031
2032	3,25%	1,58%	1,62%	259	241	18	0	118654	59327
2033	3,25%	1,58%	1,62%	268	249	19	0	125246	62623
2034	3,25%	1,58%	1,62%	276	257	19	0	131838	65919
2035	3,25%	1,58%	1,62%	285	265	19	0	138430	69215

Fuente: Autor

f) Cálculo del Tráfico Futuro

De acuerdo a estas tasas de crecimiento, realizamos la proyección del tráfico para 20 años de servicio del pavimento:

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

Dónde:

T_p: Tráfico proyectado

T_a: Tráfico actual

i: índice de crecimiento

Aplicando la fórmula antes mencionada para un periodo de 10 años:

Vehículos livianos (2025)

Ta=140 vehículos

i= 3,25%

$$T_p = 140 * (1 + 0,0357)^{10}$$

$$\mathbf{T_p = 199 \text{ vehículos/día}}$$

Camiones (2025)

Ta=14 vehículos

i= 1,58%

$$T_p = 14 * (1 + 0,0158)^{10}$$

$$\mathbf{T_p = 17 \text{ vehículos/día}}$$

4.1.4 Análisis de los resultados del estudio de suelos

El estudio de suelos es uno de los parámetros fundamentales en el desarrollo del proyecto, para llevar a cabo esta actividad, se realizó el reconocimiento preliminar de la vía para determinar las condiciones generales del suelo y ubicar el sitio de cada perforación, con el fin de tomar muestras para hacer los ensayos. Para la toma de muestras se realizó calicatas, que consiste en la perforación manual de pozos a cielo abierto.

Se tomó siete muestras en los: Km 0+000, Km 1+000, Km 2+000, Km 3+000, Km 4+000, Km 5+000, Km 5+940, las mismas se llevaron al laboratorio especializado para realizar los ensayos. Los resultados de los estudios de suelos se presentan en los anexos.

4.1.4.1 Determinación del CBR para el diseño vial

➤ Límites de Atterberg

Tabla No.- 29 Límites Atterberg

Muestra	Límite Líquido	Límite Plástico	Índice Plástico
Km 0+000	24,50	-	-
Km 1+000	25,70	24,78	0,92
Km 2+000	35,50	30,40	5,10
Km 3+000	35,80	30,51	5,29
Km 4+000	36,40	31,56	4,84
Km 5+000	38,50	29,94	8,56
Km 5+940	38,30	29,48	8,82

Fuente: Autor

➤ Compactación

Tabla No.- 30 Resultados de compactación

Muestras	$\gamma_{\text{máx}}$	ω óptimo
Km 0+000	1,600	18,2
Km 1+000	1,600	18,8
Km 2+000	1,483	24,2
Km 3+000	1,500	25,2
Km 4+000	1,511	24,6
Km 5+000	1,525	20,4
Km 5+940	1,520	21,2

Fuente: Autor

➤ **Resultados CBR**

Tabla No.- 31 Resultados CBR

Resumen de CBR	
ABSCISA	CBR (%)
Km 0+000	12,8
Km 1+000	13,2
Km 2+000	13,1
Km 3+000	14,2
Km 4+000	12,0
Km 5+000	9,7
Km 5+940	9,0

Fuente: Autor

➤ **CBR de diseño**

Cuadro N.- 32 Valor de resistencia de diseño

Números 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)

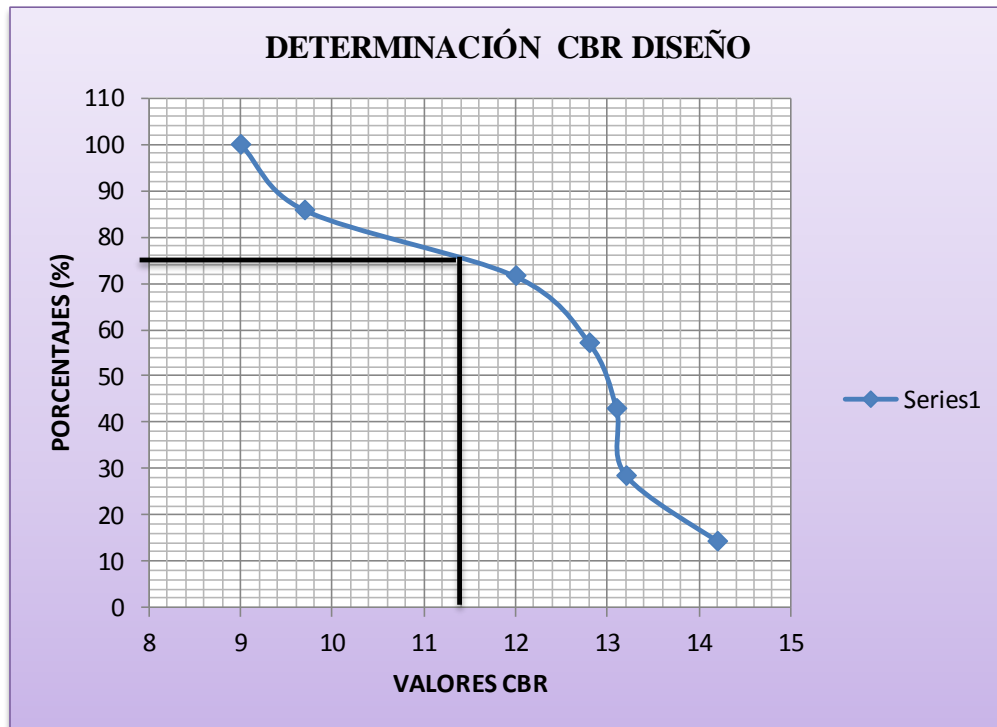
Cuadro N.- 33 CBR en sitio

ORDEN	CBR	PORCENTAJE (%)
Km 5+940	9,00	100
Km 5+000	9,70	85,71
Km 4+000	12,0	71,43
Km 0+000	12,8	57,14
Km 2+000	13,1	42,86
Km 1+000	13,2	28,57
Km 3+000	14,2	14,29

Fuente: Ensayos de CBR - El Autor

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.

Gráfico No.- 26 CBR de diseño



Fuente: El Autor

4.2 INTERPRETACIÓN DE DATOS

4.2.1 Interpretación de los datos de la encuesta

Tabla No. – 34 Interpretación datos de la encuesta

Preg. No.	DESCRIPCIÓN	CONCLUSIÓN
1	¿Cómo considera usted la condición actual de la vía?	El 87% de la población encuestada piensa que la vía se encuentra en muy mala condición, un 21% piensa que por la vía antes mencionada si se puede transitar y un 11% cree que la vía es aceptable para su uso.
2	¿Cree usted que el mal estado de la vía influye en la comercialización de productos de la zona?	El 77 % creen que por mal estado de la vía esto origina que exista una mala comercialización de productos de la zona mientras que el 23 % consideran que la causa de este problema se origina por otras circunstancias.
3	¿Considera usted que el desarrollo socio-económico de la zona sería favorecido con el mejoramiento de la vía?	El 95 % de la población encuestada está de acuerdo que el desarrollo socio-económico será influenciada de manera beneficiosa mediante el mejoramiento vial y el 5 % consideran no está de acuerdo con este tema.
4	¿A qué actividad laboral se dedica?	El 45 % de los encuestados tienen la ganadería como la mayor actividad laboral seguida de cerca por el 35 % que se dedica a la agricultura dejando el 20 % de los encuestados que se dedican a otras actividades.
5	¿Cómo considera usted la comercialización de productos?	El 68 % de los encuestados afirman que la comercialización de los productos en esta zona es de muy baja calidad debido a la calidad del transporte, un 21% piensa que es regular la comercialización y un 11% piensa que es buena.
6	¿En época de invierno el sendero por el que transita le presenta dificultades para transitar por él?	El 94 % creen que en época de invierno el sendero antes mencionado presente dificultades para transitar por él y un 6 % restante no considera que afecte este percance para circular.

Fuente: Autor

4.2.2 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. La superficie se realizó con curvas de nivel tipo índice y las intermedias, las primeras distanciadas cada 5 metros y las segundas cada metro para apreciar de mejor manera la topografía del proyecto.

4.2.3 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.

Tabla No.- 35 Clasificación de las carreteras en función del tráfico

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 para el diseño geométrico de carreteras MTOP-2003

4.2.4 Interpretación de los datos del estudio de suelos

El CBR de diseño es igual a 11,4 correspondiente al percentil 75 de acuerdo al número de ejes equivalentes.

Cuadro N.- 36 Calificación del suelo según su CBR

CBR	Calificación	
0 – 5	Muy mala	Subrasante
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: AASHTO (1993)

4.3 VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS

Para la verificación de la hipótesis se utilizó la prueba estadística del X^2 de Pearson o también llamado Prueba de chi-cuadrado de Pearson, el 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. A continuación se presenta el procedimiento de esta prueba:

4.3.1 Formulación de hipótesis

Hipótesis Nula (Ho).- Es aquella construida para anular o refutar, con el objetivo de apoyar una hipótesis alternativa. Cuando se utiliza, la hipótesis nula se presume verdadera hasta que una prueba estadística en la forma de una prueba empírica de la hipótesis indique lo contrario. Si la hipótesis nula no es rechazada, esto no quiere decir que sea verdadera.

Ho: El diseño geométrico y el diseño de la estructura del pavimento de la vía Chaupiloma – Huapante Grande, parroquia San Andrés, cantón Pillaro, provincia Tungurahua, no mejorará la calidad de vida de los pobladores.

Hipótesis Alternativa (Ha).- Son posibilidades alternativas ante las hipótesis de investigación y nula. Ofrecen otra descripción, explicaciones distintas a las que proporcionan los ya mencionados tipos de hipótesis, estas sólo pueden formularse cuando efectivamente hay otras posibilidades adicionales a las hipótesis de investigación y nula.

Ha: El diseño geométrico y el diseño de la estructura del pavimento de la vía Chaupiloma – Huapante Grande, parroquia San Andrés, cantón Pillaro, provincia Tungurahua, mejorará la calidad de vida de los pobladores.

4.3.2 Cálculo del chi-cuadrado X^2 prueba

La fórmula de la prueba es: $X_{\text{calc}}^2 = \sum \frac{(f_o - f_e)^2}{f_e}$

Donde:

f_o = frecuencia del valor observado

f_e = frecuencia del valor esperado

✓ **Elaboración de las tablas de contingencia**

Se elabora la tabla de contingencia con las frecuencias observadas, se emplean para registrar y analizar la relación entre dos preguntas, habitualmente de naturaleza cualitativa de la encuesta realizada a la muestra de la población.

Las preguntas escogidas fueron:

Pregunta No. 1: ¿Cómo considera usted la condición actual de la vía?

Pregunta No. 5: ¿Cómo considera usted la comercialización de productos?

Cuadro No.- 37 Frecuencias observadas

P1 \ P5	Mala	Regular	Buena	Total
Buena	15	7	0	22
Regular	39	2	1	42
Mala	120	15	1	136
Total	174	24	2	200

Fuente: Autor

Las frecuencias teóricas o esperadas se obtienen de la siguiente manera:

$$\frac{\text{Total de columna para dicha celda} * \text{Total de fila para dicha celda}}{\text{Suma total de frecuencias observadas}} = \frac{22 * 174}{200}$$

Cuadro No.- 38 Frecuencias esperadas

P1 \ P5	Mala	Regular	Buena	Total
Buena	19	3	0,2	22
Regular	37	5	0,4	42
Mala	118	16	1,4	136
Total	174	24	2	200

Fuente: Autor

Aplicando la fórmula de Chi-cuadrado se obtiene:

Cuadro No.- 39 Chi-cuadrado

fo	fe	(fo-fe) ²	
15	15,62	0,38	0,02
7	4,4	6,76	1,54
0	1,98	3,92	1,98
39	36,92	4,33	0,12
2	10,4	70,56	6,78
1	4,68	13,54	2,89
120	89,46	932,69	10,43
15	25,2	104,04	4,13
1	11,34	106,92	9,43
		X²	37,32

Fuente: Autor

✓ **Cálculo de grados de libertad (gl):**

Se calcula de la siguiente manera: $(r-1)*(k-1)$

Donde:

r= es el número de filas

k= es el número de columnas

$$gl=(3-1)*(3-1)=4$$

✓ **Nivel de significación (α)**

Este parámetro es el complemento del nivel de confianza, es decir si queremos que la prueba posea un nivel de confianza del 95%, por lo tanto el nivel de significación (α) será de 5%.

✓ **Obtener el valor crítico o chi tabulado**

Con los grados de libertad y el nivel de significancia se obtiene el valor X_t en la tabla de distribución Chi cuadrado. Es así que:

$$X_t=9,488$$

Cuadro No.- 40 Tabla de distribución de Chi- cuadrado

Grados de Libertad	Probabilidad de un valor superior				
	0,1	0,05	0,025	0,01	0,005
1	2,71	3,84	5,02	6,63	7,88
2	4,61	5,99	7,38	9,21	10,60
3	6,25	7,81	9,35	11,34	12,84
4	7,78	9,49	11,14	13,28	14,86
5	9,24	11,07	12,83	15,09	16,75
6	10,64	12,59	14,45	16,81	18,55
7	12,02	14,07	16,01	18,48	20,28
8	13,36	15,51	17,53	20,09	21,95
9	14,68	16,92	19,02	21,67	23,59
10	15,99	18,31	20,48	23,21	25,19

Fuente: <http://www.slideshare.net/pilosofando/tabla-chi-cuadrado-16923626>

✓ **Comparación entre el chi-cuadrado calculado y el valor crítico**

X^2 = chi-cuadrado calculado

X_{t^2} = chi-cuadrado tabulado

$$X^2 > X_{t^2}$$

Si el valor estadístico de prueba X^2 es mayor que el tabulado X_{t^2} la hipótesis nula (H_0) es rechazado, caso contrario, H_a es rechazada.

Del proyecto se obtuvo los siguientes valores:

$$X^2 = 37,32 \quad X_{t^2} = 9,49$$

$$X^2 > X_{t^2}$$

El valor estadístico de prueba X^2 es mayor que el tabular X_{t^2} , es así que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa o de investigación.

H_a : El diseño geométrico y el diseño de la estructura del pavimento de la vía Chaupiloma – Huapante Grande, parroquia San Andrés, cantón Pillaro, provincia Tungurahua, mejorará la calidad de vida de los pobladores.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- Las vías centrales de la parroquia de San Andrés se encuentran actualmente en un estado deplorable que repercute en el desarrollo socio-económico de la parroquia.
- El diseño de nuevas vías mejorarán la comercialización de productos cultivados en el sector, siempre y cuando exista un estudio vial de calidad.
- Del estudio de tráfico se obtuvo un tránsito proyectado de 232 vehículos al final del periodo de diseño, 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
- El radio mínimo para curvas horizontales según las normativas del MOP es de 30 m.
- La distancia de parada es de 35 m y la distancia de rebasamiento es de 150 m, establecido según la normativa del MOP.
- Del estudio de suelos del terreno de fundación se obtuvo una capacidad portante de diseño $CBR = 11,4 \%$, demostrando de esta forma que la subrasante es de buena 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 1m 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 10 cm y la sub-base de 10 cm.

5.2 RECOMENDACIONES

- Definir el trazado de la vía acorde a las normas de vialidad vigentes.
- El impacto ambiental que se genere durante el trazado de la vía debe ser mitigado, ya que esta zona es agrícola mediante un plan de optimización de recursos.
- La calidad vial se debe garantizar al realizar un buen mantenimiento de la vía luego de construida para que se cumpla la durabilidad proyectada.
- Construir cunetas adecuadas de acuerdo a las especificaciones de diseño con la finalidad de que las condiciones de drenaje sean eficientes.
- La colocación de una señalética clara y adecuada luego de la culminación de los trabajos es una buena fuente de información para los usuarios de la nueva vía.
- Capacitar al futuro usuario de estas comunidades para el uso correcto de la vía a velocidades permitidas por la ley.

CAPÍTULO VI

PROPUESTA

Tema: Estudio de las condiciones técnicas de la vía que comunica a las comunas de Chaupiloma, San Juan de Rumipungo, Cardo Santo, Huapante Grande ubicadas en la parroquia San Andrés perteneciente al Cantón Píllaro, provincia de Tungurahua y su incidencia en la calidad de vida de sus habitantes.

6.1 DATOS INFORMATIVOS

6.1.1 Ubicación

La provincia de Tungurahua se encuentra ubicada en el centro de la Sierra Ecuatoriana, en los hemisferios Sur y Occidental, está comprendida entre los paralelos 00°55'00"S y 01°35'00" y los meridianos 78°06'51" y 78°55'49", su capital es Ambato. En extensión territorial es la provincia más pequeña del Ecuador”, representando el 1.24% de la superficie nacional y una densidad poblacional de 134.9 Hab. /Km² siendo una de las más altas del país. (Fuente: Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2011)

El cantón Píllaro, cuenta con una topografía variable que va desde los 2.270.m.s.n.m. hasta los 3800.m.s.n.m. Su principal río es el Cutuchi, el clima en el cantón Píllaro es diverso modificado por la altitud; así, en páramos y montañas llueve y nieva con frecuencia, el frío es intenso. (Fuente: Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2011)

El cantón Pillaro posee una extensión de 472 Km² y se encuentra ubicado en la zona Centro - Norte del Callejón Interandino, en la Hoya del Patate. (Fuente: Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2011)

San Andrés es una de las parroquias rurales más antigua del cantón Pillaro, se caracteriza por el máximo cultivo de papas, maíz y pastizales, su clima varía entre los 8° y 13° C promedio. Anteriormente se conocía como Yatchil, actualmente una de sus comunas lleva este nombre, su fiestas de Corpus Cristi una fiesta religiosa, cultural y de tradición que se celebra en honor al cuerpo de Cristo. (Fuente: Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2011)

Extensión: 52.12 Km² o 5212.66 Ha

Límites de la parroquia de San Andrés:

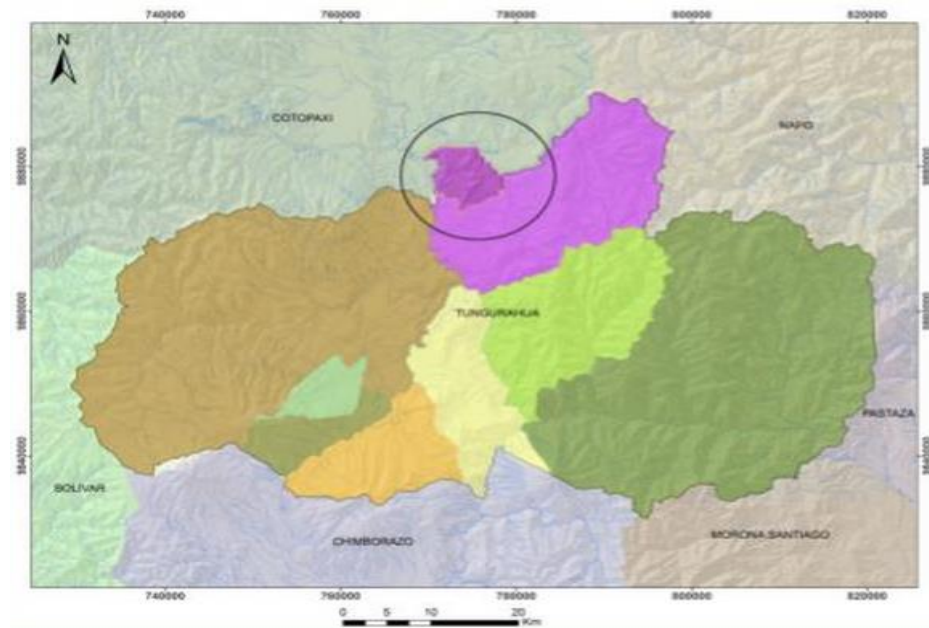
Norte: San Miguel de Salcedo separado por el río Huapante o Yanayacu

Sur: Píllaro y Presidente Urbina

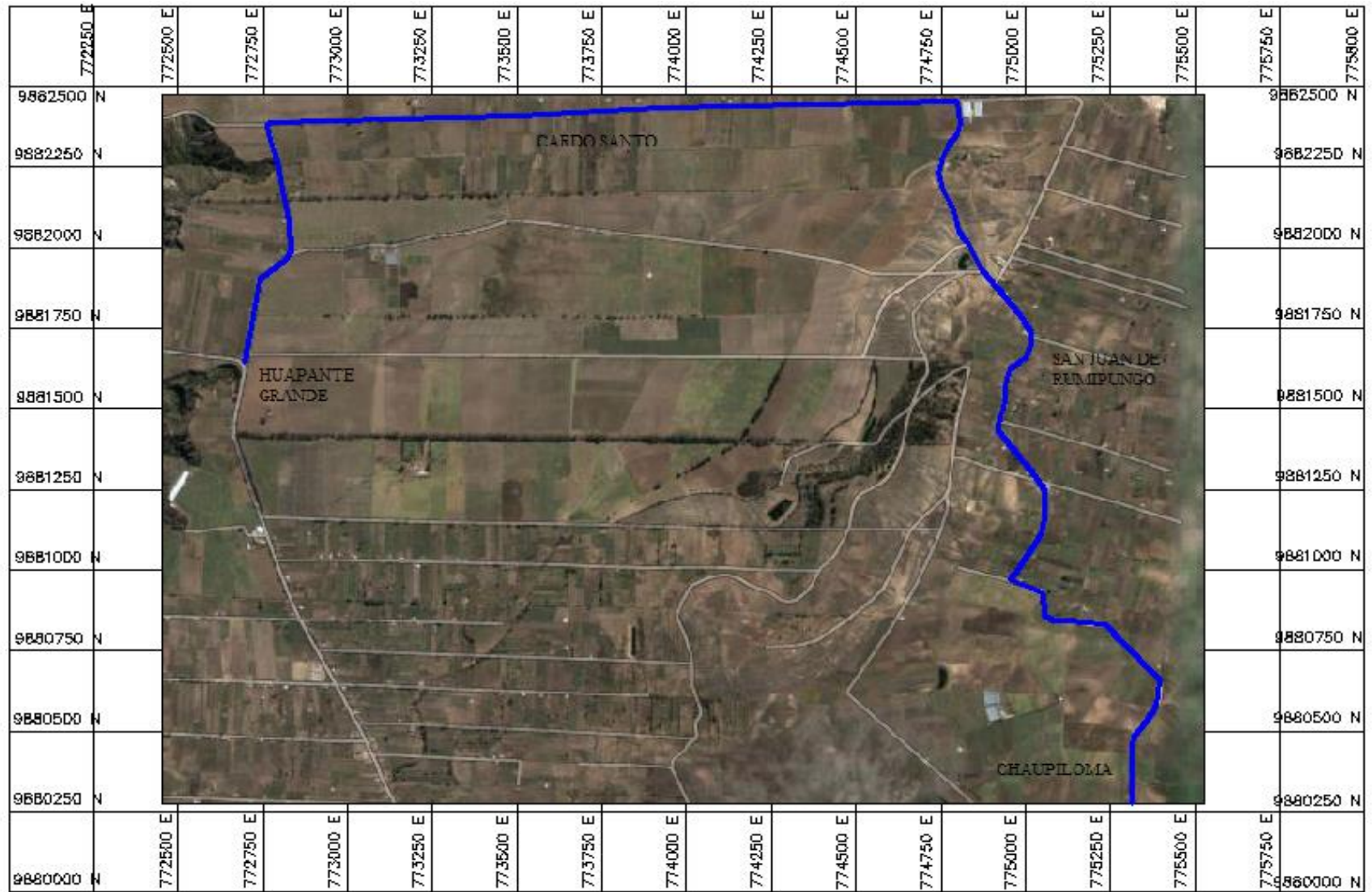
Este: San José de Poaló

Oeste: Panzaleo separado por el río Culapachán

Gráfico No.- 27 Mapa de ubicación geográfica de la Parroquia San Andrés



Fuente: Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial



6.1.2 Producción

6.1.2.1 Ganadería

La actividad ganadera es la de mayor importancia en la parroquia como ya lo hemos manifestado de acuerdo a los datos de las encuestas aplicadas, de donde se tiene que la parroquia cuenta aproximadamente con 10.878 cabezas de ganado, de las cuales 5.065 aproximadamente son vacas, con un promedio de producción de leche/vaca/día de 13.0 litros y un total aproximado de producción diaria de leche en la parroquia de 24.066 litros. (Fuente: Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2011)

6.1.2.2 Agricultura

De acuerdo a las encuestas aplicadas a los diferentes sectores, los encuestados manifiestan que los principales cultivos en la parroquia San Andrés son principalmente el pasto, seguido por las papas, maíz, habas, hortalizas, cebada, cebolla blanca, chocho y arveja. (Fuente: Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2011)

6.1.2.3 Crianza de especies menores

Las familias también se dedican a la crianza de especies menores como son los cuyes, conejos y aves de corral. Esta actividad se la considera como la caja chica o alcancía de la mayoría de las familias ya que para satisfacer alguna necesidad urgente se vende estos animalitos para suplirla. (Fuente: Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2011)

6.1.3 Climatología

6.1.3.1 Clima

El clima se caracteriza porque engloba un conjunto de condiciones meteorológicas que se dan en un determinado lugar en un período largo de tiempo.

En la parroquia San Andrés se identifica los siguientes tipos de climas con sus características propias, siendo estos: Ecuatorial de Alta Montaña y Ecuatorial Mesotérmico Semi Húmedo y Ecuatorial Mesotérmico Seco. (Fuente: Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2011)

La gama de los totales pluviométricos anuales va de 800 a 2.000 mm y la mayoría de los aguaceros son de larga duración pero de baja intensidad. La humedad relativa es siempre superior al 80 %. La vegetación natural, llamada matorral en el piso más bajo, es reemplazada en el piso inmediatamente superior por un espeso tapiz herbáceo frecuentemente saturado de agua, (el páramo). (Fuente: Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2011)

6.1.3.2 Temperatura

De acuerdo a la información del INAMHI, la temperatura en la parroquia se distribuye en rangos que fluctúan entre 10°C a 14°C, predominando el rango de temperatura entre los 10 °C a los 12°C en la mayor parte de la superficie de la parroquia. (Fuente: Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2011)

6.1.3.3 Precipitación

De acuerdo a la información del INAMHI, la precipitación en la parroquia se distribuyen en rangos bajos que van desde 500mm hasta los 1000mm anual. Característicos del clima Mesotérmico Seco y Semi Húmedo. (Fuente: Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2011)

6.1.3.4 Hidrología

El Territorio de la parroquia San Andrés se localiza en la cuenca Hidrográfica del río Pastaza. Esta cuenca se forma por la confluencia de los ríos Chambo y Patate y se divide en el alto Pastaza desde su origen hasta la desembocadura del río Huasaga, y el bajo Pastaza, comprendido desde la boca del río Huasaga hasta su desembocadura en el río Marañón en Perú. (Fuente: Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2011)

La parroquia San Andrés cuenta con aproximadamente 5.207,21 ha, de las cuales 1.408,54 ha aproximadamente pertenecen a la Unidad hidrográfica del río Yanayacu, 2.531,65 ha aproximadamente pertenecen a la Unidad Hidrográfica de la Quebrada Cashapugro y drenajes al río Cutuchi y 1.267,02 ha aproximadamente pertenecen a la Unidad de la Quebrada Callate. (Fuente: Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2011)

6.2 ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA

La provincia de Tungurahua ha tenido un desarrollo bastante considerable durante los últimos años. Debido a que esta provincia en una gran mayoría se dedica a actividades de ganadería, agricultura por la cual esta investigación pretende incrementar los niveles de servicio de la vía existente que comunica a las comunas de Chaupiloma (Km 0+000), San Juan de Rumipungo, Cardo Santo y Huapante Grande (Km 5+940) con la finalidad de mejorar los ingresos económicos producidos en este sector.

Debido a la existencia de problemas en la vía generados por los cambios climáticos en la que se encuentra ocasionan que los costos de operación y mantenimiento de los vehículos que transitan sean demasiados altos, además de las pérdidas económicas por el retraso en el incumplimiento de la entrega de las mercaderías.

El estudio realizado indica la situación y condiciones en las que se encuentra la vía referente a la topografía, estudios de suelo, tráfico e infraestructura vial.

Por las razones antes mencionadas es necesario un mejoramiento total de la vía.

6.3 JUSTIFICACIÓN

Se pretende con el presente proyecto realizar el mejoramiento de las condiciones geométricas, de drenaje y de la capa de rodadura de la vía garantizando el cumplimiento de las normas según el Ministerio de Transporte y Obras Públicas.

La vía actualmente se encuentra en mal estado y por las constantes lluvias propias de la región se ha producido el desgaste de la misma, es el motivo principal que haya inconvenientes en los medios de transporte que circulen por esta vía, es por esta razón que se debe implementar un pavimento flexible para que la circulación sea más confiable, rápida, segura y confortable para los habitantes beneficiados.

6.4 OBJETIVOS

6.4.1 General

Realizar el diseño geométrico y el diseño de la estructura del pavimento de la vía que comunica a las comunas de Chaupiloma, San Juan de Rumipungo, Cardo Santo, Huapante Grande ubicadas en la parroquia San Andrés perteneciente al Cantón Píllaro, provincia de Tungurahua y su incidencia en la calidad de vida de sus habitantes.

6.4.2 Específicos

- Diseñar geométricamente la vía
- Diseñar la estructura del pavimento
- Diseñar el sistema de drenaje de la vía (cunetas y alcantarillas)
- Elaborar un cronograma de actividades

6.5 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD

Factibilidad Técnica: La aplicación de la propuesta es realizable ya que se pretende utilizar las capas de suelos actuales y mejorarlas para la posterior colocación de la capa de rodadura que será pavimento flexible, esto se realizó mediante una evaluación técnica de la zona de implantación de la vía, como es la información sobre topografía, estudios de suelos y datos hidrológicos que son los preponderantes en la apertura y diseño de una vía.

Factibilidad Económica: Una vez realizado el diseño, el proyecto en estudio se financiará por parte del Gobierno Provincial de Tungurahua, este proyecto es factible ya que se incrementaría los ingresos económicos producto del comercio, además los tiempos de transporte y los costos de operación y mantenimiento vehicular reducirán. Los costos necesarios para la ejecución del proyecto no son significativos en comparación a los ingresos que se obtendrá.

Factibilidad Social: Durante los últimos años ha sido muy evidente la insatisfacción de la población al tener que conducirse por senderos rudimentarios que dificultan su tránsito.

La elaboración y posterior ejecución del proyecto es totalmente factible, pues se incrementará los niveles de calidad de vida de los habitantes en la zona de influencia.

Factibilidad Ambiental: La realización del proyecto no afectará de manera significativa las condiciones ambientales del lugar, puesto que al ser una vía ya abierta se aprovechará al máximo para evitar el daño ambiental.

Factibilidad Legal: En el lugar en estudio no existe invasiones por lo cual no se presentará ningún tipo de altercado o dificultad en esta parte, además todos los habitantes concordaron en la necesidad de un nuevo sistema vial, por lo que a largo plazo no existirá demandas.

6.6 FUNDAMENTACIÓN

6.6.1 Características actuales de la vía

La vía en estudio se encuentra en un 90% con una capa de rodadura tierra, carente de especificaciones técnicas, con un ancho que varía en su extensión entre 5 y 6 m correspondiente, entrelazada con curvas mal conformadas y peligrosas.

6.6.2 Descripción del proyecto

Tabla No. 41 Características de Proyecto

CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA EN ESTUDIO	
DESCRIPCIÓN	INFORMACIÓN
Ubicación	Provincia de Tungurahua, Cantón Píllaro, Parroquia San Andrés, entre las comunidades de Chaupiloma, San Juan de Rumipungo, Cardo Santo y Huapante Grande.
Coordenadas de Ubicación	Inicio E: 772480.759 N: 9881437.777 Final E: 772468.788 N: 9881415.315
Datum	PSAD 56
Longitud de Proyecto	5940 m
Cota Origen	2934,075 m.s.n.m.
Cota Final	2937,038 m.s.n.m
Relieve del Terreno	Montañoso
Clima	Frío
Temperatura Promedio Anual	13 - 14°
Ancho de vías	4 – 5 – 6 m
Suelo Dominante	Cangahua
Población Beneficiaria	331 habitantes

Fuente: Autor

6.7 METODOLOGÍA – MODELO OPERATIVO

6.7.1 Diseño horizontal

Cálculo del número de ejes equivalentes a 8,2 toneladas

Para obtener el número de ejes equivalentes (W18), obtenemos el factor de daño provocado por la acción de los diferentes vehículos. Este factor se calcula de acuerdo a la clasificación de cada uno de acuerdo al MTOP.

C2P: Camión 2 ejes pequeño

C2G: Camión 2 ejes grande

C3: Camión 3 ejes

C4. Camión ejes.

Tabla N.- 42 Factores de daño según el tipo de vehículo

Tipo	Simple		Simple doble		Tándem		Tridem		Factor de daño
	Ton	(p/6.6)^4	Ton	(p/8.2) ^4	Ton	(p/15) ^4	Ton	(p/23) ^4	
Bus	4	0,13	8	0,91					1,04
C2-P	2,5	0,02							1,29
	7	1,27							
C2-G	6	0,68	11	3,24					3,92
C-3	6	0,68			18	2,07			2,76
C-4	6	0,68					25	1,40	2,08
C-5	6	0,68			18	4,15			4,83
C-6	6	0,68			18	2,07	25	1,40	4,15
C2-R3	6	0,68	11	6,48	18	2,07			9,23

Fuente: MTOP 2003

Una vez que se ha calculado el factor de daño ocasionado por los vehículos aplicamos de la siguiente ecuación:

$$W_{18} = (\#de Buses * FD_{Buses} + C_{2P} * FD_{C2P} + C_3 * FD_{C3} + C_4 * FD_{C4} + C_5 * FD_{C5} + C_6 * FD_{C6}) * 365$$

DATOS:

FD_{Buses} = Factor de daño provocado por buses

FD_{Buses} = 1,04

FD_{C-2P} = Factor de daño provocado por los camiones C-2P

$$FD_{C-2P} = 1,29$$

FD_{C-2G} = Factor de daño provocado por los camiones C-2G

$$FD_{C-2G} = 3,92$$

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 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 285 vehículos, por lo cual la vía según este tráfico es de IV orden o camino vecinal ya que está en el rango de 100 a 300 vehículos, según las Normas de diseño geométrico del MOTP 2003.

6.7.1.1 Determinación de la Velocidad de Diseño

Tabla No.- 42 Velocidades de diseño (Km/h)

Clase de carretera	Valor recomendado			Valor absoluto (límite)		
	LI	O	M	LI	O	M
RI O RII > 8000 TPDA	120	110	90	110	90	80
I 3000 a 8000 TPDA	110	100	80	100	80	60
II 1000 a 3000 TPDA	100	90	70	90	80	50
III 300 a 1000 TPDA	90	80	60	80	60	40
IV 100 a 300 TPDA	80	60	50	60	35	25
V Menor a 100 TPDA	60	50	40	50	35	25

Fuente: Norma de Diseño Geométrico de vías MOTP 2003

La vía en estudio es de IV orden y el tipo de terreno es ondulado por lo tanto la velocidad de diseño es de 35 Km/h.

6.7.1.2 Determinación de la Velocidad de Circulación

La velocidad de circulación se calcula a través de la siguiente fórmula:

$$v_c = 0,8 * v_d + 6,5 \text{ cuando TPDA} < 1000$$

Aplicando esta fórmula a nuestro proyecto obtenemos:

DATOS:

$$V_d = 35 \text{ Km/h}$$

$$V_c = (0,8 * 35) + 6,5$$

$$V_c = 34,5 \text{ Km/h} \approx 35 \text{ Km/h}$$

6.7.1.3 Distancia de Visibilidad

a) Distancias de Visibilidad de frenado:

La ecuación de parada es:

$$D_p = 0,7 * V_c + \frac{V_c^2}{254 * f}$$

Donde:

D_p = distancia de visibilidad de parada (m)

d_1 = distancia recorrida durante el tiempo de percepción más reacción (m)

d_2 = distancia de frenado (m)

V_c = velocidad de circulación (Km/h)

f = coeficiente de fricción longitudinal

La ecuación del coeficiente de fricción longitudinal:

$$f = \frac{1,15}{V_c^{0,3}}$$

Reemplazando los datos del proyecto tenemos:

DATOS:

$V_c = 35 \text{ Km/h}$

$$f = \frac{1,15}{V_c^{0,3}} = \frac{1,15}{35^{0,3}} = 0,396 \approx 0,40$$

Encontramos la distancia de parada:

$$D_p = 0,7 * 35 + \frac{35^2}{254 * 0,40} = 36,56 \text{ m} \approx 35 \text{ m}$$

Tabla No.- 44 Distancias de visibilidad mínima para parada de un vehículo

Clase de carretera	Valor recomendado			Valor absoluto (límite)		
	LI	O	M	LI	O	M
RI O RII > 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	70	110	70	40
IV 100 a 300 TPDA	110	70	55	70	35	25
V Menor a 100 TPDA	70	55	40	55	35	25

Fuente: Norma de Diseño Geométrico de vías MTOP 2003

b) Distancias de visibilidad de Rebasamiento:

Para el cálculo de la distancia de rebasamiento utilizaremos la siguiente ecuación:

$$D_r = 9,54 V - 218 \text{ (Cuando } 30 < V < 100)$$

Donde:

D_r = distancia de visibilidad de rebasamiento (m)

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

$$D_r = 9,54 * 35 \frac{Km}{h} - 218 = 115,9 Km/h$$

Tabla No.- 45 Valores de diseño de la distancia de visibilidad mínima para el rebasamiento de un vehículo

Clase de carretera	Valor recomendado			Valor absoluto (límite)		
	Ll	O	M	Ll	O	M
RI O RII > 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	415	270
IV 100 a 300 TPDA	480	290	210	290	150	110
V Menor a 100 TPDA	290	210	150	210	150	110

Fuente: Norma de Diseño Geométrico de vías MTOP 2003

La distancia de rebasamiento para una carretera de IV orden y con un terreno ondulado es 150 m, notando que está dentro del rango calculado.

c) Peralte:

La fórmula para el cálculo del peralte es la siguiente:

$$e = \frac{V^2}{127 * R} - f$$

Como la vía del proyecto es de tipo IV o camino vecinal con una velocidad de diseño de 35 Km/h menor a 50 Km/h según la Norma MTOP el valor del peralte máximo es del 8%.

d) Radio mínimo de curvas horizontales:

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

Donde:

R= Radio de diseño (m)

f= coeficiente máximo de fricción lateral

e= peralte de la curva (%)

Vd= velocidad de diseño (Km/h)

$$R = \frac{35^2}{127 * (0,08 + 0,255)}$$

$$R = 28,79 \text{ m} \approx 30 \text{ m}$$

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

e) Elementos de curvas circulares:

Para el cálculo típico se ha escogido la curva N.- 8 que se diseñó con un radio de curvatura de 205 m.

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 Gc y representa con la siguiente fórmula.

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

$$\frac{Gc}{20} = \frac{360}{2 * \pi * 205}$$

$$Gc = 5^{\circ}35'23,4''$$

Ángulo central.- Es el ángulo formado por la curva circular y se simboliza como “Δ” (delta), o como “α” (alfa).

Para esta curva del ejemplo el ángulo central $\Delta = \alpha = 18^{\circ}02'38''$

Longitud de curva.- Es la longitud del arco entre el PT y PC. Se lo representa como “lc” y su fórmula es la siguiente:

$$lc = \frac{\pi * R * \Delta}{180}$$
$$lc = \frac{\pi * 205 * 18^{\circ}02'38''}{180}$$
$$lc = 64,56 \text{ m}$$

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

$$ST = R * \tan \left(\frac{\Delta}{2} \right)$$
$$ST = 205 * \tan \left(\frac{18^{\circ}02'38''}{2} \right)$$
$$ST = 32,55 \text{ m}$$

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

$$E = ST * \left(\tan \frac{\Delta}{4} \right)$$
$$E = 32,549 * \left(\tan \frac{18^{\circ}02'38''}{4} \right)$$
$$E = 2,57 \text{ m}$$

Flecha u ordenada media.- Es la longitud de la flecha en el punto medio de la curva. Se representa con la letra “F” y su fórmula de cálculo es:

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

$$F = 205 * \left(1 - \cos\left(\frac{18^{\circ}02'38''}{2}\right)\right)$$

$$F = 2,54 \text{ m}$$

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

$$\theta = \frac{Gc * 1}{20}$$

$$\theta = \frac{5^{\circ}35'23,4'' * 1}{20}$$

$$\theta = 0^{\circ}16'46,17''$$

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

$$C = 2 * R * \sin\frac{\theta}{2}$$

$$C = 2 * 205 * \sin\frac{0^{\circ}16'46,17''}{2}$$

$$C = 1,00 \text{ m}$$

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

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

$$CL = 2 * 205 * \left(\sin\left(\frac{18^{\circ}02'38''}{2}\right)\right)$$

$$CL = 64,29 \text{ m}$$

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

$$\mathbf{PC = PI - ST}$$

$$\mathbf{PI = PC + ST}$$

$$\text{PC} = \quad 3+438,52$$

$$+\text{ST} = \quad \quad 32,55$$

$$\text{PI} = \quad 3+471,07$$

$$\mathbf{PT = PC + lc}$$

$$\text{PC} = \quad 3+438,52$$

$$+\text{lc} = \quad \quad 64,56$$

$$\text{PT} = \quad 3+503,08$$

Tabla N.- 46 Detalle de curvas horizontales (abscisados)

CURVA HORIZONTAL	PC	PI	PT
1.- DERECHA	0+187,73	0+235,52	0+279,60
2.- IZQUIERDA	0+322,18	0+350,70	0+374,01
3.- DERECHA	0+719,22	0+776,33	0+804,39
4.- DERECHA	1+820,28	1+842,65	1+865,02
5.- IZQUIERDA	2+846,12	2+883,53	2+906,28
6.- IZQUIERDA	2+944,12	2+963,44	2+981,50
7.- DERECHA	3+090,17	3+123,65	3+152,00
8.- DERECHA	3+438,52	3+471,07	3+503,08
9.- IZQUIERDA	3+687,06	3+736,43	3+771,51
10.- DERECHA	3+888,93	3+910,73	3+931,92
11.- DERECHA	4+047,31	4+079,02	4+106,85
12.- IZQUIERDA	4+302,59	4+345,69	4+379,85
13.- DERECHA	4+582,46	4+619,48	4+642,20
14.- IZQUIERDA	4+672,75	4+701,12	4+722,10
15.- DERECHA	4+745,53	4+776,41	4+793,52
16.- IZQUIERDA	4+940,83	4+967,31	4+991,47
17.- IZQUIERDA	5+206,79	5+241,31	5+265,68
18.- DERECHA	5+426,45	5+449,82	5+471,93
19.- IZQUIERDA	5+758,66	5+784,71	5+810,28

Fuente: El Autor

Tabla N.- 47 Detalle de elementos geométricos de curvas horizontales

CURVA HORIZ.	RADIO (m)	Δ	Gc	lc (m)	ST (m)	E (m)	F (m)	CL (m)
CURVA 1	135,00	38°59'31"	08°29'17,75"	91,87	47,80	8,21	7,74	90,11
CURVA 2	50,00	59°24'00"	22°55'5,92"	51,84	28,52	7,56	6,57	49,55
CURVA 3	50,00	97°36'00"	22°55'5,92"	85,17	57,12	25,91	17,07	75,24
CURVA 4	8095,00	00°19'00"	00°08'29,61"	44,75	22,37	0,031	0,03	44,75
CURVA 5	40,00	86°10'22"	28°38'52,4"	60,16	37,41	14,77	10,79	54,65
CURVA 6	60,00	35°41'14"	19°05'54,94"	37,37	19,31	3,03	2,88	36,77
CURVA 7	65,00	54°29'59"	17°37'46,09"	61,83	33,48	8,11	7,21	59,52
CURVA 8	205,00	18°02'38"	05°35'23,4"	64,56	32,55	2,57	2,54	64,29
CURVA 9	65,00	74°26'30"	17°37'46,09"	84,45	49,38	16,62	13,23	78,64
CURVA 10	105,00	23°27'35"	10°54'48,53"	42,99	21,80	2,24	2,19	42,69
CURVA 11	70,00	48°44'19"	16°22'12,8"	59,55	31,71	6,85	6,24	57,77
CURVA 12	70,00	63°14'16"	16°22'12,8"	77,26	43,09	12,20	10,39	73,40
CURVA 13	40,00	85°34'31"	28°38'52,4"	59,74	37,02	14,51	10,64	54,34
CURVA 14	40,00	70°41'14"	28°38'52,4"	49,35	28,37	9,03	7,37	46,28
CURVA 15	30,00	91°39'08"	38°11'49,87"	47,99	30,87	13,05	9,09	43,03
CURVA 16	70,00	41°27'03"	16°22'12,8"	50,64	26,49	4,84	4,53	49,55
CURVA 17	45,00	74°58'47"	25°27'53,25"	58,89	34,52	11,71	9,29	54,77
CURVA 18	80,00	32°34'11"	14°19'26,2"	45,48	23,37	3,34	3,21	44,87
CURVA 19	155,00	19°04'45"	07°23'34,81"	51,61	26,04	2,17	2,14	51,38

Fuente: El Autor

6.7.2 Diseño Vertical

Para el cálculo típico se ha escogido la curva vertical No. 8

a. Cálculo de Lcv

$$PCV = 1 + 754,45$$

$$PTV = 1 + 904,45$$

$$Lcv = PTV - PCV$$

$$\begin{array}{r} PTV = 1 + 904,45 \\ - PCV = 1 + 754,45 \\ \hline Lcv = 0 + 150,00 \end{array}$$

Para curvas verticales simétricas:

$$L1 \text{ y } L2 = Lcv/2$$

$$L1 \text{ y } L2 = 150/2$$

$$L1 \text{ y } L2 = 75 \text{ m}$$

Donde:

PCV=Punto de comienzo de la curva vertical

PTV=Punto final de la curva vertical

L1 y L2: Longitud de entrada y de salida respectivamente

Lcv=Longitud de curva vertical

b. Abscisa del PIV

$$PIV = PCV + (Lcv/2)$$

$$\begin{array}{r} PCV = 1 + 754,45 \\ + (Lcv/2) = \quad 75 \\ \hline PIV = 1 + 829,45 \end{array}$$

c. Gradientes de entrada y salida g1 y g2 respectivamente

COTAS

$$PCV = 2991,85$$

$$PIV = 2995,20$$

$$PTV = 2997,24$$

ABSCISAS

$$PCV = 1 + 754,45$$

$$PIV = 1 + 829,45$$

$$PTV = 1 + 904,45$$

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

$$g_1 = \frac{2995,20 - 2991,85}{1829,45 - 1754,45} * 100$$

$$g_1 = 4,46 \%$$

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

$$g_2 = \frac{2997,24 - 2995,20}{1904,45 - 1829,45} * 100$$

$$g_2 = 2,72 \%$$

d. Diferencia algebraica de gradientes (A)

$$A = g_1 - g_2$$

$$A = 4,46 - 2,72 = 1,74$$

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-convexas.

Tabla N.- 48 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 Menos de 100 TPDA	12	7	4	7	3	2

Fuente: MTOP 2003

$$K_{calc} = L_{cv} / A = 150 / 1,74 = 86,20$$

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

$$L_{mín} = 0,60 * 35 \text{ Km/h} = 21 \text{ m}$$

$$L_{cv} > L_{mín}$$

f. Cálculo del External

$$e = \frac{L1 * L2}{200 * Lcv} * A$$

Datos:

Lcv= 150 m, L1 = 75 m, L2 = 75 m, A = 5,852

$$e = \frac{75 * 75}{200 * 150} * 1,74$$

$$e = 0,33 \text{ m}$$

Tabla N.- 49 Detalle de abscisados y cotas verticales

CURVA N.	ABSCISAS			COTAS		
	VPC	VPI	VPT	VPC	VPI	VPT
1 CONCAVA	0+117,24	0+145,55	0+173,87	2936,56	2937,03	2938,54
2 CONVEXA	0+296,52	0+348,12	0+399,71	2945,08	2947,83	2946,30
3 CONCAVA	0+633,74	0+671,90	0+710,06	2939,39	2938,27	2938,65
4 CONCAVA	0+801,98	0+822,05	0+842,13	2939,57	2939,77	2941,06
5 CONVEXA	1+048,68	1+096,93	1+145,19	2954,30	2957,39	2959,21
6 CONCAVA	1+363,14	1+398,42	1+433,69	2967,42	2968,75	2971,87
7 CONVEXA	1+525,63	1+562,59	1+599,55	2980,02	2983,30	2984,95
8 CONVEXA	1+754,45	1+829,45	1+904,45	2991,85	2995,20	2997,24
9 CONVEXA	2+496,13	2+547,34	2+598,55	3013,32	3014,71	3015,42
10 CONCAVA	2+766,54	2+818,78	2+871,02	3017,76	3018,49	3022,19
11 CONCAVA	3+143,05	3+218,05	3+293,05	3041,51	3046,83	3052,72
12 CONVEXA	3+762,03	3+837,03	3+912,03	3089,59	3095,48	3097,61
13 CONVEXA	4+516,98	4+591,98	4+666,98	3114,75	3116,88	3110,60
14 CONCAVA	4+983,84	5+058,84	5+133,84	3084,10	3077,83	3083,35
15 CONCAVA	5+494,00	5+569,00	5+644,00	3109,84	3115,35	3123,57

Fuente: El Autor

Tabla N.- 50 Detalle de elementos de curvas verticales

CURVA N.	g1 (%)	g2 (%)	Lcv	K	e
CURVA 1	1,66	5,33	56,64	15,43	0,26
CURVA 2	5,32	-2,97	103,20	12,45	0,30
CURVA 3	-2,94	1,00	76,32	19,37	0,38
CURVA 4	1,00	6,66	40,16	7,09	0,28
CURVA 5	6,40	3,77	96,51	36,69	0,32
CURVA 6	3,77	8,85	70,55	13,89	0,45
CURVA 7	8,87	4,46	73,91	16,76	0,41
CURVA 8	4,46	2,72	150	86,20	0,33
CURVA 9	2,71	1,39	102,42	77,59	0,17
CURVA 10	1,40	7,08	104,48	18,39	0,74
CURVA 11	7,09	7,85	150	197,36	0,14
CURVA 12	7,85	2,84	150	29,94	0,94
CURVA 13	2,84	-8,37	150	13,38	2,10
CURVA 14	-8,36	7,36	150	9,54	2,95
CURVA 15	7,35	10,96	150	41,55	0,68

Fuente: El Autor

6.7.3 Diseño del pavimento Flexible Método de la AASHTO 93

Método AASHTO 93 para el diseño de pavimentos flexibles

El método establece que para la superficie de rodamiento se resuelve solamente con concreto asfáltico y tratamientos superficiales, que asume que tales estructuras soportan niveles significativos de tránsito (mayores de 50,000 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. Para determinar el número estructural SN requerido, el método proporciona la ecuación general que involucra los siguientes parámetros.

PARÁMETROS DE DISEÑO

Δ PSI = Diferencia entre la Serviciabilidad Inicial (Po) y Final (Pt)

SN = Número Estructural, indicador de la capacidad Estructural requerida (materiales y espesores)

W_{18} = Ejes equivalentes

Z_R = Desviación estándar normal

S_o = Desviación estándar global

SN = Número estructural

M_R = Módulo de resiliencia

a_i = Coeficiente estructural de la capa i

D_i = Espesor de la capa i

m_i = Coeficiente de drenaje de la capa granular i

6.7.3.1 Índice de Serviciabilidad (PSI)

La serviciabilidad se usa como una medida del comportamiento del pavimento, la misma que se relaciona con la seguridad y comodidad que puede brindar al usuario, cuando este circula por la vialidad. También se relaciona con las características físicas que puede presentar el pavimento como grietas, fallas, peladuras, etc, que podrían afectar la capacidad de soporte de la estructura.

Servicialidad es la condición de un pavimento para proveer un manejo seguro y confortable a los usuarios en un determinado momento.

Índice de serviciabilidad inicial (Po)

El índice de serviciabilidad inicial (Po) se establece como la condición original del pavimento inmediatamente después de su construcción o rehabilitación.

Índice de serviciabilidad final (Pt)

El índice de serviciabilidad final (Pt), ocurre cuando la superficie del pavimento y no cumple con las expectativas de comodidad y seguridad exigidas por el usuario.

Dependiendo de la importancia de la vialidad, podemos usar los valores recomendados por el AASHTO.

Tabla No.- 51 Índice de Serviciabilidad Final

PSI Final	Clasificación
3	Autopistas
2,5	Colectores
2,25	Calles comerciales e industriales
2	Caminos de transito menor

Fuente: AASHTO 1993

Tabla No.- 52 Índice de Serviciabilidad Inicial

TIPO DE PAVIMENTO	SERVICIABILIDAD INICIAL
Pavimento Rígidos	4,5
Pavimento Flexibles	4,2

Fuente: AASHTO 1993

$$\Delta\text{PSI} = \text{PSI Inicial} - \text{PSI Final}$$

PSI Inicial: 4,2 → Para pavimentos flexibles

PSI Inicial: 2 → Recomendados para caminos secundarios

$$\Delta\text{PSI} = 4,2 - 2$$

$$\Delta\text{PSI} = 2,2$$

6.7.3.2 Nivel de confiabilidad “R”

La confiabilidad es la probabilidad de que el pavimento se comporte satisfactoriamente durante su vida útil o período de diseño, resistiendo las condiciones de tráfico y medio ambiente dentro de dicho período. Cabe resaltar, que cuando hablamos del comportamiento del pavimento nos referimos a la capacidad estructural y funcional de éste, es decir, a la capacidad de soportar las cargas impuestas por el tránsito, y asimismo de brindar seguridad y confort al usuario durante el periodo para el cual fue diseñado.

La confiabilidad en el diseño “R” puede ser definida como la probabilidad de que la estructura tenga un comportamiento real igual o mejor que el previsto durante la vida de diseño adoptada. Cada valor de R está asociado estadísticamente a un valor del coeficiente Z_r (Desviación estándar global), un factor de confiabilidad.

Tabla No.- 53 Confiabilidad del Proyecto

Nivel de confiabilidad R, recomendado		
Tipo de camino	Zonas urbanas	Zonas rurales
Autopistas	85 – 99.9	80 – 99.9
Carreteras de primer orden	80 – 99	75 – 95
Carreteras secundarias	80 – 95	75 – 95
Caminos vecinales	50 - 80	50 - 80

Fuente: MTOP-2013

6.7.3.3 Desviación Normal Estándar (Z_r)

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

Tabla No.- 54 Desviación Normal Estándar

Confiabilidad “R” en %	Desviación estándar normal Zr
50	-0,000
60	-0,253
70	-0,524
75	-0,674
80	-0,841
85	-1,037
90	-1,282
91	-1,340
92	-1,405
93	-1,476
94	-1,555
95	-1,645
96	-1,751
97	-1,881
98	-2,054
99	-2,327
99,9	-3,090
99,99	-3,750

Fuente: Normas para el diseño geométrico de carreteras MTOP-2003

6.7.3.4 Desviación Estándar global “So”

Este parámetro está ligado directamente con la confiabilidad R, descrita anteriormente: en este paso deberá seleccionarse un valor So, representativo de condiciones locales particulares, que considera posibles variaciones en el comportamiento del pavimento y en la predicción del tránsito.

Para pavimentos flexibles:

$$0,40 < So < 0,50$$

Se recomienda usar So= 0,45

6.7.3.5 Módulo de Resiliencia

Debido a que el CBR de diseño es de 11,4 la ecuación a utilizar es:

$$M_R(\text{PSI}) = 3000 * \text{CBR}^{0,65} \rightarrow \text{para CBR de 7,2\% a 20\%}$$

$$M_R(\text{PSI}) = 3000 * 11,4^{0,65}$$

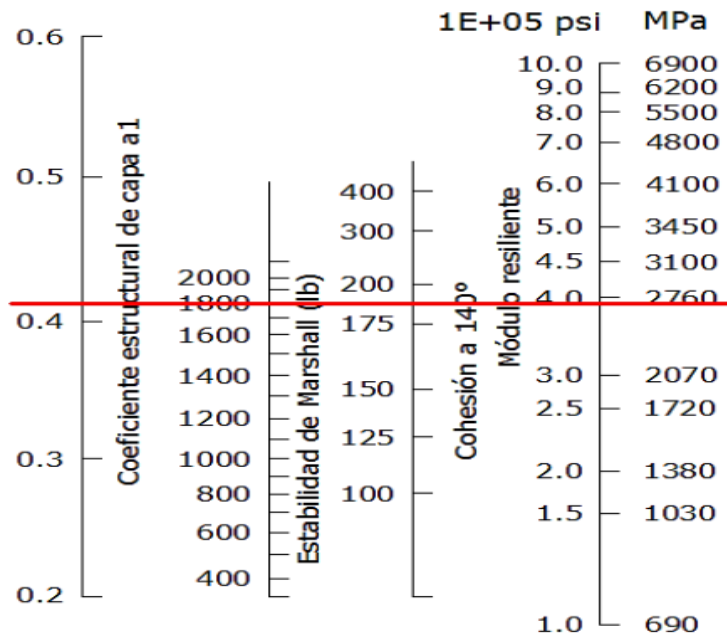
$$M_R(\text{PSI}) = 14591,8 \text{ PSI} = 14,59 \text{ Ksi}$$

a) Coeficiente estructural de la carpeta asfáltica (a_1)

La subrasante es el suelo que sirve como fundación para todo el paquete estructural. La guía AASHTO reconoce que muchos países como el nuestro, no poseen los equipos para determinar el MR y propone el uso de la conocida correlación con el CBR:

Con la Estabilidad de Marshall mínima 1800 lbs., para tráfico pesado se determinan el coeficiente de la carpeta (1 Ksi=1000psi)

Gráfico No.- 28 Nomograma para estimar el coeficiente estructural a_1



Fuente: AASHTO,(1993)

Por medio de la apreciación se obtuvo:

$$a_1 = 0,41$$

MÓDULO RESILIENTE DE LA CARPETA ASFÁLTICA = $3,90 \text{ E } +05$

Tabla N.- 55 Valores de coeficiente (a_1)

Módulos elásticos		Valores de (a_1)
PSI	MPa	
125000	875	0,220
150000	1050	0,250
175000	1225	0,280
200000	1400	0,295
225000	1575	0,320
250000	1750	0,330
275000	1925	0,350
300000	2100	0,360
325000	2275	0,375
350000	2450	0,385
375000	2625	0,405
400000	2800	0,420
425000	2975	0,435
450000	3150	0,440

Fuente: AASHTO, (1993)

$$400000 \rightarrow 0,42$$

$$375000 \rightarrow 0,405$$

$$25000 \rightarrow 0,015$$

$$15000 \rightarrow x$$

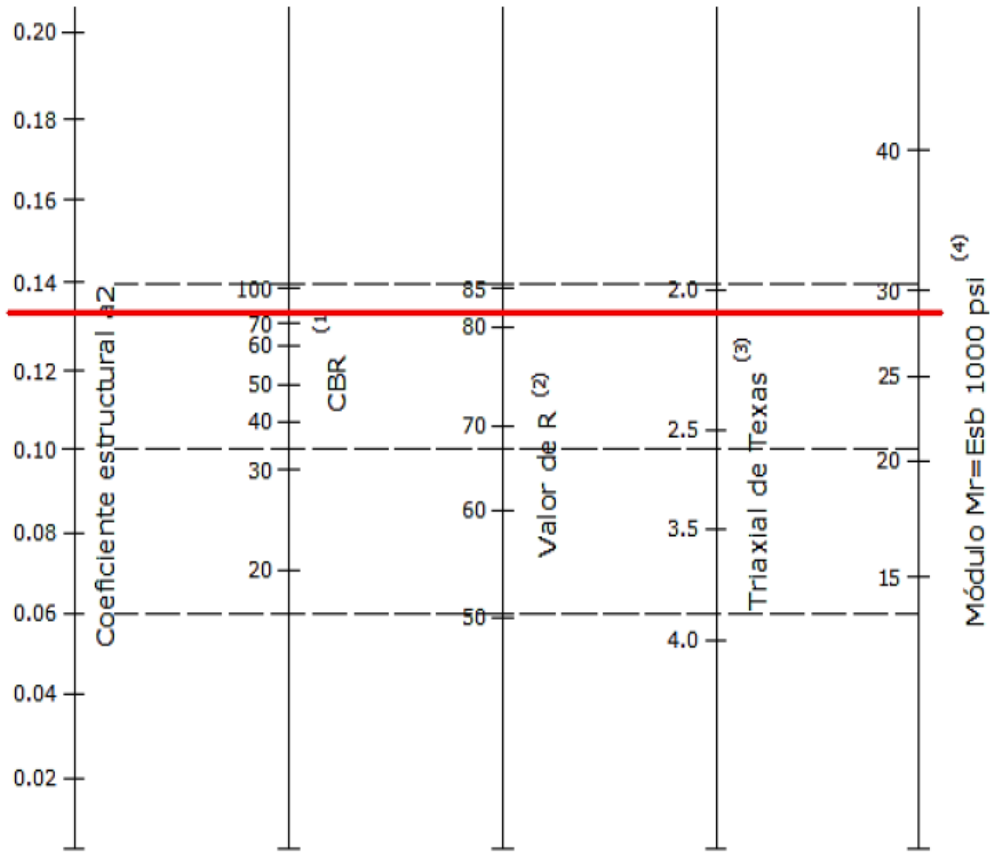
$$x = 0,009 \quad \therefore a_1 = 0,405 + 0,009$$

$$a_1 = 0,414$$

M_R de la carpeta asfáltica = $3,90 \text{ E } +05$ psi ó 390 Ksi

b) Coeficiente Estructural de la Capa Base (a_2)

Gráfico No.- 29 Nomograma para estimar el coeficiente estructural a_2



- (1) Escala derivada por correlaciones promedios obtenidas de Illinois
- (2) Escala derivada por correlaciones promedios obtenidas de California, Nuevo México y Wyoming
- (3) Escala derivada por correlaciones promedios obtenidas de Texas
- (4) Escala derivada del proyecto NCHRP (3)

Fuente: AASHTO,(1993)

$$a_2 = 0,133$$

$$M_R = 28500 \text{ psi } \text{ ó } 28,5 \text{ Ksi}$$

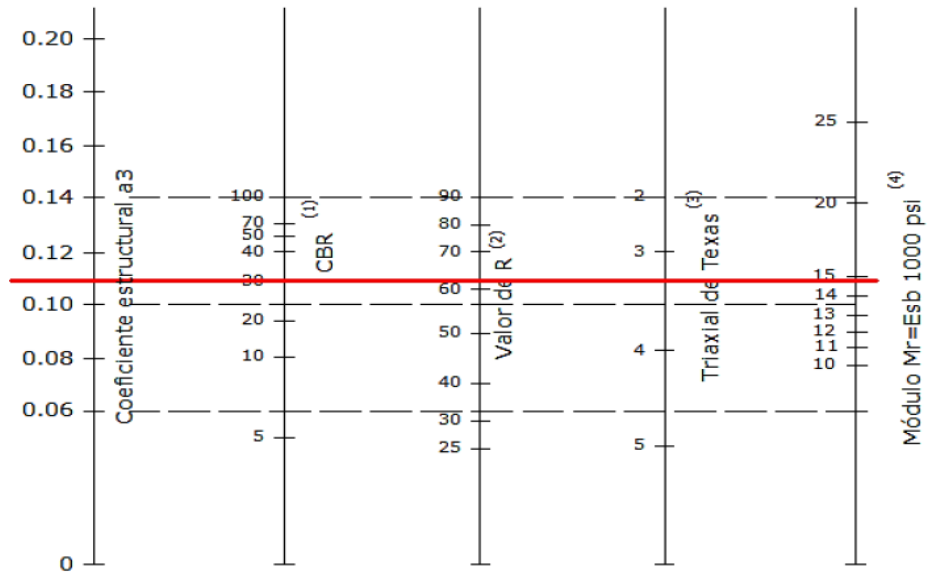
Tabla N.- 56 Valores del coeficiente estructural de la base

Base de Agregados	
CBR (%)	(a_2)
20	0,070
25	0,085
30	0,095
35	0,100
40	0,105
45	0,112
50	0,115
55	0,120
60	0,125
70	0,130
80	0,133
90	0,137
100	0,140

Fuente: AASHTO,(1993)

c) Coeficiente Estructural de la Capa Sub-Base (a_3)

Gráfico No.- 30 Nomograma para estimar el coeficiente estructural a_3



- 1) Escala derivada por correlaciones promedios obtenidas de Illinois
- 2) Escala derivada por correlaciones promedios obtenidas de California, Nuevo México y Wyoming
- 3) Escala derivada por correlaciones promedios obtenidas de Texas
- 4) Escala derivada del proyecto NCHRP (3)

Fuente: AASHTO,(1993)

$$a_3 = 0,108$$

$$M_R = 14800 \text{ psi } \acute{o} \text{ 14,8 Ksi}$$

Tabla N.- 57 Valores del coeficiente estructural de la sub-base

Sub-base granular	
CBR (%)	(a_3)
10	0,080
15	0,090
20	0,093
25	0,102
30	0,108
35	0,115
40	0,120
50	0,125
60	0,128
70	0,130
80	0,135
90	0,138
100	0,140

Fuente: AASHTO,(1993)

6.7.5.6 Cálculo del Número Estructural (Sn)

Reemplazando en la ecuación de la AASHTO 93 tenemos:

Datos:

- $W_{18} = 69215$
- $Z_r = -0,841$
- $S_0 = 0,45$
- $M_r = 14591,8 \text{ psi}$
- $PSI_{inicial} = 4,2$
- $PSI_{final} = 2,0$

Gráfico No.- 31 Cálculo del número estructural SN

Fuente: AASHTO 1993

Obteniendo un valor de SN = 1,58

Coeficiente de drenaje m_2 y m_3

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

Tabla N.- 58 Calidad de drenaje

Calidad de drenaje	Agua eliminada en
Excelente	2 horas
Buena	1 día
Regular	1 semana
Pobre	1 mes
Deficiente	Agua no drena

Fuente: MTOP-2003

Se asume una calidad buena por las condiciones de los materiales

Tabla N.- 59 Valores de m

Calidad de drenaje	Porcentaje del tiempo en que la estructura del pavimento está expuesta a niveles de humedad cercanos a la saturación.			
	<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: MTOP – 2003

La estructura del pavimento estará expuesta a niveles de humedad cercanos a la saturación entre el 5 a 25% por lo cual los valores de m_2 y m_3 son:

$$m_2 = 1,00$$

$$m_3 = 1,00$$

Tabla No.- 60 Valores obtenidos para el cálculo por el método AASHTO 93

VARIABLES CONSIDERADAS PAR EL DISEÑO DEL PAVIMENTO	
FLEXIBLE	
TIPO DE PAVIMENTO	PAVIMENTO FLEXIBLE
TPDA año 2035	285 VEHÍCULOS
Periodo de diseño	20 AÑOS
Clasificación de la vía	IV ORDEN
Serviciabilidad inicial (Po)	4,2
Serviciabilidad final (Pt)	2,0
Valor de soporte de la subrasante (CBR de diseño)	11,4
Confiabilidad (R)	80
Desviación normal Estándar (Zr)	-0,841
Desviación Estándar (So)	0,45
Módulo de Resiliencia o de descarga de la Subrasante (Mr)	14591,8 PSI
Módulo de Resiliencia de la subrasante (Mr)	390000 PSI
Módulo de Resiliencia o de descarga de la base (Mr)	28500 PSI
Módulo de Resiliencia o de descarga de la Subbase (Mr)	14800 PSI
Ejes equivalentes W18	69215
Coeficiente de la carpeta asfáltica (a1)	0,414
Coeficiente estructural de la capa base (a2)	0,133
Coeficiente estructural de la capa sub base (a3)	0,108
Coeficientes de drenaje (m2 y m3)	1,0

Fuente: Autor

Gráfico No.- 32 Diseño del Pavimento Flexible según AASHTO 93

DISEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES METODO AASHTO 1993			
PROYECTO :		TRAMO :	
SECCION 1 : km	+ - km 5+940	FECHA :	01/09/2015

DATOS DE ENTRADA (INPUT DATA) :			
1. CARACTERISTICAS DE MATERIALES			DATOS
A. MODULO DE RESILIENCIA DE LA CARPETA ASFALTICA (ksi)			390,00
B. MODULO DE RESILIENCIA DE LA BASE GRANULAR (ksi)			28,50
C. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUB-BASE (ksi)			14,80
2. DATOS DE TRAFICO Y PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE			
A. NUMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTAL (W18)			6,92E+04
B. FACTOR DE CONFIABILIDAD (R)			80%
STANDARD NORMAL DEVIATE (Zr)			-0,841
OVERALL STANDARD DEVIATION (So)			0,45
C. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUBRASANTE (Mr, ksi)			14,54
D. SERVICIABILIDAD INICIAL (pi)			4,2
E. SERVICIABILIDAD FINAL (pt)			2,0
F. PERIODO DE DISEÑO (Años)			20
3. DATOS PARA ESTRUCTURACION DEL REFUERZO			
A. COEFICIENTES ESTRUCTURALES DE CAPA			
Concreto Asfáltico Convencional (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)			1,000
DATOS DE SALIDA (OUTPUT DATA) :			
NUMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO TOTAL (SN _{REQ})		1,57	
NUMERO ESTRUCTURAL CARPETA ASFALTICA (SN _{CA})		1,18	
NUMERO ESTRUCTURAL BASE GRANULAR (SN _{BG})		0,39	
NUMERO ESTRUCTURAL SUB BASE (SN _{SB})		0,01	
ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO PROPUESTA			
		PROPUESTA	
	TEORICO	ESPESOR	SN (calc)
ESPESOR CARPETA ASFALTICA (cm)	7,2 cm	5,0 cm	0,81
ESPESOR BASE GRANULAR (cm)	7,4 cm	10,0 cm	0,52
ESPESOR SUB BASE GRANULAR (cm)	0,2 cm	10,0 cm	0,43
ESPESOR TOTAL (cm)		25,0 cm	1,76

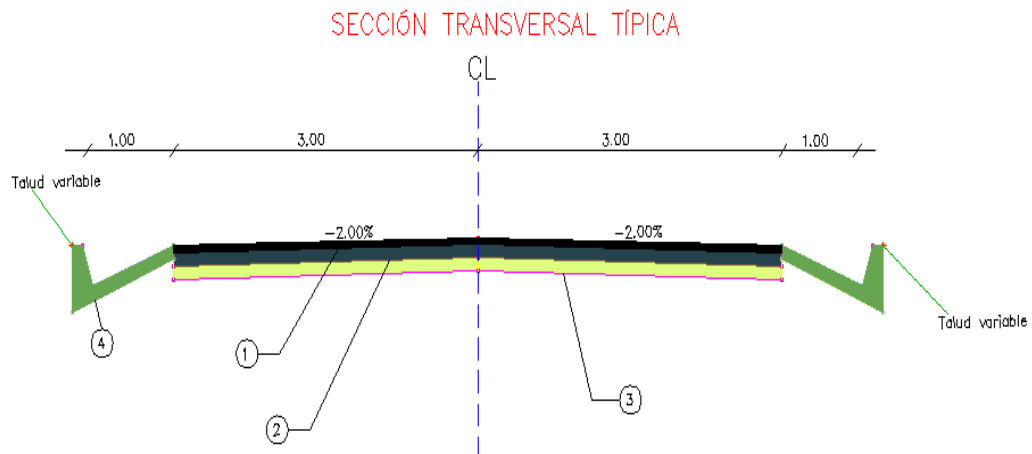
Fuente: (Hoja de Excel AASHTO 93)

Gráfico No.33 Espesores de diseño de la estructura del pavimento



Fuente: Autor

Gráfico No.34 Sección transversal de la vía en proyecto



Fuente: Autor

1. Carpeta asfáltica, $e = 5$ cm.
2. Base granular clase 4, $e = 10$ cm.
3. Sub-base clase 3, $e = 10$ cm.
4. Cuneta revestida de hormigón $f'c = 180$ kg/cm²

Granulometría del Pavimento

Tabla N.- 61 Granulometría para hormigón asfáltico mezclado en planta

Tamiz	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada			
	$\frac{3}{4}$ "	$\frac{1}{2}$ "	$\frac{3}{8}$ "	Nº4
1" (25,4 mm)	100	-	-	-
$\frac{3}{4}$ " (19 mm)	90 – 100	100	-	-
$\frac{1}{2}$ " (12,7 mm)	-	90 – 100	100	-
$\frac{3}{8}$ " (9,50 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 (0,60 mm)	-	-	-	25 – 65
Nº50 (0,30 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: Normas para el diseño geométrico de carretas MTOP-2003

6.7.5 Sistema de drenaje

6.7.5.1 Diseño de Cunetas

Uno de los factores fundamentales en el diseño y mantenimiento de una vía son las cunetas, pues al tener una correcta evacuación de aguas lluvias no se deteriorará con facilidad y rapidez la capa de rodadura.

Como primer paso calculamos el caudal que circulará por la cuneta aplicando la fórmula de Manning:

$$Q = V * A$$

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

Donde:

Q = Caudal de diseño (m³/seg)

V = Velocidad (m/seg)

A = Área de la sección (m²)

n = Coeficiente de rugosidad de Manning

R = Radio hidráulico

J = Pendiente hidráulica (%)

El radio hidráulico se expresa de la siguiente forma:

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

Donde:

A = Área mojada (m²)

P = Perímetro mojado (m)

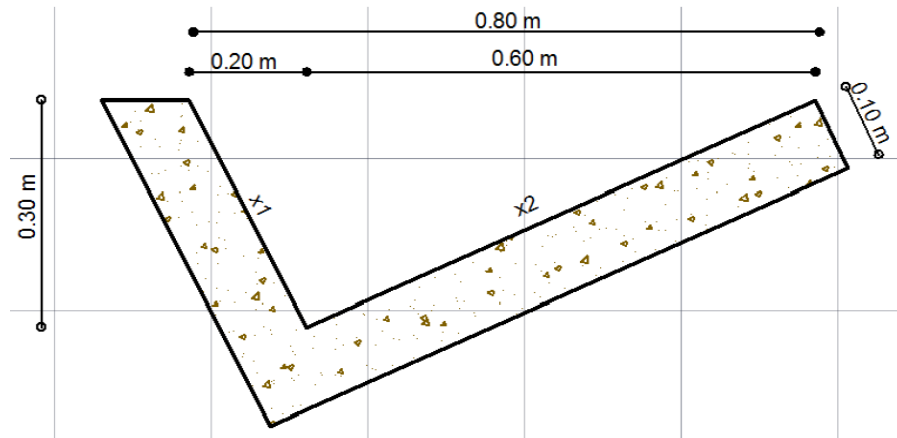
Los coeficientes de rugosidad de Manning se presentan a continuación:

Tabla N.- 62 Coeficientes de rugosidad de Manning

TIPOS DE RECUBRIMIENTOS	COEFICIENTE (n)
Tierra lisa	0,02
Césped con más de 15 cm de profundidad de agua	0,04
Césped con menos de 15 cm de profundidad de agua	0,06
Revestimiento rugoso de piedra	0,04
Cunetas revestidas de hormigón	0,016

Fuente: Libro de Manning

Gráfico No.- 35 Diseño de cuneta



Fuente: Autor

Se considerará que la cuneta trabaja a sección llena, por lo tanto el área mojada será igual al área de la sección de la cuneta:

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

$$Am = \frac{0,80 * 0,30}{2}$$

$$Am = 0,120 \text{ m}^2$$

➤ Perímetro mojado

$$Pm = X1 + X2$$

$$X1 = \sqrt{0,30^2 + 0,60^2}$$

$$X1 = 0,670$$

$$X2 = \sqrt{0,30^2 + 0,20^2}$$

$$X2 = 0,360$$

$$Pm = 0,670 + 0,360$$

$$Pm = 1,03 \text{ m}$$

➤ Radio hidráulico

$$R = \frac{Am}{Pm}$$

$$R = \frac{0,120 \text{ m}^2}{1,03 \text{ m}}$$

$$R = 0,117 \text{ m}$$

➤ Velocidad

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

$$V = \frac{1}{0,016} * 0,117^{\frac{2}{3}} * J^{\frac{1}{2}}$$

$$V = 14,90 * J^{\frac{1}{2}}$$

Reemplazando en la ecuación de continuidad tenemos:

$$Q = V * A$$

$$Q = 14,90 * J^{\frac{1}{2}} * 0,120$$

$$Q = 1,789 * J^{\frac{1}{2}}$$

Para el uso de diferentes pendientes el MTOP aplica algunas sugerencias expresadas a continuación.

Tabla No.- 63 Caudales Admisibles para diferentes Pendientes

J (%)	J	V (m/s)	Q (m ³ /s)
0,5	0,01	1,051	0,126
1,0	0,01	1,486	0,178
1,5	0,02	1,820	0,218
2,0	0,02	2,102	0,252
2,5	0,03	2,350	0,282
3,0	0,03	2,574	0,309
3,5	0,04	2,780	0,334
4,0	0,04	2,972	0,357
5,0	0,05	3,323	0,399
6,0	0,06	3,640	0,437
7,0	0,07	3,932	0,472
8,0	0,08	4,203	0,504
9,0	0,09	4,458	0,535
10,0	0,10	4,699	0,564
11,0	0,11	4,929	0,591
12,0	0,12	5,148	0,618

Fuente: Mecánica de fluidos SCHAUM

Utilizando la fórmula del método racional para determinar el caudal que circula por la cuneta tenemos:

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

Dónde:

Q= Caudal máximo esperado

C= Coeficiente de escurrimiento

I= Intensidad de precipitación pluvial en mm/h

A= Número de hectáreas tributarias

Para el desarrollo de la ecuación revisamos la tabla siguiente:

Tabla No.- 64 Valores de Escorrentía

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

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

POR EL TIPO DE SUELO	C
Terrenos cultivados	0,10
Bosques	0,20

Fuente: MTOP, 2003

Revisando los valores de la tabla anterior obtenemos C:

$$C = 1 - \sum C$$

$$C = 1 - (0,10 + 0,20 + 0,10)$$

$$C = 0,40$$

Intensidad lluvia: se tomó en base a datos del INAMHI, donde la máxima precipitación pluvial registrada es de 23,80.

$$I = \frac{4,14 * T^{0,18} * Pmax}{t^{0,58}}$$

Dónde:

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

t= Tiempo de precipitación de intensidad I

Pmáx= Precipitación máxima en 24 horas

Para encontrar el tiempo de duración se utilizará la ecuación:

$$tc = 0,0195 \left(\frac{L^3}{H} \right)^{0,385}$$

Donde:

tc= Tiempo de concentración en min.

L=Longitud del área de drenaje

H=Desnivel entre el inicio de la cuneta y el punto de descarga en m

Con una pendiente de tramo $i=14\%$ y una longitud máxima de drenaje $L=500$ m, calculamos el tiempo de concentración de la siguiente manera:

$$H=L*i$$

$$H=500*0,14$$

$$H=70 \text{ m}$$

Reemplazando H en la ecuación tenemos:

$$tc = 0,0195 \left(\frac{L^3}{H} \right)^{0,385}$$

$$tc = 0,0195 \left(\frac{500^3}{70} \right)^{0,385}$$

$$tc = 4,98 \text{ min.}$$

De donde reemplazando obtenemos una intensidad de lluvia:

$$I = \frac{4,14 * T^{0,18} * Pmax}{t^{0,58}}$$

$$I = \frac{4,14 * 10^{0,18} * 23,80}{4,98^{0,58}}$$

$$I = 58,77 \text{ mm/h}$$

El área de drenaje de la cuneta para un carril es:

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

$$A = (3 + 0,6) * 500$$

$$A = 1800 \text{ m}^2$$

Reemplazando:

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

$$Q_{\text{máx}} = \frac{0,40 * 58,77 * 0,18}{360}$$

$$Q_{\text{máx}} = 0,012 \text{ m}^3/\text{seg}$$

Obteniendo el Qadm:

$$Q = 1,789 * J^{\frac{1}{2}}$$

$$Q = 1,789 * 0,1^{\frac{1}{2}}$$

$$Q = 0,56 \text{ m}^3/\text{seg}$$

Verificando

$$Q_{adm} > Q_{m\acute{a}x}$$

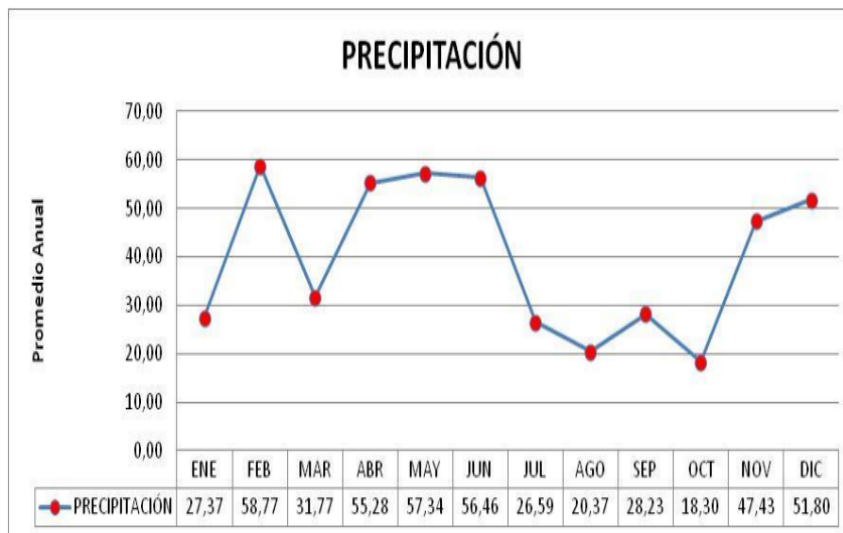
Gráfico No.- 36 Estación Meteorológica Píllaro



Fuente: Información cartográfica base 1:50000 IGM.

Fuente: Información cartográfica

Gráfico No.- 37 Precipitación anual



Fuente: INAMHI

6.7.6 Señalización

6.7.6.1 Señalización Horizontal

Las señales horizontales son marcas efectuadas sobre la superficie de la vía como líneas, símbolos, leyendas u otras indicaciones.

Características

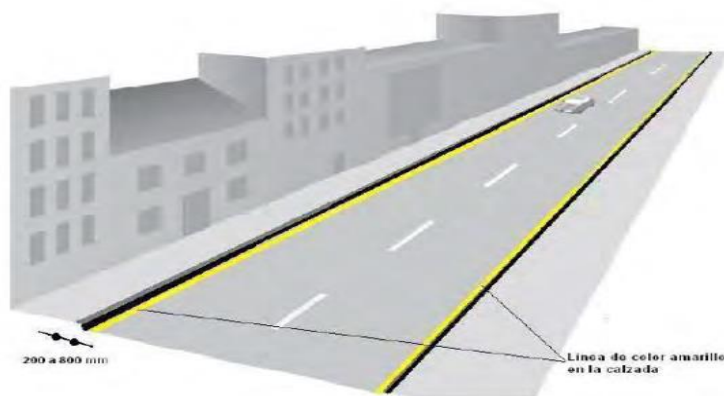
La señalización horizontal son en general blancas y amarillas. Las señalizaciones complementarias pueden ser blancas, amarillas o rojas, debiendo coincidir el color de la línea con el cuerpo del elemento que la contiene, con la excepción de las tachas bicolor.

Se utiliza blanco para indicar líneas que pueden ser traspasadas, el amarillo para señalar líneas que pueden o no ser traspasadas, y rojas que se instalan exclusivamente junto a la línea de borde derecho, que significan peligro y no deben ser cruzadas.

Según su forma las señales horizontales se clasifican en:

- **Líneas Longitudinales.-** Determinan carriles y calzadas; indica zonas con o sin prohibición de adelantar, zonas con prohibición de estacionar; y, carriles de uso exclusivo de determinados tipos de vehículos.

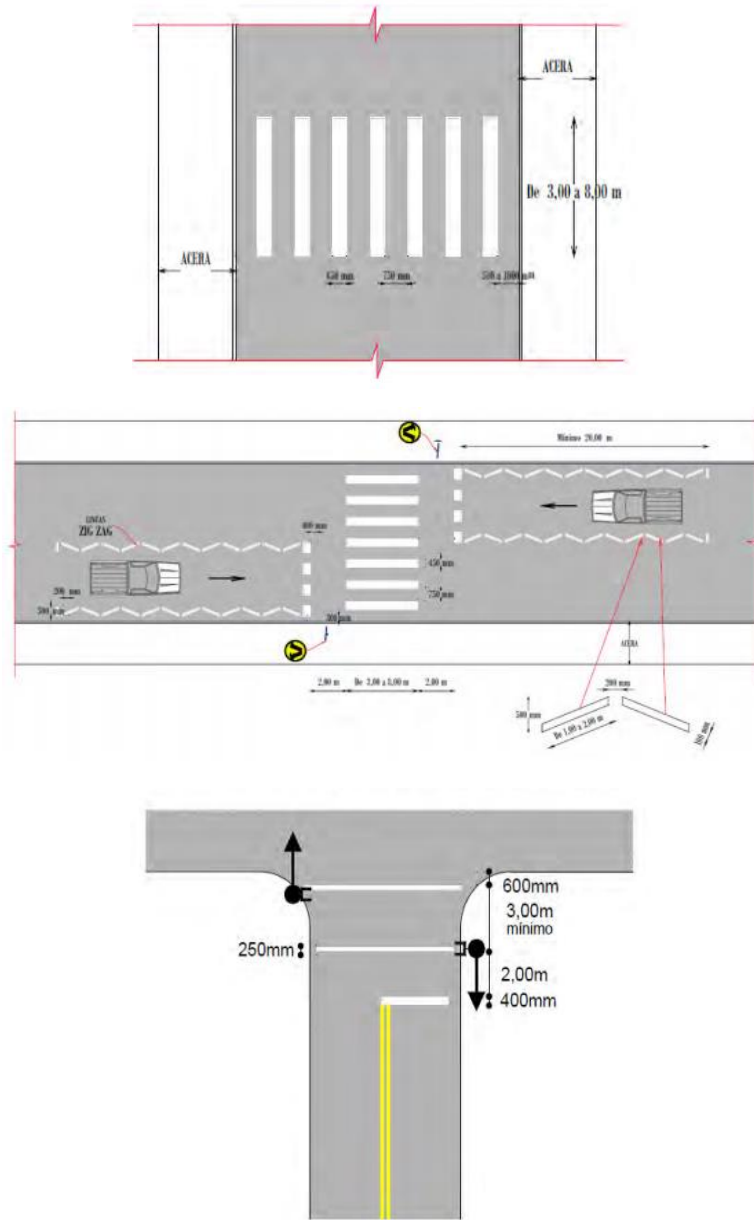
Gráfico No.- 38 Líneas longitudinales



Fuente: NEVI, 2012

- **Líneas Transversales.-** Las encontramos en cruces y nos indican el lugar antes del cual los vehículos deben detenerse y para señalar sendas destinadas al cruce de peatones o de bicicletas.

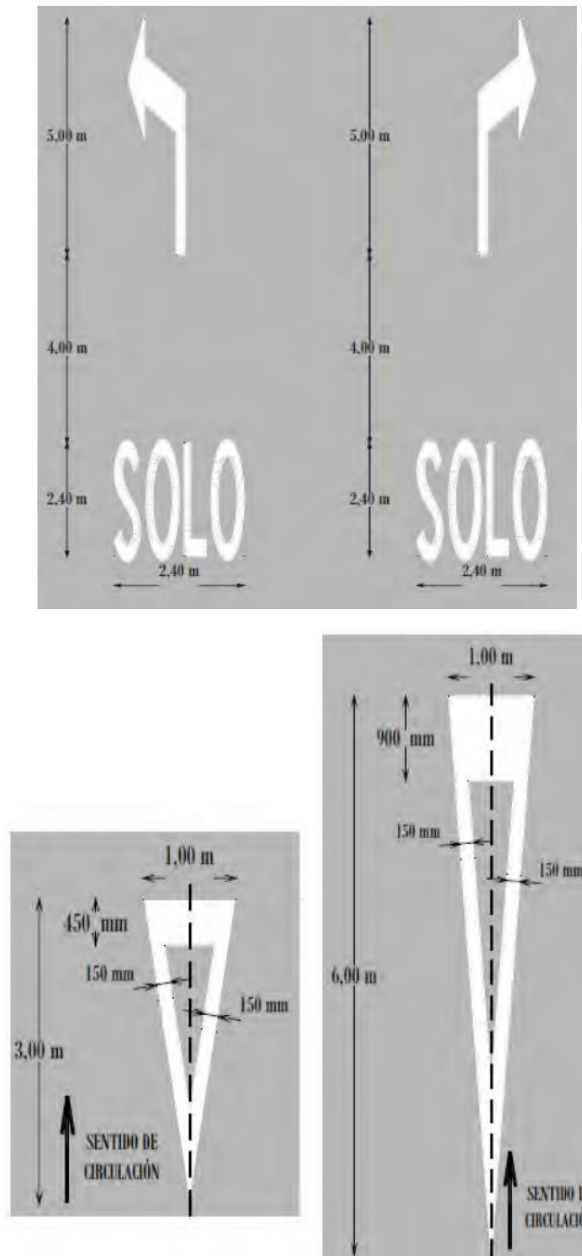
Gráfico No.- 39 Líneas Transversales



Fuente: NEVI, 2012

- **Símbolos y leyendas.**- Guían y advierten al usuario, así como regulan la circulación. Se incluye en este tipo de señalización, flechas, triángulos ceda el paso y leyendas tales como: pare, bus, carril exclusivo, sólo trole, taxis, parada de bus, entre otros.

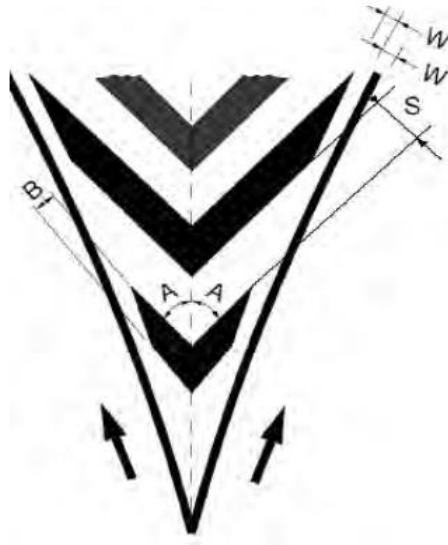
Gráfico No.- 40 Símbolos y leyendas



Fuente: NEVI, 2012

- **Otras señalizaciones:** como chevrones, etc. (INEN 2011).

Gráfico No.- 41 Otras señalizaciones



Fuente: NEVI, 2012

6.7.6.2 Señalización Vertical

La clasificación de esta señalización es:

- **Señalizaciones Reglamentarias (Código R).**

Las señales reglamentarias informan e indican una orden a los usuarios sobre las prohibiciones, restricciones, obligaciones y autorizaciones existentes para el uso de las vías, cuyo incumplimiento constituye una contravención a la Ley y Reglamento de Tránsito.

Características

La mayoría de las señales reglamentarias son de forma rectangular con el eje mayor vertical y tienen orla, leyenda y/o símbolos negros sobre fondo blanco, excepto PARE y CEDA EL PASO.

Dimensiones

Se establecen diferentes dimensiones para condiciones variables de velocidad. Cuando prevalece una condición de mayor velocidad, observará una dimensión más grande para asegurar una reacción más temprana del conductor.

Ubicación

Generalmente están ubicadas al lado derecho de la calzada, pero pueden ubicarse al izquierdo o ambos lados, para reducir al mínimo el tiempo de percepción y reacción del conductor. Algunas están colocadas un poco antes del punto donde se requiere la acción, mientras otras están instaladas en el sitio particular donde se aplica la regulación, en concordancia con las señales horizontales asociadas.

Gráfico No. 42 Señales reglamentarias



R1 - 1

Código No.	Dimensiones (mm)	Dimensiones (mm) y serie de letras
R1 - 1A	600 x 600	200 Ca
R1 - 1B	750 x 750	240 Ca
R1 - 1C	900 x 900	280 Ca



R1-2

Código No.	Dimensiones (mm)	Dimensiones (mm) y serie de letras	
		Línea 1	Línea 2
R1 - 2A	750	120 En	100 Da
R1 - 2B	900	140 En	120 Da
R1 - 2C	1200	160 En	140 Da



R1-3

Código No.	Dimensiones (mm)
R1-3A	450 x 600
R1-3B	600 x 845

Fuente: (INEN, 2011)

➤ **Señales Preventivas (Código P).**

Las señales preventivas alertan a los conductores de peligros potenciales que se encuentren más adelante. Estas señales indican la necesidad de tomar precauciones especiales y requieren de una reducción de la velocidad de circulación o de realizar alguna otra maniobra. Están instaladas a una distancia mínima de 100 m en vías urbanas y a 150 m en vías rurales antes del peligro.

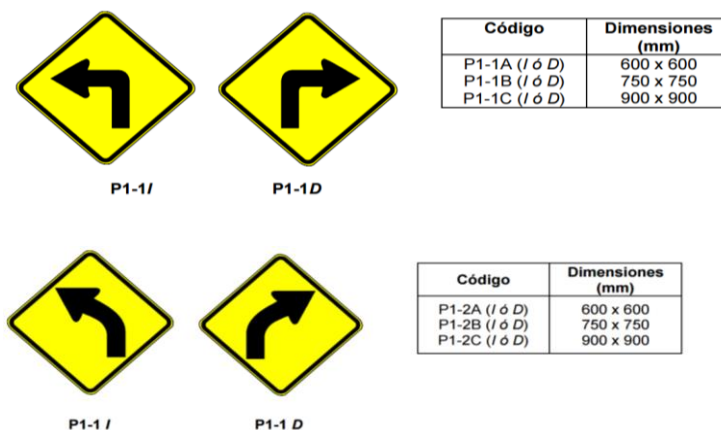
Características

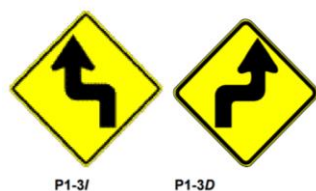
A excepción de las señales preventivas de la serie complementaria, todas las señales tienen la forma de rombo, cuadrado con diagonal vertical, con un símbolo y/o leyendas de color negro y orla negra sobre un fondo amarillo.

Ubicación

Las señales preventivas sirven principalmente para la prevención del conductor que no está familiarizado con la vía. Están colocadas generalmente al lado derecho de la calzada. En áreas urbanas están colocadas a no menos de 50 m ni a más de 100 m delante del sitio de riesgo, mientras en áreas rurales las señales están colocadas a no menos de 75 m ni más de 225 m delante del sitio de riesgo.

Gráfico No. 43 Señales preventivas





Código	Dimensiones (mm)
P1-3A (I ó D)	600 x 600
P1-3B (I ó D)	750 x 750
P1-3C (I ó D)	900 x 900

Fuente: (INEN, 2011)

➤ Señales Informativas (Código P).

Las señales informativas tienen como propósito orientar y guiar a los usuarios viales, proporcionándoles la información necesaria para que puedan llegar a sus destinos de la forma más segura, simple y directa posible.

Características

Generalmente son de forma rectangular con el eje más largo en sentido horizontal. El fondo color verde retrorreflectivo, símbolos, orla y letras color blanco retrorreflectivo.

Gráfico No. 44 Señales informativas



Fuente: (INEN, 2011)

➤ **Señales y dispositivos para trabajos viales y propósitos especiales (Código T).**

Las señales y/o dispositivos para obras viales y propósitos especiales advierten a los usuarios de la vía de condiciones peligrosas temporales, las que pueden afectar a usuarios, trabajadores y equipos utilizados en los trabajos.

Características

Las señales temporales generalmente tienen la forma de rombo, pero existen también señales temporales de forma rectangular con el eje horizontal más largo. La leyenda o símbolos es de color negro mate sobre fondo fluorescente color naranja retrorreflectivo.

Gráfico No. 45 Señales trabajos viales y especiales



T1-1

Código No.	Dimensiones (mm)
T1-1 A	600 x 600
T1-1 B	750 x 750
T1-1 C	900 x 900



T1-2

Código No.	Dimensiones (mm)
T1-2 A	600 x 600
T1-2 B	750 x 750
T1-2 C	900 x 900



T2-2I



T2-2D

Código No.	Dimensiones (mm)
T2-2 A (I o D)	600 x 600
T2-2 B (I o D)	750 x 750
T2-2 C (I o D)	900 x 900

Fuente: (INEN, 2011)

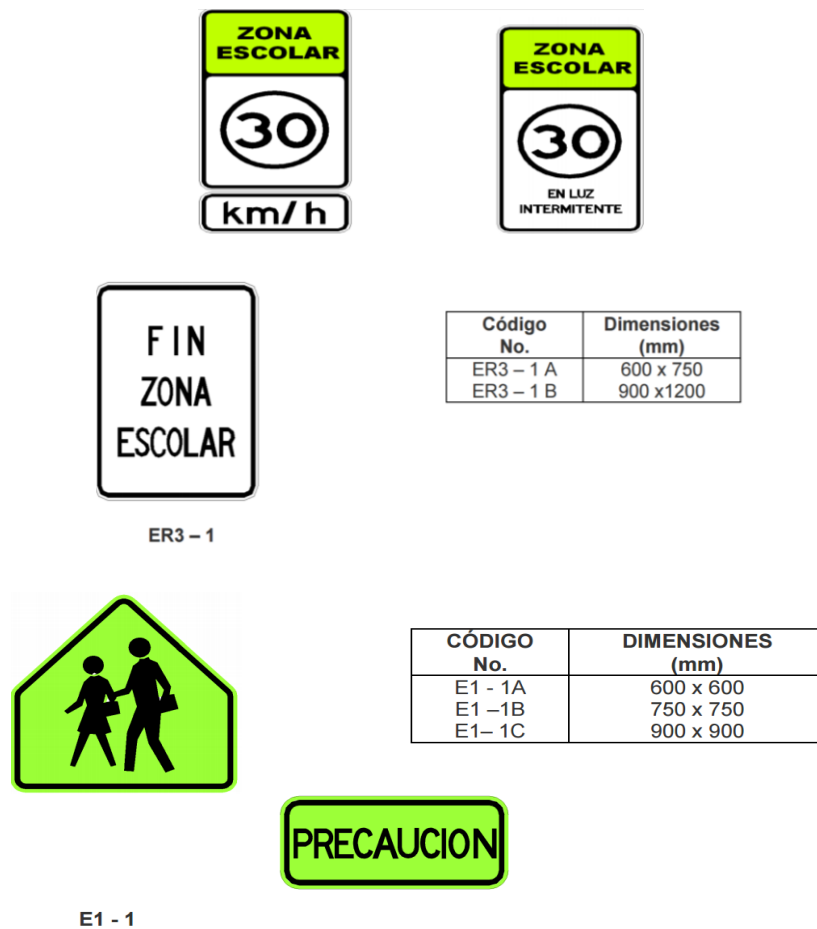
➤ **Señalización para zonas escolares**

Las señales de zonas escolares advierten e informan a los usuarios de las vías sobre la aproximación a un centro educativo y las prioridades en el uso de las mismas, así como las prohibiciones, restricciones, obligaciones y autorizaciones.

Características

Las señales de zonas escolares “Serie E1” son de forma pentagonal y tienen orla, leyenda y/o símbolos negros sobre fondo verde limón. Las señales de zonas escolares “Serie E2” son de forma de rombo y tienen orla, leyenda y/o símbolos negros sobre fondo verde limón.

Gráfico No. 46 Señales para zonas escolares



Fuente: (INEN, 2011)

➤ **Señales turísticas y de servicio**

Las señales turísticas y de servicios son aquellas que sirven para dirigir al conductor o transeúnte a lo largo de su itinerario, proporcionándole información sobre direcciones, sitios de interés y destinos turísticos, servicios y distancias.

Características

Las señales turísticas son rectangulares o cuadradas y dependiendo del tipo de señal son de color verde (informativas de destinos), azul (informativas de servicio turístico), café (pictogramas naturales, culturales); con orla y letras blancas.

Gráfico No. 47 Turísticas y de servicio



Fuente: (INEN, 2011)

➤ **Señalización de riesgo**

Informan y orientan a la población a través de señalización con amenazas por fenómenos de origen natural o socio natural sobre las zonas de amenazas, zonas de prohibido el paso, zonas de seguridad, albergues y refugios, así como las rutas para salir de las zonas expuestas a amenazas y llegar a las zonas de seguridad.

Características

Las señales son rectangulares. Las formas de los pictogramas varían en función del grupo de señal. En la parte inferior contiene información con texto. El color amarillo indica peligro; rojo indica prohibición, y verde indica seguridad.

Gráfico No. 48 Señalización de riesgo



Fuente: (INEN, 2011)

6.7.7 Cálculo de volúmenes

RUBRO 1.- DESBROCE, DESBOSQUE Y LIMPIEZA

DESCRIPCIÓN.-

Este rubro consiste en despejar, cortar, desenraizar y retirar de los sitios de construcción, los árboles, arbustos incluidos sus raíces, hierbas, etc. del terreno para llevar a cabo la obra, en las zonas señaladas por el fiscalizador y/o especificados en los planos.

PROCEDIMIENTO.-

La limpieza será realizada manualmente o con la ayuda de maquinaria según el caso lo requiera.

Los hoyos y cortes que se presenten por la remoción de arbustos y árboles, serán rellenados con material seleccionado y de acuerdo al criterio de la Fiscalización.

Se deberá desalojar todo el material no usado proveniente del desbroce y la limpieza, el mismo que será trasladado y colocado fuera del área de construcción, los mismos que serán depositados en los sitios establecidos por Fiscalización.

MEDICIÓN Y PAGO.-

Se cancelará de acuerdo al área que se haya limpiado en su totalidad, verificando su intervención y su pago se efectuará por hectáreas.

Unidad: Hectárea (ha)

Materiales mínimos: Ninguno

Equipo mínimo: Excavadora sobre oruga, motosierra

Mano de obra mínima calificada: Operador, peón.

CÁLCULO

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 = 5940,0 m

Ancho de faja = 20 m

Área de desbroce, desbosque y limpieza = longitud total del proyecto * ancho de faja

Área de desbroce, desbosque y limpieza = 5940,0 m * 20 m

Área de desbroce, desbosque y limpieza = 118800,0 m²

Área de desbroce, desbosque y limpieza = 11,88 Ha

RUBRO 2.- REPLANTEO Y NIVELACIÓN

DESCRIPCIÓN.-

Se define por replanteo al proceso de trazado y marcado de puntos principales, cuyas longitudes y niveles son trasladados de los planos al terreno donde se construirá el proyecto; como paso previo a la construcción.

PROCEDIMIENTO.-

Se colocarán referencias estables de ejes; las misma que deben permanecer fijas durante todo el proceso de construcción.

El trabajo de replanteo y nivelación deberán ser realizados con aparatos certificados, como: estación total, teodolito, nivel de precisión, cintas métricas, etc.

Las áreas destinadas a la construcción se demarcarán con estacas pintadas y con piola, ubicados en los sitios exactos para llevar a cabo las excavaciones y rellenos necesarios de acuerdo a las abscisas y cotas del proyecto presentes en los planos y/o órdenes del fiscalizador.

MEDICIÓN Y PAGO.-

Para este rubro se medirá el área del terreno replanteada y su pago se realizará por kilómetro (Km)

Unidad: Kilómetro (km)

Materiales mínimos: Estacas, clavos, pintura.

Equipo mínimo: Equipo de Topografía, herramienta menor.

Mano de obra mínima calificada: Topógrafo, Cadenero

CÁLCULO

El replanteo a realizarse tiene una longitud de:

Longitud total del proyecto = 5940,0 m = 5,94 Km

RUBRO 3.- EXCAVACIÓN SIN CLASIFICAR

DESCRIPCIÓN.-

Este rubro hace referencia a los trabajos de excavación de cualquier material sin importar su naturaleza de origen.

Toso material producto de estas excavaciones, a criterio del Fiscalizador, podrá ser utilizado para la construcción de terraplenes o rellenos, o también incorporado en la obra, de acuerdo a los planos.

PROCEDIMIENTO.-

Mediante el estudio de mecánica de suelos proporcionara los resultados sobre la calidad de terreno, siendo estos estudios de suelo obligatorios para todo tipo de obra. Parte del material excavado (tierra) será ocupado luego para el relleno de la excavación de los mismos hasta llegar a los niveles indicados.

MEDICIÓN Y PAGO.-

Se cubicará el volumen de la excavación para verificar lo ejecutado con los planos del proyecto. Su pago será por metro cúbico (m^3)

Unidad: Metro cúbico (m^3)

Equipo: Excavadora, Herramienta menor.

Mano de obra mínima calificada: Operador, peón.

CÁLCULO.-

Volumen de corte en el diseño = $44367,03m^3$

Volumen Total = $44367,03 m^3$

RUBRO 4.- EXCAVACIÓN Y CONFORMACIÓN PARA CUNETAS

DESCRIPCIÓN.-

Este trabajo consistirá en la excavación o relleno para la conformación de la construcción de zanjas dentro y adyacentes a la zona del camino, hasta llegar a las cotas señaladas en los planos y/u ordenadas por el Fiscalizador mismas que servirán para recoger y evacuar las aguas superficiales del proyecto.

PROCEDIMIENTO.-

Consiste en excavar las cunetas en base a la sección detallada en los planos, compactar el suelo para luego realizar los trabajos complementarios.

MEDICIÓN Y PAGO.-

Se cubicará el volumen de la excavación realmente ejecutada según planos del proyecto o indicaciones del fiscalizador. Su pago será por metro cúbico (m^3)

Unidad: Metro cúbico (m^3)

Equipo: Excavadora, Herramienta menor.

Mano de obra mínima calificada: Operador, peón, maestro mayor obras civiles.

CÁLCULO.-

Área = $0,9 m * 0,45 m$

Longitud = $5940 m * 2$ (ubicados a los dos lados de la vía)

Longitud total = $11880 m$

Volumen total = $11880 m * 0,405 m^2 = 4811,4 m^3$

RUBRO 5. – LIMPIEZA DE DERRUMBES

DESCRIPCIÓN.-

Se estima como un 10 % del volumen total de excavación sin clasificar.

PROCEDIMIENTO.-

La operación comprende todos los trabajos necesarios para limpiar de forma selectiva de acuerdo con lo especificado.

MEDICIÓN Y PAGO.-

Se cubicará el volumen de la excavación realmente ejecutada según planos del proyecto o indicaciones del fiscalizador. Su pago será por metro cúbico (m³)

Unidad: Metro cúbico (m³)

Equipo: Excavadora, Herramienta menor.

Mano de obra mínima calificada: Operador, peón, maestro mayor obras civiles.

CÁLCULO.-

Para este rubro se ha considerado un 10% de la excavación sin clasificar.

Limpieza de derrumbes = 44367,03m³* 0,10

Limpieza de derrumbes = 4436,703 m³

RUBRO 6.- HORMIGÓN SIMPLE F´C = 180 Kg/cm2 PARA CUNETAS

DESCRIPCIÓN.-

Este rubro hace referencia al uso de hormigón simple, de resistencia a la compresión de f´c = 180 Kg/cm2 a los 28 días, utilizando como la base de apoyo de elementos estructurales además, incluye el proceso de fabricación, encofrado, vertido y curado del hormigón.

PROCEDIMIENTO.-

El hormigón cumplirá con lo indicado en la especificación técnica de “Preparación, transporte, vertido y curado del hormigón” del presente proyecto en ejecución.

No se permitirá verter el hormigón desde alturas superiores a 2,0 m por la disgregación de materiales. Este hormigón debe cumplir la resistencia a la compresión de $f'c = 180 \text{ Kg/cm}^2$ a los 28 días.

MEDICIÓN Y PAGO.-

Su pago será por metro cúbico (m^3)

Unidad: Metro cúbico (m^3)

Materiales mínimos: Cemento, arena gruesa, ripio triturado, agua potable; que cumplirán con las especificaciones técnicas de materiales, pingo, clavos de 2" a 4", aceite quemado, agua.

Equipo mínimo: Concretera, Herramienta general.

Mano de obra mínima calificada: Maestro mayor, albañil, peón, carpintero

CÁLCULO.-

Longitud de hormigón = Área cuneta * (Longitud + Descarga) *# lados

Longitud de hormigón = $0,111 * (5940 + 200) * 2$

Total de Hormigón = $1363,08 \text{ m}^3$

RUBRO 7.- MATERIAL SUBBASE CLASE 3

DESCRIPCIÓN.-

Este trabajo consistirá en la construcción de capas de sub-base compuestas por agregados obtenidos por proceso de trituración o de cribado, y deberá cumplir los requerimientos especificados en las normas correspondientes.

PROCEDIMIENTO.-

Colocación.- Previo a realizar el trabajo, el área a rellenarse deberá estar libre de todo material orgánico, basuras, escombros, y toda sustancia extraña.

Compactación.- Cada una de las capas de material colocada en el relleno deberá ser humedecida u oreada hasta logara el contenido de humedad adecuado para obtener la compactación requerida, luego de lo cual se procederá a compactarla con el equipo mecánico apropiado.

MEDICIÓN Y PAGO.-

Su pago será por metro cúbico (m^3)

Unidad: Metro cúbico (m^3)

Equipo mínimo: El contratista debe disponer en la obra todo el equipo necesario, autorizado por el fiscalizador.

Mano de obra mínima calificada: Operadores, Chofer (licencia tipo E), maestro de obra, peón.

CÁLCULO.-

Volumen Sub-Base Clase 3 = $3564 m^3$

Volumen Sub-Base Clase 3 = $3564 m^3 * 1,10$ (factor de sobre ancho)

Volumen Total = $3920,4 m^3$

RUBRO 8.- MATERIAL BASE CLASE 4

DESCRIPCIÓN.-

Cuando se haya especificado el empleo de este tipo de agregados, los materiales se obtendrán por trituración o cribado de grava natural, para la obtención de fragmentos limpios y durables.

MEDICIÓN Y PAGO.-

Su pago será por metro cúbico (m^3)

Unidad: Metro cúbico (m^3)

Equipo mínimo: El contratista debe disponer en la obra todo el equipo necesario, autorizado por el fiscalizador.

Mano de obra mínima calificada: Operadores, Chofer (licencia tipo E), maestro de obra, peón.

CÁLCULO.-

Volumen Sub-Base Clase 3 = 3564 m³

Volumen Sub-Base Clase 3 = 3564 m³ * 1,10 (factor de sobre ancho)

Volumen Total = 3920,4 m³

RUBRO 9.- TRANSPORTE DE MATERIA DESALOJADO

DESCRIPCIÓN.-

Se considera en este rubro a todo el material que proviene de las excavaciones autorizadas y que no sean requeridos para relleno.

MEDICIÓN Y PAGO.-

Su pago será por metro cúbico (m³)

Unidad: Metro cúbico (m³)

Equipo mínimo: El contratista debe disponer en la obra todo el equipo necesario, autorizado por el fiscalizador.

Mano de obra mínima calificada: Operadores, Chofer (licencia tipo E), maestro de obra, peón.

CÁLCULO.-

Volumen de desalojo = 44367,03m³

RUBRO 10.- CAPA DE RODADURA ASFÁLTICA MEZCLADO EN PLANTA e = 2” (INCLUIDO IMPRIMACIÓN)

DESCRIPCIÓN.-

Imprimación: Constituirá el suministro y distribución de material bituminoso, con aplicación de asfalto diluido de curado medio.

Riego Bituminoso de Adherencia: Este paso se trata del suministro y distribución del material bituminoso sobre el pavimento.

Compactación y Acabado: Se trata a la compactación con un rodillo liso o con rodillo neumático, esto se realizará hasta lograr una superficie compacta y uniforme.

MEDICIÓN.-

Su pago será por metro cuadrado (m²)

Unidad: Metro cuadrado (m²)

CÁLCULO.-

Área de asfalto = 35640 m²

Subtotal Área de asfalto = 35640 m² * 1,10

Área total de asfalto = 39204,00 m²

RUBRO 11.- POZOS RECEPTORES PARA DESCARGA DE CUNETAS

DESCRIPCIÓN.-

Estos pozos receptores serán los encargados de recoger las aguas lluvias que circulan por las cunetas estos serán colocados en los puntos bajos de la vía con el fin de evitar inundaciones en a vía.

MEDICIÓN.-

Su pago será por unidad como se demuestra en el análisis de precios (U)

Unidad: Unidad (U)

Equipo mínimo: Herramienta menor, concretera.

Mano de obra mínima calificada: Maestro mayor, albañil, peón

CÁLCULO.-

De estudio.- 18 Unidades

RUBRO 12.- SEÑALES HORIZONTALES

DESCRIPCIÓN.-

Consiste en la aplicación de marcas permanentes sobre el pavimento terminado, de acuerdo con estas especificaciones, disposiciones especiales.

PROCEDIMIENTO.-

Las superficies en las cuales las marcas serán aplicadas, estarán limpias, secas y libres de polvo, de suciedad, de acumulación de asfalto, de grasa u otros materiales nocivos.

Las franjas 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. Las flechas y las letras tendrán las dimensiones que se indiquen en los planos. Estas marcas deben ser nítidas con apariencia satisfactoria tanto de noche como de día, caso contrario, serán corregidas por el contratista sin pago adicional.

MEDICIÓN Y PAGO.-

La medición será de acuerdo a la cantidad pintada. Su pago será por metro lineal (m)

Unidad: Metro lineal (m)

Materiales mínimos: Pintura de tráfico.

Equipo mínimo: Camioneta, mecanismo rociador.

Mano de obra mínima calificada: Chofer, peón

CÁLCULO.-

Longitud de la vía = 5940 m * 3,0 = 17820 ml

RUBRO 13.- SEÑALES ECOLÓGICAS (2,40 * 1,20) M

DESCRIPCIÓN.-

Se deberá proporcionar una adecuada rotulación ambiental informativa orientada al respeto del medio ambiente y al cuidado del mismo. Estos deberán cumplir las dimensiones especificadas.

Estas señales identifican destinos y rutas, son de forma rectangular y de color verde, azul, negro.

MEDICIÓN Y PAGO.-

Su pago será por unidad (U)

CÁLCULO.- Del estudio: 5 Unidades

RUBRO 14.- SEÑALES INFORMATIVAS (2,40 * 1,20) M

DESCRIPCIÓN.-

Las señales informativas tienen como propósito orientar y guiar a los usuarios viales, proporcionándoles la información necesaria para que puedan llegar a sus destinos de la forma más segura, simple y directa posible.

MEDICIÓN Y PAGO.-

Su pago será por unidad (U)

CÁLCULO.-

Del estudio: 7 Unidades

RUBRO 15.- SEÑALES REGLAMENTARIAS (0,75 * 0,75) M

DESCRIPCIÓN.-

Las señales reglamentarias 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 se considera una infracción a las leyes de tránsito.

MEDICIÓN Y PAGO.-

Los rótulos y señales se pagarán por unidad, con el precio unitario establecido en el contrato.

CÁLCULO.-

Del estudio:

12 Unidades

RUBRO 16.- SEÑALES PREVENTIVAS (0,75 * 0,75) M

DESCRIPCIÓN.-

Las señales preventivas se usan para advertir a los usuarios de las vías sobre condiciones potencialmente peligrosas en o junto a una vía.

MEDICIÓN Y PAGO.-

Los rótulos y señales se pagarán por unidad, con el precio unitario establecido en el contrato.

CÁLCULO.-

Del estudio:

20 Unidades

RUBRO 17.- COMUNICACIONES RADIAES

MEDICIÓN Y PAGO.-

Este rubro se paga en unidades (U)

CÁLCULO.-

Del estudio:

100 Unidades

6.7.8 Presupuesto referencial

Tabla No. 65 Presupuesto Referencial

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL				
TABLA DE DESCRIPCIÓN DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS						
No.	Rubro/Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Precio global	
1	DESBROCE, DESBOSQUE Y LIMPIEZA	HA	11,88	510,34	6062,84	
2	REPLANTEO Y NIVELACIÓN	KM	5,94	608,86	3616,63	
3	EXCAVACIÓN SIN CLASIFICAR	M ³	44367,03	0,84	37268,31	
4	EXCAVACIÓN Y CONFORMACIÓN PARA CUNETAS	M ³	4811,4	3,35	16118,19	
5	LIMPIEZA DE DERRUMBES	M ³	4436,703	1,66	7364,93	
6	HORMIGÓN SIMPLE F' C = 180 Kg/cm ² PARA CUNETAS	M ³	1363,08	163,77	223231,61	
7	MATERIAL SUBBASE CLASE 3	M ³	3920,4	12,34	48377,74	
8	MATERIAL BASE CLASE 4	M ³	3920,4	15,49	60726,99	
9	TRANSPORTE DE MATERIA DESALOJADO	M ³	44367,03	0,99	43923,36	
10	CAPA DE RODADURA ASFÁLTICA MEZCLADO EN PLANTA e = 2" (INCLUIDO IMPRIMACIÓN)	M ²	39204,0	10,66	417914,64	
11	POZOS RECEPTORES PARA DESCARGA DE CUNETAS	U	18	105,54	1899,72	
12	SEÑALES HORIZONTALES	ML	17820	0,45	8019	
13	SEÑALES ECOLÓGICAS (2,40 * 1,20) M	U	5	252,88	1264,4	
14	SEÑALES INFORMATIVAS (2,40 * 1,20) M	U	7	252,88	1770,16	
15	SEÑALES REGLAMENTARIAS (0,75 * 0,75) M	U	12	129,50	1550,40	
16	SEÑALES PREVENTIVAS (0,75 * 0,75) M	U	20	129,50	2590,0	
17	COMUNICACIONES RADIAES	U	100	3,44	344,0	
TOTAL						881273,11

Fuente. Autor

6.7.8.1 CRONOGRAMA VALORADO

No	Rubro/Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Precio global	1 MES					2 MES					3 MES					4 MES					5 MES					6 MES					
						1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
1	DESBROCE, DESBOSQUE Y LIMPIEZA	HA	11,88	510,34	6062,84	2030					2030					2002,839																				
2	REPLANTEO Y NIVELACION	KM	5,94	608,86	3616,63	723,326					723,326					723,326					723,326					723,324										
3	EXCAVACION SIN CLASIFICAR	M ³	44367,03	0,84	37268,31	9317					9317					9317					9317,095															
4	EXCAVACION Y CONFORMACION PARA CUNETAS	M ³	4811,4	3,35	16118,19																8059,095					8059,095										
5	LIMPIEZA DE DERRUMBES	M ³	7423,503	1,66	7364,93	1200					2300					2300					1564,927															
6	HORMIGON SIMPLE F' C = 180 Kg/cm2 PARA CUNETAS	M ³	1363,08	163,77	223231,61																52815,807					111615,805					58800,0					
7	MATERIAL SUBBASE CLASE 3	M ³	3920,4	12,34	48377,74	8062,956					16125,912					16125,912					8062,956															
8	MATERIAL BASE CLASE 4	M ³	3920,4	15,49	60726,99						20243,0					20243,0					20240,996															
9	TRANSPORTE DE MATERIA DESALOJADO	M ³	74235,03	0,99	43923,36	14641,12					14641,12					14641,12																				
10	CAPA DERODADURA ASFALTICA MEZCLADO EN PLANTA e = 2" (INCLUIDO IMPRIMACION)	M ²	39204,0	10,66	417914,64																					104478,66					313435,98					
11	POZOS RECEPTORES PARA DESCARGA DE CUNETAS	U	18	105,54	1899,72																474,930					949,860					474,930					
12	SENALES HORIZONTALES	ML	17820	0,45	8019																					8019,0										
13	SENALES ECOLOGICAS (2,40 * 1,20) M	U	5	252,88	1264,4																										1264,40					
14	SENALES INFORMATIVAS (2,40 * 1,20) M	U	7	252,88	1770,16																										1770,16					
15	SENALES REGLAMENTARIAS (0,75 * 0,75) M	U	12	65,05	780,6																										780,60					
16	SENALES PREVENTIVAS (0,75 * 0,75) M	U	20	129,50	2590,0																										2590,0					
17	COMUNICACIONES RADIAES	U	100	3,44	344,0						86,0					86,0					86,0										86,0					
INVERSION						881273,11	35974,47					65466,43					65439,27					101345,13					233845,74					379202,07				
AVANCE PARCIAL EN PORCENTAJE							4,08 %					7,43 %					7,43 %					11,50 %					26,53 %					40,03 %				
INVERSION ACUMULADA							35974,47					101440,90					166880,17					268225,30					502071,04					881273,11				
AVANCE ACUMULADO EN PORCENTAJE							4,08 %					11,51 %					18,94 %					30,44 %					56,97 %					100,00 %				

6.8 BIBLIOGRAFÍA

1. Pavimentos (Fundamentos Teóricos Guías para Diseño) Tomo I – Fernando Sánchez Sabogal.
 2. Diseño Geométrico de Carreteras – Jame Cárdenas Grisales (Segunda Edición)
 3. Ingeniería de Pavimentos -Fundamentos, Estudios Básicos y Diseño (3 Edición Tomo I)
 4. http://www.pillaro-turistico.com/index.php?option=com_content&view=article&id=11&Itemid=40
 5. <https://onedrive.live.com/view.aspx?Bsrc=Share&Bpub=SDX.SkyDrive&resid=D665FF7498F1B6A7!257&cid=d665ff7498f1b6a7&app=Word&authkey=!Asv1YGpT0Xrk-zg>
- https://es.wikipedia.org/wiki/Hip%C3%B3tesis_nula
- <http://html.rincondelvago.com/hipotesis-de-investigacion.html>

6.9 ANEXOS

6.9.1 MODELO DE ENCUESTA



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

**ENCUESTA DIRIGIDA A LOS MORADORES DE LAS COMUNAS DE
CHAUPILOMA, SAN JUAN DE RUMIPUNGO, CARDO SANTO Y
HUAPANTE GRANDE**

FECHA:.....

LOCALIDAD:.....

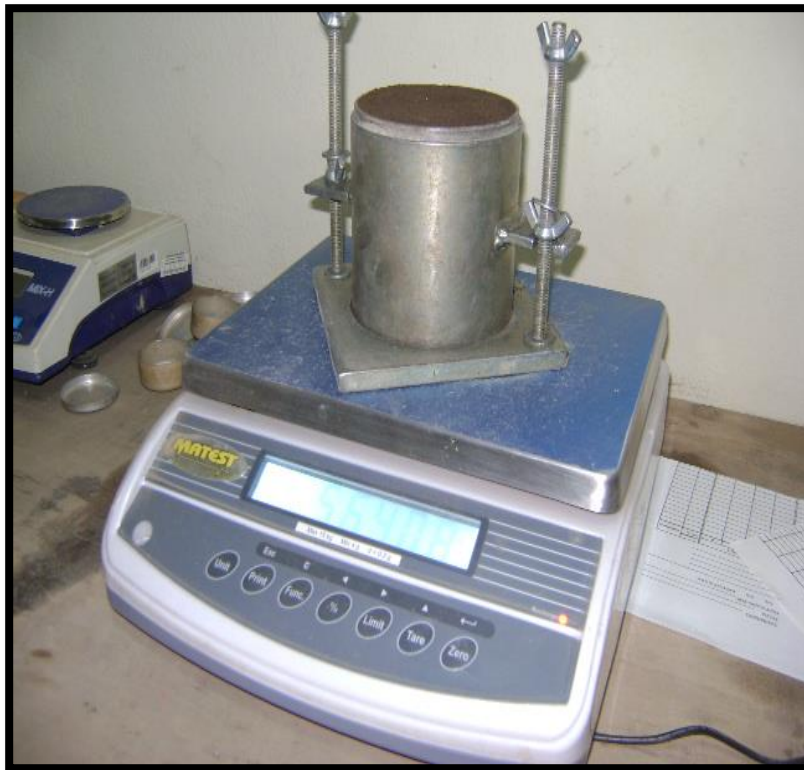
1. ¿Cómo considera usted la condición actual de la vía?
Buena ()
Regular ()
Mala ()
2. ¿Cree usted que el mal estado de la vía influye en la comercialización de productos de la zona?
SI () NO ()
3. ¿Considera usted que el desarrollo socio-económico de la zona sería favorecido con el mejoramiento de la vía?
SI () NO ()
4. ¿A qué actividad laboral se dedica?
.....
5. ¿Cómo considera usted la comercialización de productos?
Buena ()
Regular ()
Mala ()
6. ¿En época de invierno el sendero por el que transita le presenta dificultades para transitar por él?
SI () NO ()

6.9.2 ANEXO FOTOGRÁFICO









6.9.3 ANEXO 2: CONTEO DE TRÁFICO

HORA	LIVIANOS	BUSES	PESADOS				TOTAL	TOTAL ACUMULADO
			2 EJES	3 EJES	4 EJES	5EJES		
			6:00 - 6:15	1	0	1		
6:15 - 6:30	2	0	0	0	0	0	2	0
6:30 - 6:45	3	0	0	0	0	0	3	0
6:45 - 7:00	1	0	0	0	0	0	1	8
7:00 - 7:15	5	0	0	0	0	0	5	11
7:15 - 7:30	1	0	0	0	0	0	1	10
7:30 - 7:45	1	0	0	0	0	0	1	8
7:45 - 8:00	1	0	0	1	0	0	2	9
8:00 - 8:15	0	0	0	0	0	0	0	4
8:15 - 8:30	1	0	0	0	0	0	1	4
8:30 - 8:45	1	0	1	0	0	0	2	5
8:45 - 9:00	2	0	0	0	0	0	2	5
9:00 - 9:15	1	0	0	0	0	0	1	6
9:15 - 9:30	0	0	0	0	0	0	0	5
9:30 - 9:45	2	0	0	0	0	0	2	5
9:45 - 10:00	0	0	0	0	0	0	0	3
10:00 - 10:15	1	0	0	0	0	0	1	3
10:15 - 10:30	0	0	0	0	0	0	0	3
10:30 - 10:45	1	0	0	0	0	0	1	2
10:45 - 11:00	0	0	0	0	0	0	0	2
11:00 - 11:15	2	0	0	0	0	0	2	3
11:15 - 11:30	2	0	0	0	0	0	2	5
11:30 - 11:45	2	0	1	0	0	0	3	7
11:45 - 12:00	0	0	0	0	0	0	0	7
12:00 - 12:15	5	0	0	0	0	0	5	10
12:15 - 12:30	5	0	0	0	0	0	5	13
12:30 - 12:45	5	0	0	0	0	0	5	15
12:45 - 13:00	6	0	0	0	0	0	6	21
13:00 - 13:15	4	0	0	0	0	0	4	20
13:15 - 13:30	0	0	0	0	0	0	0	15
13:30 - 13:45	2	0	0	0	0	0	2	12
13:45 - 14:00	1	0	0	0	0	0	1	7
14:00 - 14:15	0	0	0	0	0	0	0	3
14:15 - 14:30	1	0	1	0	0	0	2	5
14:30 - 14:45	2	0	0	0	0	0	2	5
14:45 - 15:00	0	0	0	0	0	0	0	4
15:00 - 15:15	2	0	0	0	0	0	2	6
15:15 - 15:30	1	0	0	0	0	0	1	5
15:30 - 15:45	2	0	0	0	0	0	2	5
15:45 - 16:00	2	0	0	0	0	0	2	7
16:00 - 16:15	0	0	0	0	0	0	0	5
16:15 - 16:30	1	0	0	0	0	0	1	5
16:30 - 16:45	1	0	0	0	0	0	1	4
16:45 - 17:00	1	0	0	0	0	0	1	3
17:00 - 17:15	1	0	0	0	0	0	1	4
17:15 - 17:30	2	0	0	0	0	0	2	5
17:30 - 17:45	2	0	1	0	0	0	3	7
17:45 - 18:00	0	0	0	0	0	0	0	6
TOTAL	77	0	5	0	0	0	82	
	93,90	0,00	6,10	0,00	0,00	0,00	100	

HORA	LIVIANOS	BUSES	PESADOS				TOTAL	TOTAL ACUMULADO
			2 EJES	3 EJES	4 EJES	5EJES		
6:00 - 6:15	0	0	0	0	0	0	0	
6:15 - 6:30	0	0	0	0	0	0	0	
6:30 - 6:45	1	0	0	0	0	0	1	
6:45 - 7:00	2	0	0	0	0	0	2	
7:00 - 7:15	3	0	0	0	0	0	3	
7:15 - 7:30	0	0	1	0	0	0	1	
7:30 - 7:45	0	0	0	0	0	0	0	
7:45 - 8:00	0	0	0	0	0	0	0	
8:00 - 8:15	1	0	0	0	0	0	1	
8:15 - 8:30	2	0	0	0	0	0	2	
8:30 - 8:45	0	0	0	0	0	0	0	
8:45 - 9:00	1	0	0	0	0	0	1	
9:00 - 9:15	1	0	0	0	0	0	1	
9:15 - 9:30	1	0	0	0	0	0	1	
9:30 - 9:45	0	0	0	0	0	0	0	
9:45 - 10:00	0	0	0	0	0	0	0	
10:00 - 10:15	3	0	0	0	0	0	3	
10:15 - 10:30	1	0	0	0	0	0	1	
10:30 - 10:45	1	0	0	0	0	0	1	
10:45 - 11:00	1	0	0	0	0	0	1	
11:00 - 11:15	0	0	0	0	0	0	0	
11:15 - 11:30	1	0	0	0	0	0	1	
11:30 - 11:45	2	0	0	0	0	0	2	
11:45 - 12:00	1	0	0	0	0	0	1	
12:00 - 12:15	4	0	0	0	0	0	4	
12:15 - 12:30	2	0	0	0	0	0	2	
12:30 - 12:45	1	0	0	0	0	0	1	
12:45 - 13:00	4	0	0	0	0	0	4	
13:00 - 13:15	5	0	0	0	0	0	5	
13:15 - 13:30	1	0	0	0	0	0	1	
13:30 - 13:45	1	0	0	0	0	0	1	
13:45 - 14:00	1	0	0	0	0	0	1	
14:00 - 14:15	1	0	0	1	0	0	2	
14:15 - 14:30	1	0	0	0	0	0	1	
14:30 - 14:45	2	0	1	0	0	0	3	
14:45 - 15:00	2	0	0	0	0	0	2	
15:00 - 15:15	2	0	0	0	0	0	2	
15:15 - 15:30	0	0	0	0	0	0	0	
15:30 - 15:45	1	0	0	0	0	0	1	
15:45 - 16:00	2	0	0	0	0	0	2	
16:00 - 16:15	2	0	0	0	0	0	2	
16:15 - 16:30	1	0	0	0	0	0	1	
16:30 - 16:45	0	0	0	0	0	0	0	
16:45 - 17:00	2	0	0	0	0	0	2	
17:00 - 17:15	1	0	0	0	0	0	1	
17:15 - 17:30	2	0	0	0	0	0	2	
17:30 - 17:45	2	0	0	0	0	0	2	
17:45 - 18:00	0	0	0	0	0	0	0	
TOTAL	63	0	2	0	0	0	65	
	96,92	0,00	3,08	0,00	0,00	0,00	100	

HORA	LIVIANOS	BUSES	PESADOS				TOTAL	TOTAL ACUMULADO
			2 EJES	3 EJES	4 EJES	5EJES		
6:00 - 6:15	0	0	0	0	0	0	0	
6:15 - 6:30	1	0	0	0	0	0	1	
6:30 - 6:45	4	0	0	0	0	0	4	
6:45 - 7:00	2	0	0	0	0	0	2	
7:00 - 7:15	4	0	0	0	0	0	4	
7:15 - 7:30	2	0	0	0	0	0	2	
7:30 - 7:45	1	0	0	0	0	0	1	
7:45 - 8:00	0	0	0	1	0	0	1	
8:00 - 8:15	3	0	0	0	0	0	3	
8:15 - 8:30	2	0	0	0	0	0	2	
8:30 - 8:45	1	0	0	0	0	0	1	
8:45 - 9:00	0	0	0	0	0	0	0	
9:00 - 9:15	1	0	0	0	0	0	1	
9:15 - 9:30	0	0	0	0	0	0	0	
9:30 - 9:45	0	0	0	0	0	0	0	
9:45 - 10:00	0	0	0	0	0	0	0	
10:00 - 10:15	3	0	0	0	0	0	3	
10:15 - 10:30	2	0	0	0	0	0	2	
10:30 - 10:45	4	0	1	0	0	0	5	
10:45 - 11:00	1	0	0	0	0	0	1	
11:00 - 11:15	2	0	0	0	0	0	2	
11:15 - 11:30	0	0	0	0	0	0	0	
11:30 - 11:45	2	0	0	0	0	0	2	
11:45 - 12:00	2	0	0	0	0	0	2	
12:00 - 12:15	1	0	0	0	0	0	1	
12:15 - 12:30	4	0	0	0	0	0	4	
12:30 - 12:45	2	0	0	0	0	0	2	
12:45 - 13:00	5	0	0	0	0	0	5	
13:00 - 13:15	3	0	0	0	0	0	3	
13:15 - 13:30	2	0	0	0	0	0	2	
13:30 - 13:45	1	0	0	0	0	0	1	
13:45 - 14:00	3	0	0	0	0	0	3	
14:00 - 14:15	3	0	0	0	0	0	3	
14:15 - 14:30	3	0	0	0	0	0	3	
14:30 - 14:45	1	0	0	0	0	0	1	
14:45 - 15:00	1	0	0	0	0	0	1	
15:00 - 15:15	2	0	0	0	0	0	2	
15:15 - 15:30	3	0	0	0	0	0	3	
15:30 - 15:45	2	0	0	0	0	0	2	
15:45 - 16:00	1	0	1	0	0	0	2	
16:00 - 16:15	2	0	0	0	0	0	2	
16:15 - 16:30	1	0	0	0	0	0	1	
16:30 - 16:45	1	0	0	0	0	0	1	
16:45 - 17:00	2	0	0	0	0	0	2	
17:00 - 17:15	1	0	1	0	0	0	2	
17:15 - 17:30	1	0	0	0	0	0	1	
17:30 - 17:45	1	0	0	0	0	0	1	
17:45 - 18:00	0	0	0	0	0	0	0	
TOTAL	77	0	5	0	0	0	82	
	93,90	0,00	6,10	0,00	0,00	0,00	100	



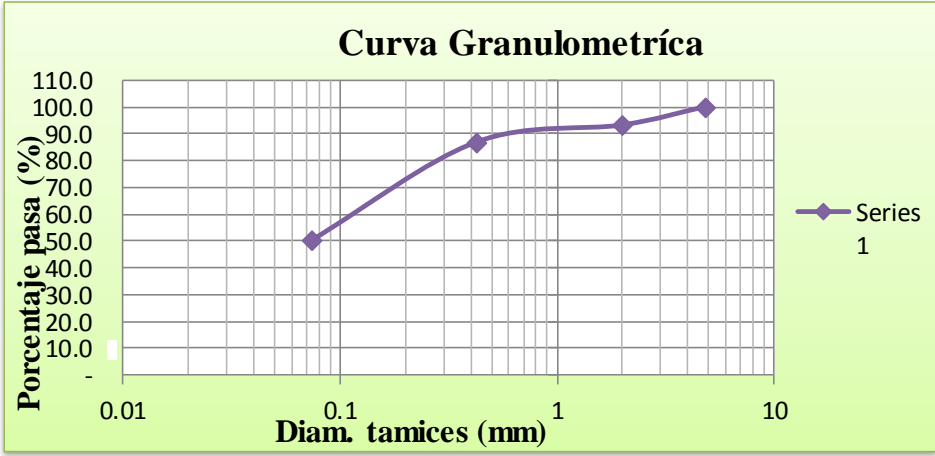
HORA	LIVIANOS	BUSES	PESADOS				TOTAL	TOTAL ACUMULADO
			2 EJES	3 EJES	4 EJES	5EJES		
6:00 - 6:15	3	0	0	0	0	0	3	0
6:15 - 6:30	2	0	1	0	0	0	3	0
6:30 - 6:45	3	0	0	0	0	0	3	0
6:45 - 7:00	2	0	1	0	0	0	3	12
7:00 - 7:15	5	0	0	0	0	0	5	14
7:15 - 7:30	1	0	0	0	0	0	1	12
7:30 - 7:45	2	0	1	0	0	0	3	12
7:45 - 8:00	1	0	0	0	0	0	1	10
8:00 - 8:15	0	0	0	0	0	0	0	5
8:15 - 8:30	0	0	0	0	0	0	0	4
8:30 - 8:45	1	0	1	0	0	0	2	3
8:45 - 9:00	1	0	0	0	0	0	1	3
9:00 - 9:15	2	0	0	0	0	0	2	5
9:15 - 9:30	0	0	0	0	0	0	0	5
9:30 - 9:45	3	0	0	0	0	0	3	6
9:45 - 10:00	1	0	0	0	0	0	1	6
10:00 - 10:15	2	0	0	0	0	0	2	6
10:15 - 10:30	2	0	0	0	0	0	2	8
10:30 - 10:45	2	0	1	0	0	0	3	8
10:45 - 11:00	0	0	0	0	0	0	0	7
11:00 - 11:15	3	0	0	0	0	0	3	8
11:15 - 11:30	1	0	0	0	0	0	1	7
11:30 - 11:45	3	0	0	0	0	0	3	7
11:45 - 12:00	0	0	0	0	0	0	0	7
12:00 - 12:15	6	0	1	0	0	0	7	11
12:15 - 12:30	6	0	0	0	0	0	6	16
12:30 - 12:45	5	0	0	1	0	0	6	19
12:45 - 13:00	4	0	0	0	0	0	4	23
13:00 - 13:15	6	0	1	0	0	0	7	23
13:15 - 13:30	2	0	0	0	0	0	2	19
13:30 - 13:45	1	0	0	0	0	0	1	14
13:45 - 14:00	2	0	1	0	0	0	3	13
14:00 - 14:15	0	0	0	0	0	0	0	6
14:15 - 14:30	2	0	0	0	0	0	2	6
14:30 - 14:45	2	0	0	0	0	0	2	7
14:45 - 15:00	0	0	0	0	0	0	0	4
15:00 - 15:15	1	0	0	0	0	0	1	5
15:15 - 15:30	1	0	0	0	0	0	1	4
15:30 - 15:45	3	0	0	0	0	0	3	5
15:45 - 16:00	2	0	1	0	0	0	3	8
16:00 - 16:15	1	0	0	0	0	0	1	8
16:15 - 16:30	1	0	0	0	0	0	1	8
16:30 - 16:45	1	0	0	0	0	0	1	6
16:45 - 17:00	3	0	1	0	0	0	4	7
17:00 - 17:15	1	0	0	0	0	0	1	7
17:15 - 17:30	2	0	0	0	0	0	2	8
17:30 - 17:45	2	0	0	0	0	0	2	9
17:45 - 18:00	0	0	0	0	0	0	0	5
TOTAL	94	0	11	0	0	0	105	
	89,52	0,00	10,48	0,00	0,00	0,00	100	

HORA	LIVIANOS	BUSES	PESADOS				TOTAL	TOTAL ACUMULADO
			2 EJES	3 EJES	4 EJES	5EJES		
6:00 - 6:15	0	0	0	0	0	0	0	
6:15 - 6:30	0	0	0	0	0	0	0	
6:30 - 6:45	3	0	0	0	0	0	3	
6:45 - 7:00	1	0	0	0	0	0	1	
7:00 - 7:15	5	0	0	0	0	0	5	
7:15 - 7:30	1	0	0	0	0	0	1	
7:30 - 7:45	1	0	0	0	0	0	1	
7:45 - 8:00	2	0	0	0	0	0	2	
8:00 - 8:15	0	0	0	0	0	0	0	
8:15 - 8:30	2	0	1	1	0	0	4	
8:30 - 8:45	2	0	0	0	0	0	2	
8:45 - 9:00	2	0	0	0	0	0	2	
9:00 - 9:15	1	0	0	0	0	0	1	
9:15 - 9:30	0	0	0	0	0	0	0	
9:30 - 9:45	0	0	0	0	0	0	0	
9:45 - 10:00	0	0	0	0	0	0	0	
10:00 - 10:15	4	0	0	0	0	0	4	
10:15 - 10:30	0	0	0	0	0	0	0	
10:30 - 10:45	4	0	0	0	0	0	4	
10:45 - 11:00	0	0	0	0	0	0	0	
11:00 - 11:15	4	0	0	0	0	0	4	
11:15 - 11:30	2	0	0	0	0	0	2	
11:30 - 11:45	1	0	0	0	0	0	1	
11:45 - 12:00	0	0	0	0	0	0	0	
12:00 - 12:15	4	0	0	0	0	0	4	
12:15 - 12:30	3	0	1	0	0	0	4	
12:30 - 12:45	3	0	0	0	0	0	3	
12:45 - 13:00	1	0	0	0	0	0	1	
13:00 - 13:15	4	0	0	0	0	0	4	
13:15 - 13:30	2	0	0	0	0	0	2	
13:30 - 13:45	2	0	0	0	0	0	2	
13:45 - 14:00	2	0	0	0	0	0	2	
14:00 - 14:15	5	0	0	0	0	0	5	
14:15 - 14:30	1	0	0	0	0	0	1	
14:30 - 14:45	0	0	0	0	0	0	0	
14:45 - 15:00	0	0	0	0	0	0	0	
15:00 - 15:15	4	0	0	0	0	0	4	
15:15 - 15:30	2	0	0	0	0	0	2	
15:30 - 15:45	2	0	0	0	0	0	2	
15:45 - 16:00	2	0	0	0	0	0	2	
16:00 - 16:15	1	0	1	0	0	0	2	
16:15 - 16:30	1	0	0	0	0	0	1	
16:30 - 16:45	1	0	0	0	0	0	1	
16:45 - 17:00	1	0	0	0	0	0	1	
17:00 - 17:15	1	0	0	0	0	0	1	
17:15 - 17:30	2	0	0	0	0	0	2	
17:30 - 17:45	2	0	0	0	0	0	2	
17:45 - 18.00	0	0	1	0	0	0	1	
TOTAL	81	0	5	0	0	0	86	
	94,19	0,00	5,81	0,00	0,00	0,00	100	

HORA	LIVIANOS	BUSES	PESADOS				TOTAL	TOTAL ACUMULADO
			2 EJES	3 EJES	4 EJES	5 EJES		
6:00 - 6:15	0	0	0	0	0	0	0	
6:15 - 6:30	1	0	0	0	0	0	1	
6:30 - 6:45	2	0	0	0	0	0	2	
6:45 - 7:00	0	0	0	0	0	0	0	
7:00 - 7:15	4	0	0	0	0	0	4	
7:15 - 7:30	1	0	0	0	0	0	1	
7:30 - 7:45	1	0	0	0	0	0	1	
7:45 - 8:00	2	0	0	0	0	0	2	
8:00 - 8:15	0	0	0	0	0	0	0	
8:15 - 8:30	1	0	0	0	0	0	1	
8:30 - 8:45	1	0	0	1	0	0	2	
8:45 - 9:00	2	0	0	0	0	0	2	
9:00 - 9:15	1	0	0	0	0	0	1	
9:15 - 9:30	0	0	1	0	0	0	1	
9:30 - 9:45	2	0	0	0	0	0	2	
9:45 - 10:00	1	0	0	0	0	0	1	
10:00 - 10:15	0	0	0	0	0	0	0	
10:15 - 10:30	0	0	0	0	0	0	0	
10:30 - 10:45	1	0	0	0	0	0	1	
10:45 - 11:00	0	0	0	0	0	0	0	
11:00 - 11:15	2	0	0	0	0	0	2	
11:15 - 11:30	1	0	0	0	0	0	1	
11:30 - 11:45	2	0	0	0	0	0	2	
11:45 - 12:00	0	0	0	0	0	0	0	
12:00 - 12:15	4	0	1	0	0	0	5	
12:15 - 12:30	2	0	0	0	0	0	2	
12:30 - 12:45	5	0	0	0	0	0	5	
12:45 - 13:00	4	0	0	0	0	0	4	
13:00 - 13:15	3	0	0	0	0	0	3	
13:15 - 13:30	1	0	0	0	0	0	1	
13:30 - 13:45	0	0	0	0	0	0	0	
13:45 - 14:00	1	0	0	0	0	0	1	
14:00 - 14:15	0	0	0	0	0	0	0	
14:15 - 14:30	1	0	0	0	0	0	1	
14:30 - 14:45	2	0	0	0	0	0	2	
14:45 - 15:00	0	0	0	0	0	0	0	
15:00 - 15:15	4	0	0	0	0	0	4	
15:15 - 15:30	1	0	1	0	0	0	2	
15:30 - 15:45	2	0	0	0	0	0	2	
15:45 - 16:00	1	0	0	0	0	0	1	
16:00 - 16:15	0	0	0	0	0	0	0	
16:15 - 16:30	1	0	0	0	0	0	1	
16:30 - 16:45	1	0	0	0	0	0	1	
16:45 - 17:00	2	0	0	0	0	0	2	
17:00 - 17:15	2	0	0	0	0	0	2	
17:15 - 17:30	1	0	1	0	0	0	2	
17:30 - 17:45	1	0	0	0	0	0	1	
17:45 - 18:00	3	0	0	0	0	0	3	
TOTAL	68	0	4	0	0	0	72	
	94,45	0,00	5,55	0,00	0,00	0,00	100	

HORA	LIVIANOS	BUSES	PESADOS				TOTAL	TOTAL ACUMULADO
			2 EJES	3 EJES	4 EJES	5EJES		
6:00 - 6:15	2	0	0	0	0	0	2	0
6:15 - 6:30	4	0	0	0	0	0	4	0
6:30 - 6:45	3	0	0	1	0	0	4	0
6:45 - 7:00	1	0	0	0	0	0	1	11
7:00 - 7:15	5	0	0	0	0	0	5	14
7:15 - 7:30	0	0	1	0	0	0	1	11
7:30 - 7:45	2	0	0	0	0	0	2	9
7:45 - 8:00	3	0	0	0	0	0	3	11
8:00 - 8:15	0	0	0	0	0	0	0	6
8:15 - 8:30	4	0	0	0	0	0	4	9
8:30 - 8:45	0	0	1	0	0	0	1	8
8:45 - 9:00	2	0	0	0	0	0	2	7
9:00 - 9:15	1	0	0	0	0	0	1	8
9:15 - 9:30	1	0	0	0	0	0	1	5
9:30 - 9:45	2	0	0	0	0	0	2	6
9:45 - 10:00	0	0	0	0	0	0	0	4
10:00 - 10:15	2	0	0	0	0	0	2	5
10:15 - 10:30	0	0	0	0	0	0	0	4
10:30 - 10:45	3	0	1	0	0	0	4	6
10:45 - 11:00	0	0	0	0	0	0	0	6
11:00 - 11:15	1	0	0	0	0	0	1	5
11:15 - 11:30	2	0	0	0	0	0	2	7
11:30 - 11:45	1	0	1	0	0	0	2	5
11:45 - 12:00	1	0	0	0	0	0	1	6
12:00 - 12:15	2	0	0	0	0	0	2	7
12:15 - 12:30	4	0	0	0	0	0	4	9
12:30 - 12:45	2	0	0	0	0	0	2	9
12:45 - 13:00	1	0	0	0	0	0	1	9
13:00 - 13:15	6	0	0	0	0	0	6	13
13:15 - 13:30	1	0	0	0	0	0	1	10
13:30 - 13:45	3	0	0	0	0	0	3	11
13:45 - 14:00	1	0	0	0	0	0	1	11
14:00 - 14:15	0	0	0	0	0	0	0	5
14:15 - 14:30	0	0	0	0	0	0	0	4
14:30 - 14:45	4	0	0	0	0	0	4	5
14:45 - 15:00	0	0	0	0	0	0	0	4
15:00 - 15:15	1	0	1	0	0	0	2	6
15:15 - 15:30	1	0	0	0	0	0	1	7
15:30 - 15:45	3	0	0	0	0	0	3	6
15:45 - 16:00	2	0	1	0	0	0	3	9
16:00 - 16:15	2	0	0	0	0	0	2	9
16:15 - 16:30	1	0	0	0	0	0	1	9
16:30 - 16:45	4	0	0	0	0	0	4	10
16:45 - 17:00	0	0	0	0	0	0	0	7
17:00 - 17:15	1	0	0	0	0	0	1	6
17:15 - 17:30	1	0	0	0	0	0	1	6
17:30 - 17:45	3	0	0	0	0	0	3	5
17:45 - 18.00	0	0	0	0	0	0	0	5
TOTAL	83	0	7	0	0	0	90	
	92,23	0,00	7,77	0,00	0,00	0,00	100	

6.9.4 ANEXOS: ENSAYOS DE SUELOS Muestra 1

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS GRANULOMETRÍA			
PROYECTO: Estudio de la vía San Andrés		ABSCISA: Km 0+000		
UBICACIÓN: Cantón Tungurahua		FECHA: 15/07/2015		
ENSAYADO POR: Egdo. Orlando Moreta				
1.- DETERMINACIÓN DE LA GRANULOMETRÍA DEL SUELO				
TAMIZ	TAMIZ en mm	PESO RET/ACUM	%RETENIDO	% QUE PASA
3"	76,3	0	0	100
1 ½"	38,10	0	0	100
1"	25,4	0	0	100
¾"	19,1	0	0	100
½"	12,7	0	0	100
3/8"	9,52	0	0	100
N 4"	4,76	0	0	100
PASA N4		0	0	100
N 10	2,00	29,60	6,71	93,29
N 30	0,59			
N 40	0,425	57,78	13,10	86,90
N 50	0,30			
N 100	0,149			
N 200	0,074	219,27	49,70	50,30
PASA EL N200		221,94	50,30	
TOTAL		441,21		
PESO ANTES DEL LAVADO		441,21		
PESO DESPUÉS DE LAVADO		219,27		
TOTAL - DIFERENCIA		221,94		
2.- GRÁFICO DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMETRÍA				
				
3.- CONTENIDO DE HUMEDAD				
Peso s.húmedo+Peso del recipiente (Wm+Wr)	Peso s.seco+Peso del recipiente (Ws+Wr)	Peso del recipiente (Wr)	P Agua (Ww)	Peso del suelo seco (Ws)
194,66	177,59	49,49	17,07	128,1
	W%	13,3		
Clasificación SUCS ML (Limo baja plasticidad)				



PROYECTO: Estudio de la vía San Andrés

UBICACIÓN: Cantón Tungurahua

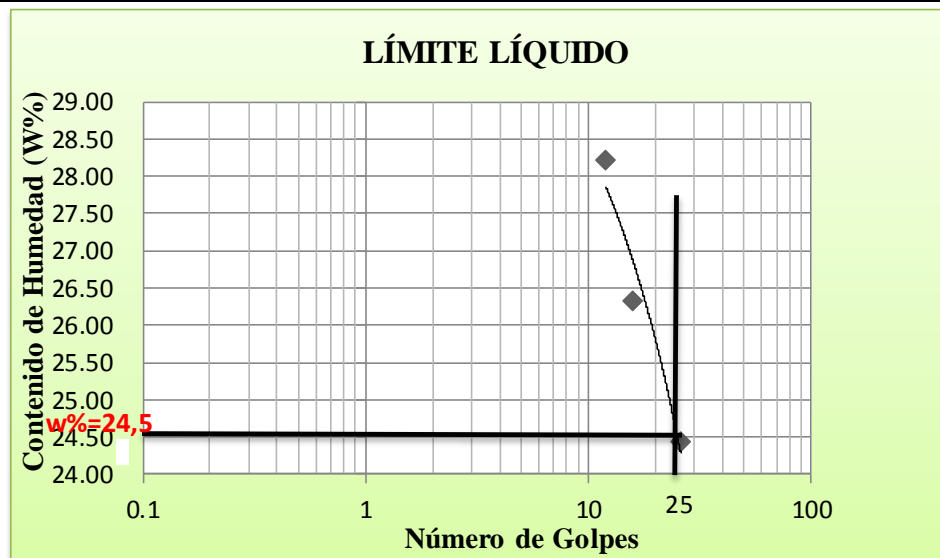
ENSAYADO POR: Egdo. Orlando Moreta

ABSCISA: Km 0+000

FECHA: 15/07/2015

1.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO

	26		16		12	
Recipiente Número	7-E	1C	12-F	6-T	11-F	X-1
Peso húmedo + recipiente Wm + rec	29,41	19,55	27,23	23,12	28,54	20,11
Peso seco + recipiente Ws +rec	25,88	17,95	23,97	20,68	24,7	18,16
Peso recipiente rec	11,57	11,34	11,57	11,42	11,21	11,26
Peso del agua Ww	3,53	1,6	3,26	2,44	3,81	1,95
Peso de los sólidos Ws	14,31	6,61	12,4	9,26	13,52	6,9
Contenido de humedad w%	24,67	24,21	26,29	26,35	28,18	28,26
Contenido de humedad promedio w%	24,44		26,32		28,22	



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 promedio w%					

Límite líquido= 24,50 %

Límite plástico= -

Índice plástico= Np



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
CONTENIDO DE HUMEDAD



PROYECTO: Estudio de la vía San Andrés
UBICACIÓN: Cantón Tungurahua
ENSAYADO POR: Egdo. Orlando Moreta
ABSCISA: Km 0+000
FECHA: 15/07/2015

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO

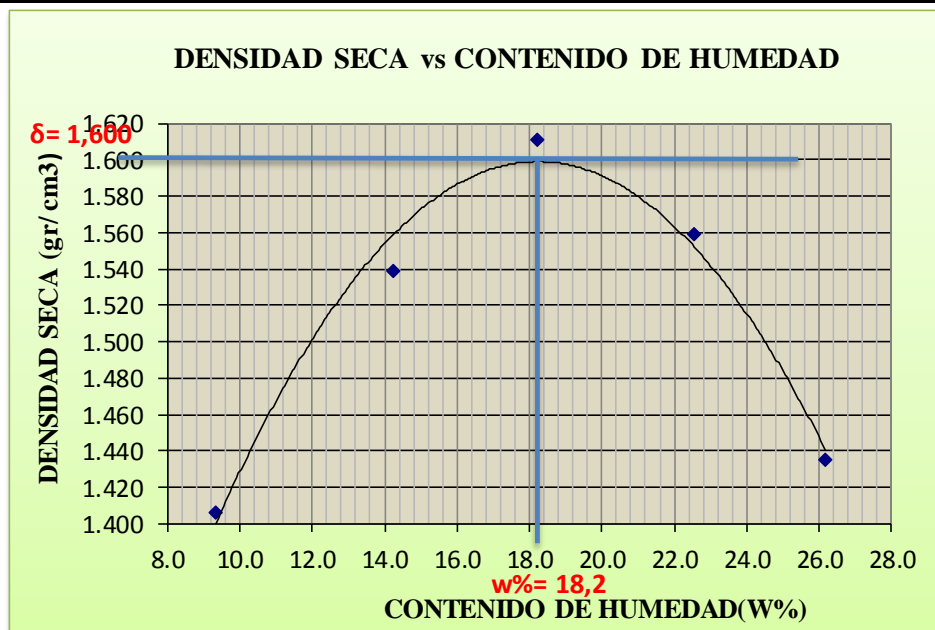
NUMERO DE GOLPES:	25	NUMERO DE CAPAS:	5	PESO MARTILLO:	10Lb
ALTURA DE CAIDA:	18"	PESO MOLDE gr:	3791	VOLUMEN MOLDE cc:	944

1.- PROCESO DE COMPACTACIÓN DE LABORATORIO

Muestra	1	2	3	4	5
Humedad inicial añadida en %	0	4	8	12	16
Humedad inicial añadida en (cc)	0	80	160	240	320
P molde + suelo húmedo (gr)	5242,6	5450,6	5589	5594,4	5500
Peso suelo húmedo	1451,6	1659,6	1798	1803,4	1709
Densidad Húmeda en gr/cm ³	1,538	1,758	1,905	1,910	1,810

2.- DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente #	4-A	C-5	D-3	6-T	8-B	1-D	3-T	4-A	2-F	1-T
Peso húmedo + recipiente Wm + rec	190,2	128,4	131,7	140,3	138,2	130,7	128,5	132,2	138,2	138,2
Peso seco + recipiente Ws + rec	178,0	121,6	118,7	128,6	121,9	115,6	110,1	116,5	119,8	115,8
Peso del recipiente rec	47,24	48,37	27,44	46,88	32,23	33,05	28,09	47,18	49,5	30,33
Peso del agua Ww	12,25	6,8	12,99	11,63	16,34	15,05	18,42	15,69	18,42	22,37
Peso suelo seco Ws	130,7	73,25	91,26	81,76	89,62	82,57	82,03	69,34	70,35	85,52
Contenido humedad w%	9,4	9,3	14,2	14,2	18,2	18,2	22,5	22,6	26,2	26,2
Contenido humedad promedio w%	9,33		14,23		18,23		22,54		26,17	
Densidad seca Yd	1,407		1,539		1,611		1,559		1,435	



Y_{máximo} = 1,600

W_{óptimo} % = 18,20



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
ENSAYO CBR



PROYECTO: Estudio de la vía San Andrés

UBICACIÓN: Cantón Tungurahua

ENSAYADO POR: Egdo. Orlando Moreta

ABSCISA: Km 0+000

FECHA: 15/07/2015

ENSAYO CBR

MOLDE #	1		2		3	
# DE CAPAS	5		5		5	
# DE GOLPES POR CAPAS	56		27		11	
	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES
	DEL	DEL	DEL	DEL	DEL	DEL
	REMOJO	REMOJO	REMOJO	REMOJO	REMOJO	REMOJO
Wm + Molde (gr)	12393,8	12500,0	12248,0	12463,0	12402,8	12721,6
PESO MOLDE	7991,0	7991,0	8080,0	8080,0	8566,0	8566,0
PESO MUESTRA HÚMEDA (gr)	4402,8	4509,0	4168,0	4383,0	3836,8	4155,6
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	2301,0	2301,0	2301,0	2301,0	2301,0	2301,0
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	1,913	1,811	1,811	1,905	1,905	1,806
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1,633	1,520	1,520	1,566	1,566	2,327

CONTENIDO DE HUMEDAD

TARRO #	1 - T	11 - B	4 - B	1 - T	11 - B	D - 3
Wm + TARRO (gr)	145,9	106,97	147,2	112,89	151,12	110,32
PESO MUESTRA SECA + TARRO (gr)	128,97	80,71	128,59	98,22	131,46	134,23
PESO AGUA (gr)	16,93	26,26	18,63	14,67	19,66	-23,91
PESO TARRO	30,36	26,89	31,56	30,32	26,94	27,43
PESO MUESTRA SECA (gr)	98,61	53,82	97,03	67,9	104,52	106,8
CONTENIDO DE HUMEDAD %	17,17	48,79	19,20	21,61	18,81	-22,39
AGUA ABSORBIDA %		31,62		2,41		-41,20



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
ENSAYO CBR



PROYECTO: Estudio de la vía San Andrés
UBICACIÓN: Cantón Tungurahua
ENSAYADO POR: Ego. Orlando Moreta

ABSCISA: Km 0+000
FECHA: 15/07/2015

DATOS DE ESPONJAMIENTO

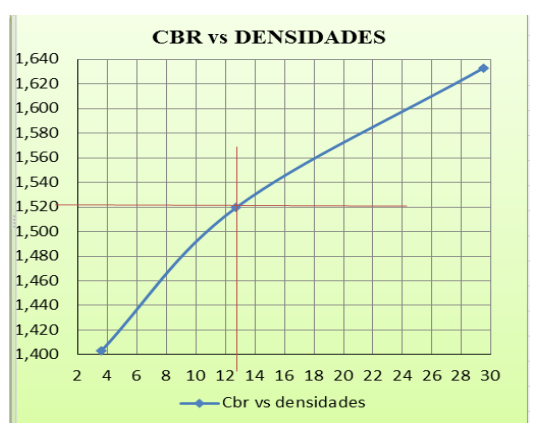
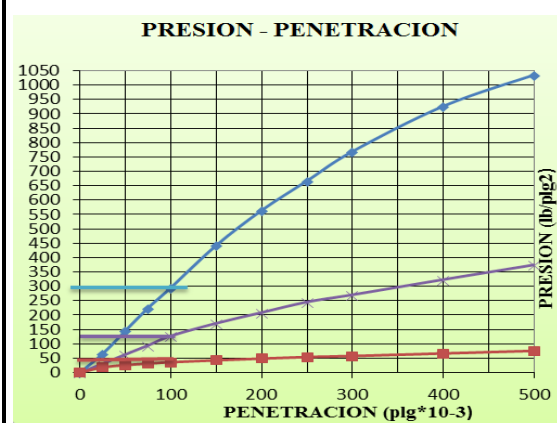
LECTURA DIAL en Plgs*10-2

MOLDE NÚMERO			1 - C				2 - C				3 - C			
FECHA		TIEMPO	LECT	h	ESPONJ		LECT	h	ESPONJ		LECT	h	ESPONJ	
DIA Y MES	HORA	DIAS	DIAL	Mues	Plgs.	%	DIAL	Mues	Plgs.	%	DIAL	Mues	Plgs.	%
			Plgs.	Plgs.	*10-2		Plgs.	Plgs.	*10-2		Plgs.	Plgs.	*10-2	
12-jul-15	17:30	0	0,09	5,00	0,00	0,00	0,03	5,00	0,00	0,00	0,08	5,00	0,00	0,00
13-jul-15	14:08	1	0,10		0,91	0,18	0,03		0,64	0,13	0,08		0,68	0,14
14-jul-15	14:45	2	0,11		1,38	0,28	0,04		1,44	0,29	0,08		1,12	0,22

ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN



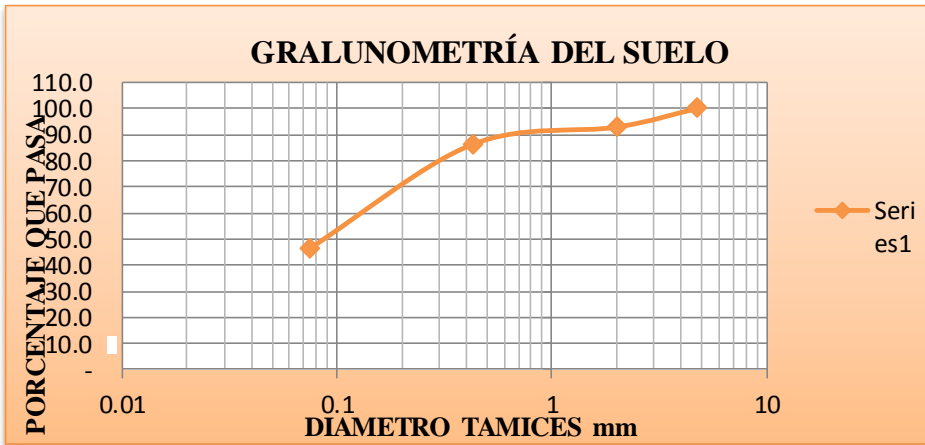
CONSTANTE DE CELDA 2,204 Lb ÁREA DE PISTON:3pl2

MOLDE NÚMERO			1 - C				2 - C				3 - C			
TIEMPO		PENE T	Q	PRESIONES		CBR	Q	PRESIONES		CBR	Q	PRESIONES		CBR
MIN	SEG	" 10-3	LECT	LEIDA	CORG	%	LECT	LEIDA	CORG	%	LECT	LEIDA	CORG	%
			DIAL	Lb/plg2			DIAL	Lb/plg2			DIAL	Lb/plg2		
0	30	25	88,6	65,1			41,8	30,7			24,3	17,9		
1	0	50	197,6	145,2			85,3	62,7			35,2	25,9		
1	30	75	306,2	225,0			128,6	94,5			42,2	31,0		
2	0	100	401,9	295,3	295,3	30	173,2	127,2	127,2	12,7	48,9	35,9	35,9	3,6
3	0	150	602,2	442,4			233,4	171,5			57,8	42,5		
4	0	200	768,1	564,3			284,2	208,8			65,9	48,4		
5	0	250	908,2	667,2			334,2	245,5			73,4	53,9		
6	0	300	1047,2	769,3			368,6	270,8			78,2	57,5		
8	0	400	1262,0	927,1			440,4	323,5			90,4	66,4		
10	0	500	1410,2	1036,0			510,3	374,9			102,6	75,4		
						30				12,7				3,6



Densidades	vs	Resistencias		Densidad Máx		1,600	gr/cm3			
gr/cm3	1,633	29,53	%	95% de DM		1,520	gr/cm3			
gr/cm4	1,520	12,72	%							
gr/cm5	1,403	3,59	%	CBR PUNTUAL						12,8%

MUESTRA 2

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS GRANULOMETRÍA			
PROYECTO: Estudio de la vía San Andrés UBICACIÓN: Cantón Tungurahua ENSAYADO POR: Ego. Orlando Moreta		ABSCISA: Km 1+000 FECHA: 15/07/2015		
1.- DETERMINACIÓN DE LA GRANULOMETRÍA DEL SUELO				
TAMIZ 3" 1 ½" 1" ¾" ½" 3/8" N 4" PASA N4 N 10 N 30 N 40 N 50 N 100 N 200 PASA EL N200	TAMIZ en mm 76,3 38,10 25,4 19,1 12,7 9,52 4,76 2,00 0,59 0,425 0,30 0,149 0,074	PESO RET/ACUM 0 0 0 0 0 0 0 31,26 60,43 234,88 201,99	%RETENIDO 0 0 0 0 0 0 7,16 13,83 53,76 46,24	% QUE PASA 100 100 100 100 100 100 92,84 86,17 46,24
TOTAL		436,87		
PESO ANTES DEL LAVADO		436,87		
PESO DESPUÉS DE LAVADO		234,88		
TOTAL - DIFERENCIA		201,99		
2.- GRÁFICO DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMETRÍA				
 <p style="text-align: center;">GRALUNOMETRÍA DEL SUELO</p> <p style="text-align: right;">—◆— Series1</p>				
3.- CONTENIDO DE HUMEDAD				
Peso s.húmedo+Peso del recipiente (Wm+Wr)	Peso s.seco+Peso del recipiente (Ws+Wr)	Peso del recipiente (Wr)	P Agua (Ww)	Peso del suelo seco (Ws)
202,39	183,34	51,5	19,05	131,84
W%		14,4		
Clasificación SUCS ML (Limo baja plasticidad)				



PROYECTO: Estudio de la vía San Andrés

UBICACIÓN: Cantón Tungurahua

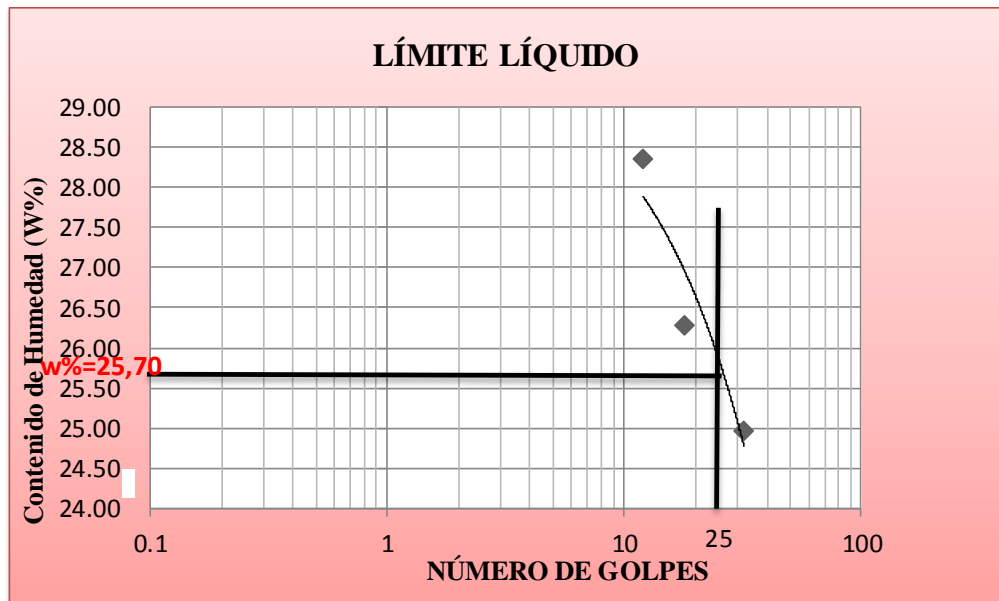
ENSAYADO POR: Egdo. Orlando Moreta

ABSCISA: Km 1+000

FECHA: 15/07/2015

1.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO

	32		18		12	
Recipiente Número	1-C	7-E	11-F	12-F	6-T	X-1
Peso húmedo + recipiente Wm + rec	30,12	19,87	28,33	23,56	29,34	21,87
Peso seco + recipiente Ws +rec	26,58	18,12	24,54	21,23	25,3	19,56
Peso recipiente rec	11,34	11,57	11,22	11,57	11,42	11,25
Peso del agua Ww	3,54	1,75	3,79	2,33	4,02	2,31
Peso de los sólidos Ws	15,24	6,55	13,32	9,66	13,9	8,31
Contenido de humedad w%	23,23	26,72	28,45	24,12	28,92	27,80
Contenido de humedad promedio w%	24,97		26,29		28,36	



2.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO

Recipiente Número	E-1	A-1	E-2	A-3	A-5	A-8
Peso húmedo + recipiente Wm + rec	5,67	5,20	5,12	5,67	5,24	5,67
Peso seco + recipiente Ws +rec	5,40	5,00	4,98	5,50	5,11	5,28
Peso recipiente rec	4,25	4,34	4,36	4,28	4,34	4,34
Peso del agua Ww	0,27	0,20	0,14	0,17	0,13	0,39
Peso de los sólidos Ws	1,15	0,66	0,62	1,22	0,77	0,94
Contenido de humedad w%	23,48	30,30	22,58	13,93	16,88	41,49
Contenido de humedad promedio w%	26,89		18,26		29,19	

Límite líquido= 25,70 %

Límite plástico= 24,78%

Índice plástico= 0,92%



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
 CONTENIDO DE HUMEDAD



PROYECTO: Estudio de la vía San Andrés
UBICACIÓN: Cantón Tungurahua
ENSAYADO POR: Egdo. Orlando Moreta
ABSCISA: Km 1+000
FECHA: 15/07/2015

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO

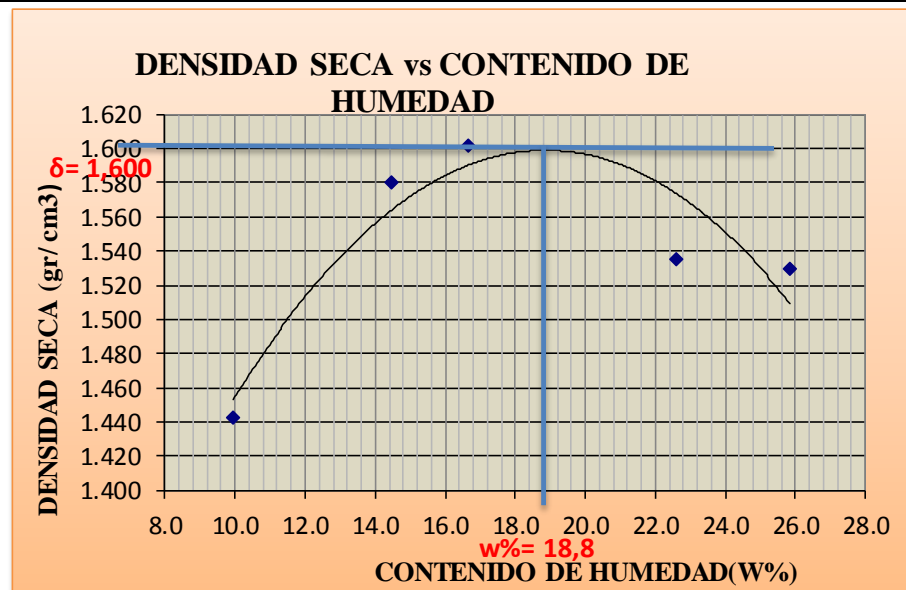
NUMERO DE GOLPES:	25	NÚMERO DE CAPAS:	5	PESO MARTILLO:	10Lb
ALTURA DE CAÍDA:	18"	PESO MOLDE gr:	3791	VOLUMEN MOLDE cc:	944

1.- PROCESO DE COMPACTACIÓN DE LABORATORIO

Muestra	1	2	3	4	5
Humedad inicial añadida en %	0	4	8	12	16
Humedad inicial añadida en (cc)	0	80	160	240	320
P molde + suelo húmedo (gr)	5287,8	5498,7	5555,7	5608,8	5567,8
Peso suelo húmedo	1496,8	1707,7	1764,7	1817,8	1776,8
Densidad Húmeda en gr/cm ³	1,586	1,809	1,869	1,926	1,882

2.- DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente #	3-T	D-3	6-T	1-T	C-5	D-5	4-A	8-B	2-R	D-7
Peso húmedo + recipiente Wm + rec	192,3	132,2	139	144,2	148,2	139,2	137,2	140,3	135,3	139,2
Peso seco + recipiente Ws + rec	172,6	129	125,7	131,2	132,3	123,5	118,5	118,3	128,3	110,2
Peso del recipiente rec	47,24	48,37	27,44	46,88	32,23	33,05	28,09	47,18	49,5	30,33
Peso del agua Ww	19,67	3,36	13,3	13	15,89	15,79	18,78	22,02	7	29
Peso suelo seco Ws	125,4	80,6	98,23	84,35	100,1	90,4	90,36	71,14	78,84	79,9
Contenido humedad w%	15,7	4,2	13,5	15,4	15,9	17,5	20,8	31,0	8,9	36,3
Contenido humedad promedio w%	9,93		14,48		16,67		25,87		22,59	
Densidad seca Yd	1,442		1,580		1,602		1,530		1,535	



Y_{máximo} = 1,600
 W_{óptimo} % = 18,8



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
ENSAYO CBR



PROYECTO: Estudio de la vía San Andrés

UBICACIÓN: Cantón Tungurahua

ENSAYADO POR: Egdo. Orlando Moreta

ABSCISA: Km 1+000

FECHA: 15/07/2015

ENSAYO CBR

MOLDE #	1		2		3	
# DE CAPAS	5		5		5	
# DE GOLPES POR CAPAS	56		27		11	
	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES
	DEL	DEL	DEL	DEL	DEL	DEL
	REMOJO	REMOJO	REMOJO	REMOJO	REMOJO	REMOJO
Wm + Molde (gr)	12384,6	12517,9	12266,2	12443,8	12417,8	12712,8
PESO MOLDE	7991,0	7991,0	8080,0	8080,0	8566,0	8566,0
PESO MUESTRA HÚMEDA (gr)	4393,6	4526,9	4186,2	4363,5	3851,8	4146,8
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	2301,0	2301,0	2301,0	2301,0	2301,0	2301,0
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	1,909	1,967	1,819	1,896	1,674	1,802
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1,590	1,425	1,531	1,598	1,394	2,232

CONTENIDO DE HUMEDAD

TARRO #	3-T	1-D	8-B	1-T	D-3	11-B
Wm + TARRO (gr)	149,23	113,98	149,8	114,34	154,55	111,23
PESO MUESTRA SECA + TARRO (gr)	128,97	91,67	131,13	101,12	133,33	131,32
PESO AGUA (gr)	20,26	22,31	18,65	13,22	21,22	-20,09
PESO TARRO	28,12	33,03	32,2	30,36	27,47	26,94
PESO MUESTRA SECA (gr)	100,85	58,64	98,93	70,76	105,86	104,38
CONTENIDO DE HUMEDAD %	20,09	38,05	18,85	18,68	20,05	-19,25
AGUA ABSORBIDA %		17,96		-0,17		-39,29



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
ENSAYO CBR



PROYECTO: Estudio de la vía San Andrés

UBICACIÓN: Cantón Tungurahua

ENSAYADO POR: Egd. Orlando Moreta

ABSCISA: Km 1+000

FECHA: 15/07/2015

DATOS DE ESPONJAMIENTO

LECTURA DIAL en Plgs*10-2

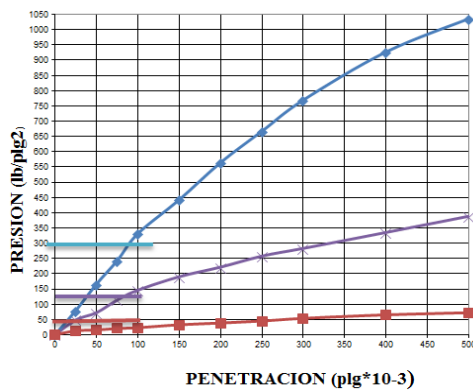
MOLDE NÚMERO			1 - C				2 - C				3 - C				
FECHA		TIEMPO		LECT	h	ESPONJ		LECT	h	ESPONJ		LECT	h	ESPONJ	
DIA Y MES	HORA	DIAS	DIAL	Mues	Plgs.	%	DIAL	Mues	Plgs.	%	DIAL	Mues	Plgs.	%	
			Plgs.	Plgs.	*10-2		Plgs.	Plgs.	*10-2		Plgs.	Plgs.	*10-2		
12-jul-15	17:30	0	0,09	5,00	0,00	0,00	0,03	5,00	0,00	0,00	0,08	5,00	0,00	0,00	
13-jul-15	14:08	1	0,11		1,54	0,31	0,03			0,44	0,09	0,09		1,60	0,32
14-jul-15	14:45	2	0,11		2,01	0,40	0,04			1,72	0,34	0,09		1,24	0,25

ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN

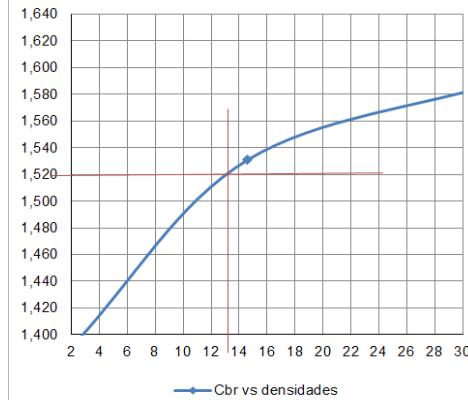
CONSTANTE DE CELDA 2,204 Lb ÁREA DE PISTON:3p12

MOLDE NÚMERO			1 - C				2 - C				3 - C			
TIEMPO		PENE T	Q	PRESIONES		CBR	Q	PRESIONES		CBR	Q	PRESIONES		CBR
MIN	SEG	" 10-3	LECT	LEIDA	CORG	%	LECT	LEIDA	CORG	%	LECT	LEIDA	CORG	%
			DIAL	Lb/plg2			DIAL	Lb/plg2			DIAL	Lb/plg2		
0	30	25	107,7	79,1			66,5	48,8			17,8	13,0		
1	0	50	225,7	165,8			98,3	72,2			21,2	15,5		
1	30	75	330,3	242,7			154,7	113,6			28,2	20,7		
2	0	100	451,0	331,3	331,3	33	198,7	146,0	146,0	14,6	31,5	23,1	23,1	2,3
3	0	150	602,2	442,4			258,9	190,2			44,5	32,7		
4	0	200	768,1	564,3			301,9	221,8			52,2	38,4		
5	0	250	908,2	667,2			351,0	257,9			61,3	45,0		
6	0	300	1047,2	769,3			385,6	283,3			73,2	53,8		
8	0	400	1262,0	927,1			456,7	335,5			88,7	65,1		
10	0	500	1410,2	1036,0			528,9	388,5			98,3	72,2		
						33				14,6				2,3

**GRAFICO
PRESION - PENETRACION**





Cbr vs densidades



Densidades	vs	Resistencias		Densidad Máx	1,600	gr/cm3			
gr/cm3	1,590	33,13	%	95% de DM	1,520	gr/cm3			
gr/cm4	1,531	14,60	%						
gr/cm5	1,394	2,31	%	CBR PUNTUAL					13,2%

MUESTRA 3

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS GRANULOMETRÍA	
---	--	---

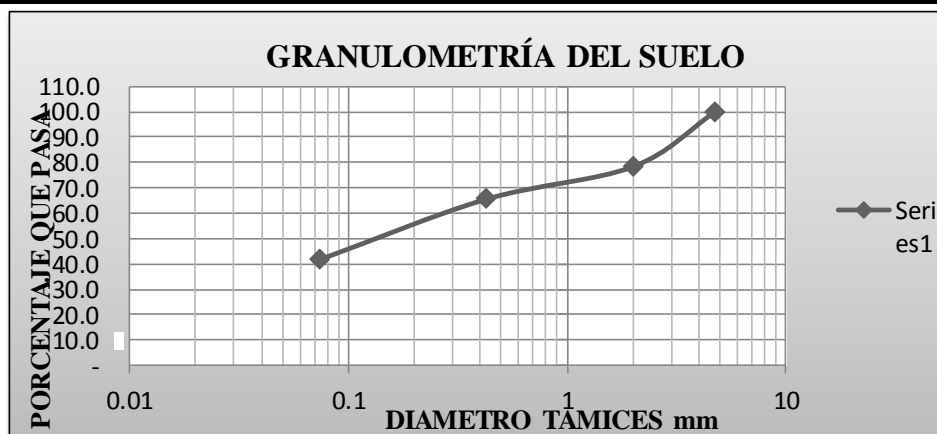
PROYECTO: Estudio de la vía San Andrés
UBICACIÓN: Cantón Tungurahua
ENSAYADO POR: Ego. Orlando Moreta

ABSCISA: Km 2+000
FECHA: 15/07/2015

1.- DETERMINACIÓN DE LA GRANULOMETRÍA DEL SUELO

TAMIZ	TAMIZ en mm	PESO RET/ACUM	%RETENIDO	% QUE PASA
3"	76,3	0	0	100
1 ½"	38,10	0	0	100
1"	25,4	0	0	100
¾"	19,1	0	0	100
½"	12,7	0	0	100
3/8"	9,52	0	0	100
N 4"	4,76	0	0	100
PASA N4		0	0	100
N 10	2,00	89,97	21,69	78,31
N 30	0,59			
N 40	0,425	143,31	34,55	65,45
N 50	0,30			
N 100	0,149			
N 200	0,074	241,81	58,30	41,70
PASA EL N200		172,93	41,70	
TOTAL		414,74		
PESO ANTES DEL LAVADO		414,74		
PESO DESPUÉS DE LAVADO		241,81		
TOTAL - DIFERENCIA		172,93		

2.- GRÁFICO DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMETRÍA



3.- CONTENIDO DE HUMEDAD

Peso s.húmedo+Peso del recipiente (Wm+Wr)	Peso s.seco+Peso del recipiente (Ws+Wr)	Peso del recipiente (Wr)	P Agua (Ww)	Peso del suelo seco (Ws)
220,5	191,34	49,5	29,16	141,84
	W%	20,6		



PROYECTO: Estudio de la vía San Andrés

UBICACIÓN: Cantón Tungurahua

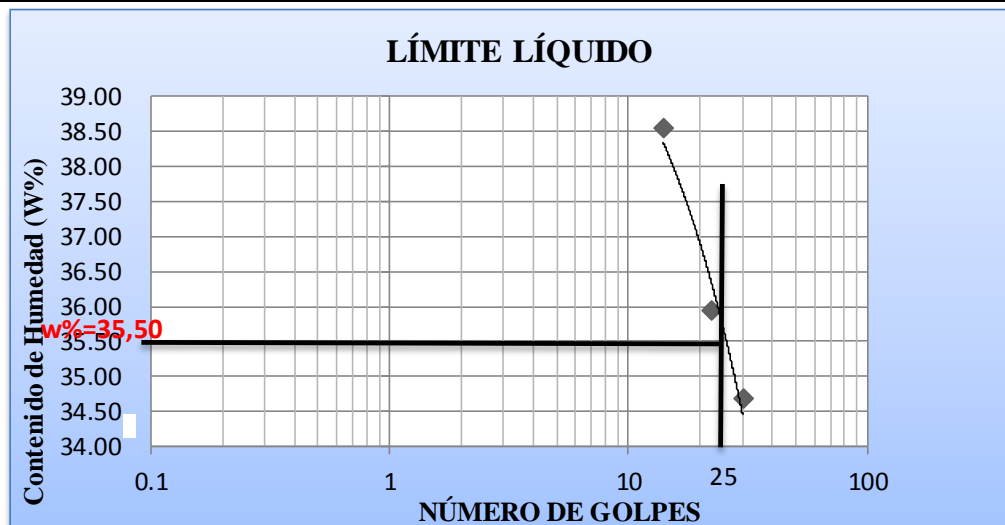
ENSAYADO POR: Egdo. Orlando Moreta

ABSCISA: Km 3+000

FECHA: 15/07/2015

1.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO

	30		22		14	
Recipiente Número	12-F	11-F	7-E	X-1	1-C	6-T
Peso húmedo + recipiente Wm + rec	24,03	20,89	26,1	24,32	24,23	19,57
Peso seco + recipiente Ws +rec	20,74	18,46	21,97	21,14	20,8	17,23
Peso recipiente rec	11,57	11,21	11,57	11,26	11,34	11,42
Peso del agua Ww	3,29	2,43	4,13	3,18	3,47	2,34
Peso de los sólidos Ws	9,17	7,25	10,4	9,88	9,42	5,81
Contenido de humedad w%	35,88	33,52	39,71	32,19	36,84	40,28
Contenido de humedad promedio w%	34,70		35,95		38,56	



2.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO

Recipiente Número	A-8	A-5	A-3	A-1	E-2	E-1
Peso húmedo + recipiente Wm + rec	6,10	6,23	5,89	6,50	6,67	5,90
Peso seco + recipiente Ws +rec	5,80	5,68	5,46	6,10	5,80	5,88
Peso recipiente rec	4,34	4,34	4,28	4,34	4,36	4,25
Peso del agua Ww	0,30	0,55	0,43	0,40	0,87	0,02
Peso de los sólidos Ws	1,46	1,34	1,18	1,76	1,44	1,63
Contenido de humedad w%	20,55	41,04	36,44	22,73	60,42	1,23
Contenido de humedad promedio w%	30,80		29,58		30,82	

Límite líquido= 35,50 %

Límite plástico= 30,40 %

Índice plástico= 5,10 %



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
CONTENIDO DE HUMEDAD



PROYECTO: Estudio de la vía San Andrés
UBICACIÓN: Cantón Tungurahua
ENSAYADO POR: Egdo. Orlando Moreta
ABSCISA: Km 2+000
FECHA: 15/07/2015

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO

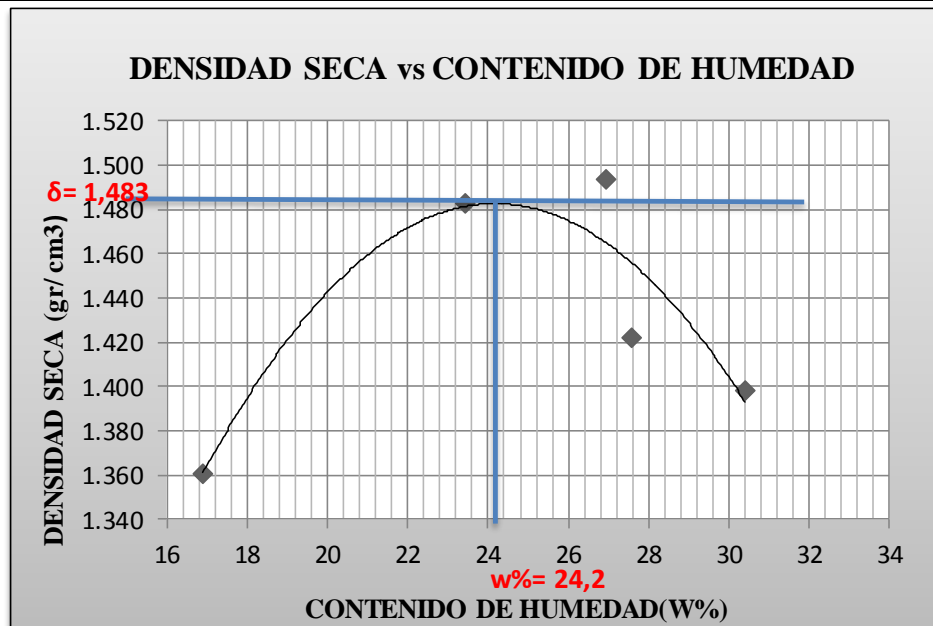
NUMERO DE GOLPES:	25	NUMERO DE CAPAS:	5	PESO MARTILLO:	10Lb
ALTURA DE CAIDA:	18"	PESO MOLDE gr:	3791	VOLUMEN MOLDE cc:	944

1.- PROCESO DE COMPACTACIÓN DE LABORATORIO

Muestra	1	2	3	4	5
Humedad inicial añadida en %	8	12	16	20	24
Humedad inicial añadida en (cc)	160	240	320	400	480
P molde + suelo húmedo (gr)	5292,4	5512,6	5580,4	5518,2	5503,2
Peso suelo húmedo	1501,4	1721,6	1789,4	1727,2	1712,2
Densidad Húmeda en gr/cm ³	1,590	1,824	1,896	1,830	1,814

2.- DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente #	6-T	3-T	D-3	D-5	D-7	1-D	C-5	8-B	4-A	2-R
Peso húmedo + recipiente Wm + rec	146,7	112	158	146,3	138,5	139	142,3	133,2	149,6	136,4
Peso seco + recipiente Ws + rec	128,2	103,7	135,8	123,2	116,5	119,9	122,3	116,5	121,3	123,2
Peso del recipiente rec	46,88	28,09	27,44	65,87	47,1	33,04	48,37	32,21	47,18	45,04
Peso del agua Ww	18,53	8,34	22,21	23,12	22,05	19,15	20	16,69	28,35	13,2
Peso suelo seco Ws	81,35	75,58	108,3	57,35	69,35	86,84	73,97	84,33	74,14	78,19
Contenido humedad w%	22,8	11,0	20,5	40,3	31,8	22,1	27,0	19,8	38,2	16,9
Contenido humedad promedio w%	16,91		30,41			26,92		23,41		27,56
Densidad seca Yd	1,360		1,398			1,493		1,483		1,422



Y_{máximo} = 1,483
W_{óptimo} % = 24,2



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
ENSAYO CBR



PROYECTO: Estudio de la vía San Andrés
UBICACIÓN: Cantón Tungurahua
ENSAYADO POR: Egdo. Orlando Moreta
ABSCISA: Km 2+000
FECHA: 15/07/2015

ENSAYO CBR

MOLDE #	1		2		3	
# DE CAPAS	5		5		5	
# DE GOLPES POR CAPAS	56		27		11	
	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES
	DEL	DEL	DEL	DEL	DEL	DEL
	REMOJO	REMOJO	REMOJO	REMOJO	REMOJO	REMOJO
Wm + Molde (gr)	12312,5	12323,9	12189,3	12344,8	12203,9	12679,8
PESO MOLDE	7991	7991	8080	8080	8566	8566
PESO MUESTRA HÚMEDA (gr)	4321,5	4332,9	4109,3	4264,8	3637,9	4113,8
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	2301	2301	2301	2301	2301	2301
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	1,878	1,883	1,786	1,853	1,581	1,788
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1,554	1,447	1,490	1,629	1,282	1,216

CONTENIDO DE HUMEDAD

TARRO #	C-5	1-T	11-B	D-3	11-B	4-B
Wm + TARRO (gr)	183,23	102,3	162,5	103,67	143,23	163,34
PESO MUESTRA SECA + TARRO (gr)	159,97	85,64	139,98	94,44	121,21	121,21
PESO AGUA (gr)	23,26	16,66	22,47	9,23	22,02	42,13
PESO TARRO	48,38	30,32	26,89	27,47	26,89	31,56
PESO MUESTRA SECA (gr)	111,59	55,32	113,09	66,97	94,32	89,65
CONTENIDO DE HUMEDAD %	20,84	30,12	19,87	13,78	23,35	46,99
AGUA ABSORBIDA %		9,27		-6,09		23,65



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
ENSAYO CBR



PROYECTO: Estudio de la vía San Andrés
UBICACIÓN: Cantón Tungurahua
ENSAYADO POR: Egdo. Orlando Moreta

ABSCISA: Km 2+000
FECHA: 15/07/2015

DATOS DE ESPONJAMIENTO

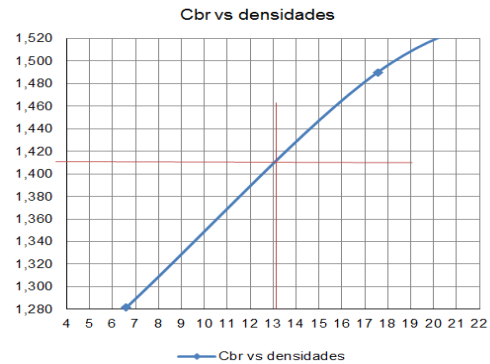
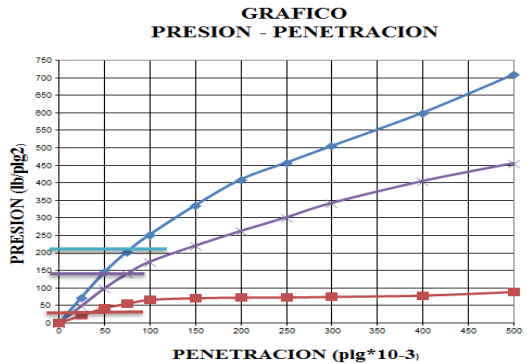
LECTURA DIAL en Plgs*10-2

MOLDE NÚMERO			1 - C				2 - C				3 - C			
FECHA		TIEMPO	LECT	h	ESPONJ		LECT	h	ESPONJ		LECT	h	ESPONJ	
DIA Y MES	HORA	DIAS	DIAL	Mues	Plgs.	%	DIAL	Mues	Plgs.	%	DIAL	Mues	Plgs.	%
			Plgs.	Plgs.	*10-2		Plgs.	Plgs.	*10-2		Plgs.	Plgs.	*10-2	
12-jul-15	17:30	0	0,01	5,00	0,00	0,00	0,01	5,00	0,00	0,00	0,06	5,00	0,00	0,00
13-jul-15	14:08	1	0,02		0,79	0,16	0,03		1,16	0,23	0,07		1,00	0,20
14-jul-15	14:45	2	0,03		2,01	0,40	0,04		2,52	0,50	0,07		1,80	0,36

ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN



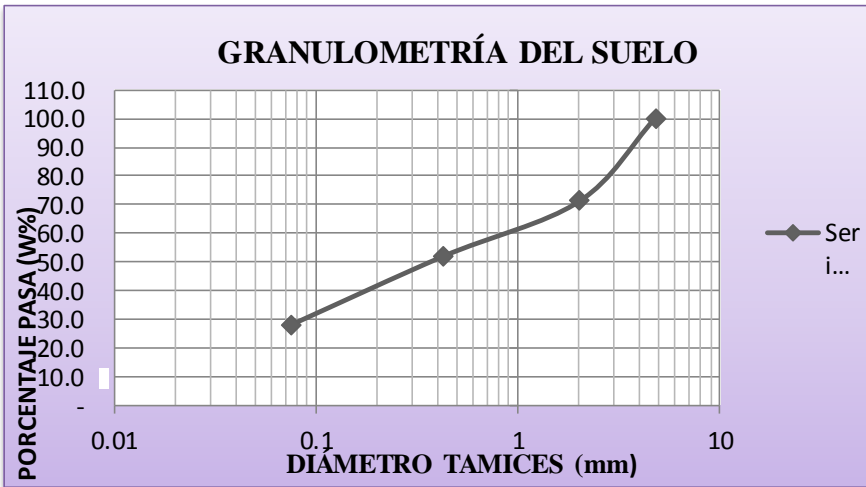
CONSTANTE DE CELDA 2,204 Lb ÁREA DE PISTON:3p12

MOLDE NÚMERO			1 - C				2 - C				3 - C			
TIEMPO		PENE T	Q	PRESIONES		CBR	Q	PRESIONES		CBR	Q	PRESIONES		CBR
MIN	SEG	" 10-3	LECT	LEIDA	CORG	%	LECT	LEIDA	CORG	%	LECT	LEIDA	CORG	%
			DIAL	Lb/plg2			DIAL	Lb/plg2			DIAL	Lb/plg2		
0	30	25	101,2	74,4			67,8	49,8			29,0	21,3		
1	0	50	198,5	145,8			135,3	99,4			57,8	42,4		
1	30	75	278,8	204,8			192,3	141,3			74,5	54,8		
2	0	100	344,7	253,2	253,2	25	239,0	175,6	175,6	17,6	89,9	66,0	66,0	6,6
3	0	150	458,6	336,9			301,2	221,3			96,2	70,7		
4	0	200	558,9	410,6			358,3	263,2			98,5	72,3		
5	0	250	624,0	458,4			411,2	302,1			99,0	72,7		
6	0	300	688,9	506,1			476,2	343,3			101,3	74,4		
8	0	400	818,2	601,1			552,3	405,8			106,4	78,2		
10	0	500	967,0	710,4			621,8	456,8			120,5	88,5		
						25				17,6				6,6



Densidades	vs	Resistencias		Densidad Máx		1,483	gr/cm3			
gr/cm3	1,554	25,32	%	95% de DM		1,409	gr/cm3			
gr/cm4	1,490	17,56	%							
gr/cm5	1,282	6,60	%	CBR PUNTUAL						13,1%

MUESTRA 4

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS GRANULOMETRÍA				
PROYECTO: Estudio de la vía San Andrés UBICACIÓN: Cantón Tungurahua ENSAYADO POR: Ego. Orlando Moreta				ABSCISA: Km 3+000 FECHA: 15/07/2015		
1.- DETERMINACIÓN DE LA GRANULOMETRÍA DEL SUELO						
TAMIZ	TAMIZ en mm	PESO RET/ACUM	%RETENIDO	% QUE PASA		
3"	76,3	0	0	100		
1 ½"	38,10	0	0	100		
1"	25,4	0	0	100		
¾"	19,1	0	0	100		
½"	12,7	0	0	100		
3/8"	9,52	0	0	100		
N 4"	4,76	0	0	100		
PASA N4		0	0	100		
N 10	2,00	129,83	28,94	71,06		
N 30	0,59					
N 40	0,425	215,55	48,04	51,96		
N 50	0,30					
N 100	0,149					
N 200	0,074	323,47	72,10	27,90		
PASA EL N200		125,18	27,90			
TOTAL		448,65				
PESO ANTES DEL LAVADO		448,65				
PESO DESPUÉS DE LAVADO		323,47				
TOTAL - DIFERENCIA		125,18				
2.- GRÁFICO DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMETRÍA						
<div style="text-align: center;">  <p>GRANULOMETRÍA DEL SUELO</p> <p>Y-axis: PORCENTAJE PASA (Wp%) X-axis: DIÁMETRO TAMICES (mm)</p> </div>						
3.- CONTENIDO DE HUMEDAD						
Peso s.húmedo+Peso del recipiente (Wm+Wr)	Peso s.seco+Peso del recipiente (Ws+Wr)	Peso del recipiente (Wr)	P Agua (Ww)	Peso del suelo seco (Ws)		
204,05	187,93	47,08	16,12	140,85		
	W%	11,4				



PROYECTO: Estudio de la vía San Andrés

UBICACIÓN: Cantón Tungurahua

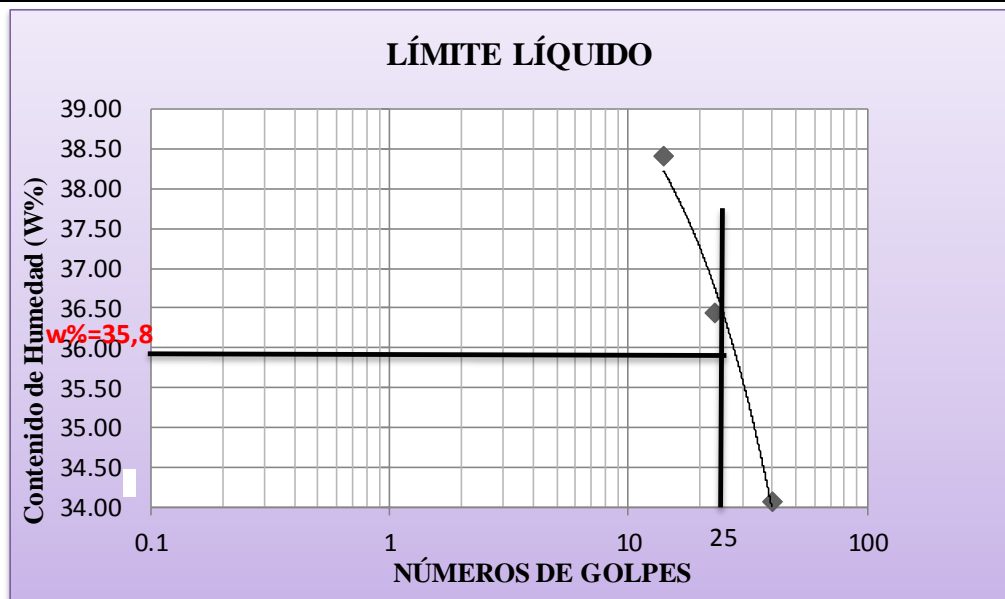
ENSAYADO POR: Egdo. Orlando Moreta

ABSCISA: Km 2+000

FECHA: 15/07/2015

1.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO

	40		23		14	
Recipiente Número	X-1	1-C	16-X	11-F	9-F	6-T
Peso húmedo + recipiente Wm + rec	23,56	19,22	25,12	23,12	23,12	19,25
Peso seco + recipiente Ws +rec	20,43	17,22	21,48	19,96	19,90	17,07
Peso recipiente rec	11,26	11,34	11,57	11,22	11,53	11,39
Peso del agua Ww	3,13	2,00	3,64	3,16	3,22	2,18
Peso de los sólidos Ws	9,17	5,88	9,91	8,74	8,37	5,68
Contenido de humedad w%	34,13	34,01	36,73	36,16	38,47	38,38
Contenido de humedad promedio w%	34,07		36,44		38,43	



2.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO

Recipiente Número	A-3	A-1	D-5	A-8	A-8	E-2
Peso húmedo + recipiente Wm + rec	5,87	5,41	5,35	6,15	5,81	5,60
Peso seco + recipiente Ws +rec	5,50	5,16	5,10	5,73	5,47	5,31
Peso recipiente rec	4,29	4,34	4,29	4,34	4,34	4,37
Peso del agua Ww	0,37	0,25	0,25	0,42	0,34	0,29
Peso de los sólidos Ws	1,21	0,82	0,81	1,39	1,13	0,94
Contenido de humedad w%	30,58	30,49	30,86	30,22	30,09	30,85
Contenido de humedad promedio w%	30,53		30,54		30,47	

Límite líquido= 35,80 %

Límite plástico= 30,51%

Índice plástico= 5,29%



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
 CONTENIDO DE HUMEDAD



PROYECTO: Estudio de la vía San Andrés
UBICACIÓN: Cantón Tungurahua
ENSAYADO POR: Egdo. Orlando Moreta
ABSCISA: Km 3+000
FECHA: 15/07/2015

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO

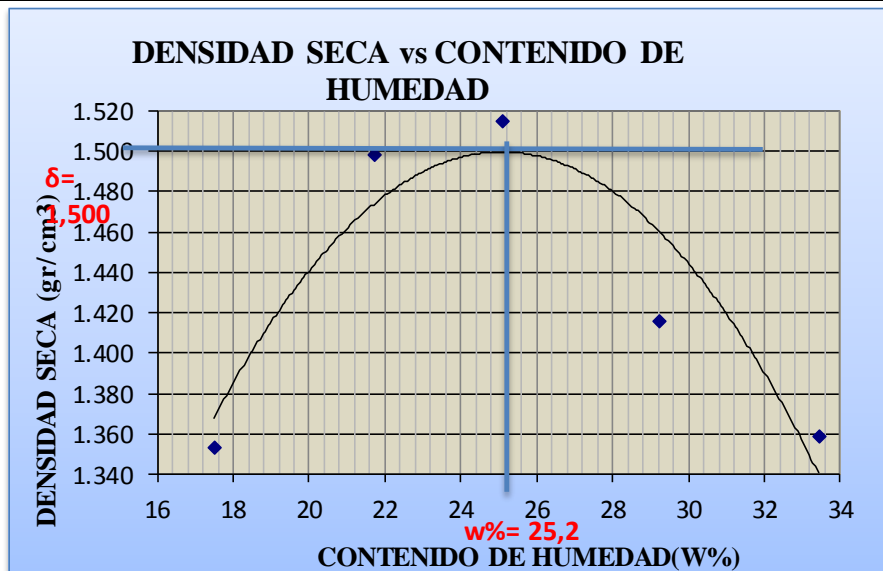
NUMERO DE GOLPES:	25	NÚMERO DE CAPAS:	5	PESO MARTILLO:	10Lb
ALTURA DE CAÍDA:	18"	PESO MOLDE gr:	3791	VOLUMEN MOLDE cc:	944

1.- PROCESO DE COMPACTACIÓN DE LABORATORIO

Muestra	1	2	3	4	5
Humedad inicial añadida en %	8	12	16	20	24
Humedad inicial añadida en (cc)	160	240	320	400	480
P molde + suelo húmedo (gr)	5292,4	5512,6	5580,4	5518,2	5503,2
Peso suelo húmedo	1501,4	1721,6	1789,4	1727,2	1712,2
Densidad Húmeda en gr/cm ³	1,590	1,824	1,896	1,830	1,814

2.- DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente #	D-3	3-T	1-T	6-T	1-D	C-5	3-T	4-A	8-B	D-5
Peso húmedo + recipiente Wm + rec	137,4	120,1	150,3	140,3	144,2	130,3	153,2	128,6	142,1 2	130,2 7
Peso seco + recipiente Ws + rec	121,0 5	106,4	128,9	123,6	122	113,8	125	110,1	114,6 2	114,1 2
Peso del recipiente rec	27,47	28,09	30,34	46,88	33,04	48,37	28,09	47,18	32,23	65,87
Peso del agua Ww	16,35	13,7	21,41	16,66	22,27	16,46	28,15	18,49	27,5	16,15
Peso suelo seco Ws	93,58	78,33	98,54	76,73	88,93	65,44	96,93	62,94	82,39	48,25
Contenido humedad w%	17,5	17,5	21,7	21,7	25,0	25,2	29,0	29,4	33,4	33,5
Contenido humedad promedio w%	17,48		21,72		25,10		29,21		33,42	
Densidad seca Yd	1,354		1,498		1,515		1,416		1,359	



Y_{máximo} = 1,500

W_{óptimo} % = 25,2



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
ENSAYO CBR



PROYECTO: Estudio de la vía San Andrés
UBICACIÓN: Cantón Tungurahua
ENSAYADO POR: Egdo. Orlando Moreta

ABSCISA: Km 3+000
FECHA: 15/07/2015

ENSAYO CBR

MOLDE #	1		2		3	
# DE CAPAS	5		5		5	
# DE GOLPES POR CAPAS	56		27		11	
	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES
	DEL	DEL	DEL	DEL	DEL	DEL
	REMOJO	REMOJO	REMOJO	REMOJO	REMOJO	REMOJO
Wm + Molde (gr)	12340,6	12395,2	12170,6	12388,6	12282,5	12660,6
PESO MOLDE	7991	7991	8080	8080	8566	8566
PESO MUESTRA HÚMEDA (gr)	4349,6	4404,2	4090,6	4308,6	3716,5	4094,6
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	2301	2301	2301	2301	2301	2301
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	1,890	1,914	1,872	1,872	1,615	1,779
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1,524	1,471	1,374	1,374	1,298	1,276

CONTENIDO DE HUMEDAD

TARRO #	C-5	3-T	6-T	D-7	D-3	2-F
Wm + TARRO (gr)	195,48	100,21	172,8	119,46	150,27	170,42
PESO MUESTRA SECA + TARRO (gr)	167,01	83,52	147,86	100,21	126,12	136,21
PESO AGUA (gr)	28,47	16,69	24,95	19,25	24,15	34,21
PESO TARRO	48,38	28,12	46,82	47,08	27,47	49,48
PESO MUESTRA SECA (gr)	118,63	55,4	101,04	53,13	98,65	86,73
CONTENIDO DE HUMEDAD %	24,00	30,13	24,69	36,23	24,48	39,44
AGUA ABSORBIDA %		6,13		11,54		14,96



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
ENSAYO CBR



PROYECTO: Estudio de la vía San Andrés
UBICACIÓN: Cantón Tungurahua
ENSAYADO POR: Egdo. Orlando Moreta

ABSCISA: Km 3+000
FECHA: 15/07/2015

DATOS DE ESPONJAMIENTO

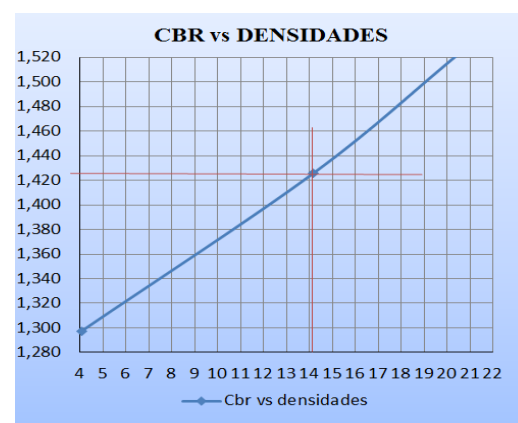
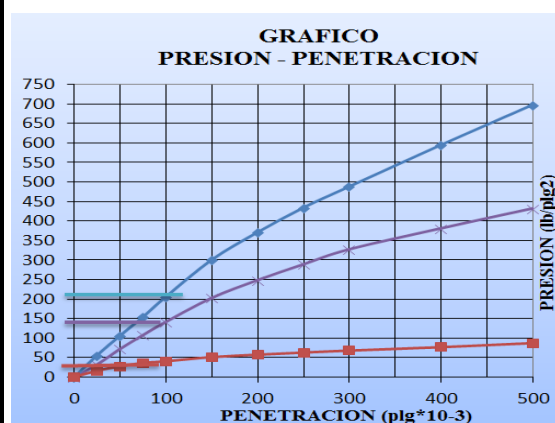
LECTURA DIAL en Plgs*10-2

MOLDE NÚMERO			1 - C				2 - C				3 - C			
FECHA		TIEMPO	LECT	h	ESPONJ		LECT	h	ESPONJ		LECT	h	ESPONJ	
DIA Y MES	HORA	DIAS	DIAL	Mues	Plgs.	%	DIAL	Mues	Plgs.	%	DIAL	Mues	Plgs.	%
			Plgs.	Plgs.	*10-2		Plgs.	Plgs.	*10-2		Plgs.	Plgs.	*10-2	
12-jul-15	17:30	0	0,01	5,00	0,00	0,00	0,01	5,00	0,00	5,00	0,00	5,00	0,00	0,00
13-jul-15	14:08	1	0,02		0,79	0,16	0,03			1,16		0,23		1,00
14-jul-15	14:45	2	0,03		2,01	0,40	0,04			2,52		0,50		1,80

ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN



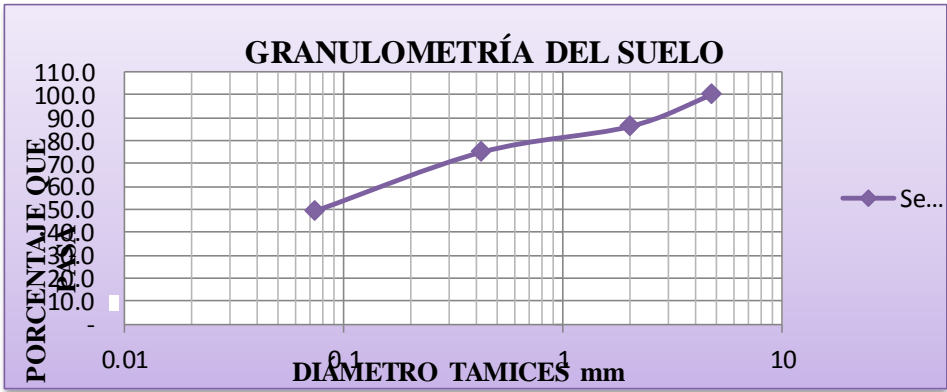
CONSTANTE DE CELDA 2,204 Lb ÁREA DE PISTON:3p12

MOLDE NÚMERO			1 - C				2 - C				3 - C			
TIEMPO		PENE T	Q	PRESIONES		CBR	Q	PRESIONES		CBR	Q	PRESIONES		CBR
MIN	SEG	" 10-3	LECT	LEIDA	CORG	%	LECT	LEIDA	CORG	%	LECT	LEIDA	CORG	%
			DIAL	Lb/plg2			DIAL	Lb/plg2			DIAL	Lb/plg2		
0	30	25	76,6	56,3			44,2	32,4			22,6	16,6		
1	0	50	144,7	106,3			98,3	72,2			37,7	27,7		
1	30	75	210,2	154,4			146,7	107,8			49,6	36,4		
2	0	100	280,6	206,1	206,1	21	192,9	141,7	141,7	14,2	55,4	40,7	40,7	4,1
3	0	150	409,5	300,8			276,4	203,1			69,8	51,3		
4	0	200	505,6	371,4			338,5	248,7			78,3	57,5		
5	0	250	591,4	434,5			393,8	289,3			85,7	63,00		
6	0	300	665,1	488,6			446,1	327,7			92,4	67,9		
8	0	400	810,2	595,2			519,2	381,4			104,6	76,8		
10	0	500	950,4	698,2			588,9	432,6			118,6	87,1		
						21				14,2				4,1



Densidades	vs	Resistencias		Densidad Máx	1,500	gr/cm3			
gr/cm3	1,524	20,61	%	95% de DM	1,425	gr/cm3			
gr/cm4	1,426	14,17	%						
gr/cm5	1,298	4,07	%	CBR PUNTUAL					14,2%

MUESTRA 5

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS GRANULOMETRÍA			
PROYECTO: Estudio de la vía San Andrés UBICACIÓN: Cantón Tungurahua ENSAYADO POR: Egdo. Orlando Moreta		ABSCISA: Km 4+000 FECHA: 15/07/2015		
1.- DETERMINACIÓN DE LA GRANULOMETRÍA DEL SUELO				
TAMIZ 3" 1 1/2" 1" 3/4" 1/2" 3/8" N 4" PASA N4 N 10 N 30 N 40 N 50 N 100 N 200 PASA EL N200	TAMIZ en mm 76,3 38,10 25,4 19,1 12,7 9,52 4,76 2,00 0,59 0,425 0,30 0,149 0,074	PESO RET/ACUM 0 0 0 0 0 0 0 58,36 105,14 213,06 207,62	%RETENIDO 0 0 0 0 0 0 13,87 24,99 50,65 49,35	% QUE PASA 100 100 100 100 100 100 100 86,13 75,01 49,35
TOTAL		420,68		
PESO ANTES DEL LAVADO		420,68		
PESO DESPUÉS DE LAVADO		213,06		
TOTAL - DIFERENCIA		207,62		
2.- GRÁFICO DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMETRÍA				
 <p style="text-align: center;">GRANULOMETRÍA DEL SUELO</p>				
3.- CONTENIDO DE HUMEDAD				
Peso s.húmedo+Peso del recipiente (Wm+Wr)	Peso s.seco+Peso del recipiente (Ws+Wr)	Peso del recipiente (Wr)	P Agua (Ww)	Peso del suelo seco (Ws)
178,86	157,66	45,23	21,2	112,43
W%		18,9		
Clasificación SUCS ML (Limo baja plasticidad)				



PROYECTO: Estudio de la vía San Andrés

UBICACIÓN: Cantón Tungurahua

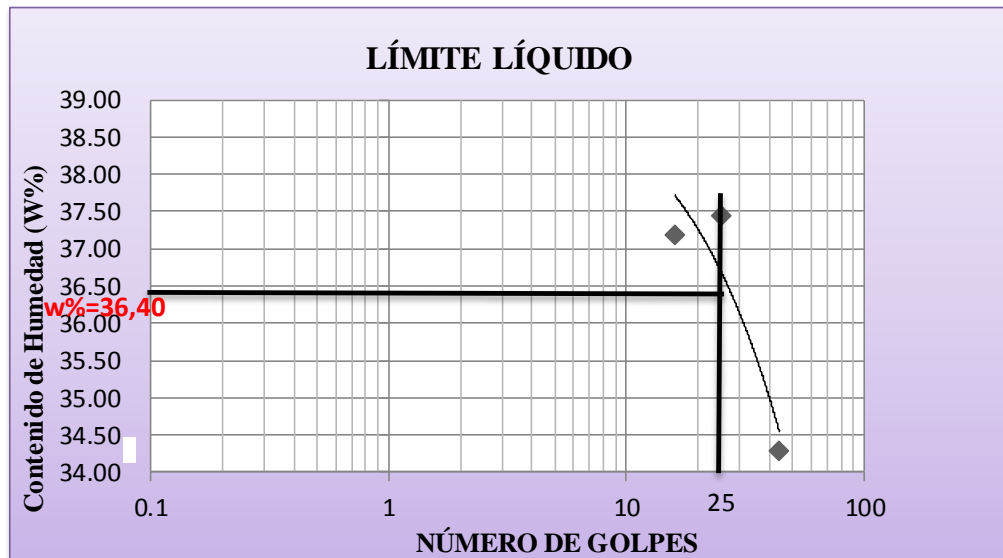
ENSAYADO POR: Egdo. Orlando Moreta

ABSCISA: Km 4+000

FECHA: 15/07/2015

1.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO

	44		25		16	
Recipiente Número	11-F	6-T	1-C	7-E	9-F	X-1
Peso húmedo + recipiente Wm + rec	23,76	19,32	25,34	23,32	24,12	19,78
Peso seco + recipiente Ws +rec	20,53	17,32	21,67	20,00	20,9	17,34
Peso recipiente rec	11,22	11,42	11,34	11,57	11,52	11,25
Peso del agua Ww	3,23	2,00	3,67	3,32	3,22	2,44
Peso de los sólidos Ws	9,31	5,9	10,33	8,43	9,38	6,09
Contenido de humedad w%	34,69	33,90	35,53	39,38	34,33	40,07
Contenido de humedad promedio w%	34,30		37,46		37,20	



2.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO

Recipiente Número	E-1	E-2	A-1	A-3	A-5	A-8
Peso húmedo + recipiente Wm + rec	6,23	5,96	6,32	6,75	6,04	6,2
Peso seco + recipiente Ws +rec	5,73	5,54	5,76	6,32	5,86	5,6
Peso recipiente rec	4,25	4,36	4,34	4,28	4,34	4,34
Peso del agua Ww	0,5	0,42	0,56	0,43	0,18	0,6
Peso de los sólidos Ws	1,48	1,18	1,42	2,04	1,52	1,26
Contenido de humedad w%	33,78	35,59	39,44	21,08	11,84	47,62
Contenido de humedad promedio w%						

Límite líquido= 36,40 %

Límite plástico= 31,56%

Índice plástico= 4,84%



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
CONTENIDO DE HUMEDAD



PROYECTO: Estudio de la vía San Andrés
UBICACIÓN: Cantón Tungurahua
ENSAYADO POR: Egdo. Orlando Moreta
ABSCISA: Km 4+000
FECHA: 15/07/2015

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO

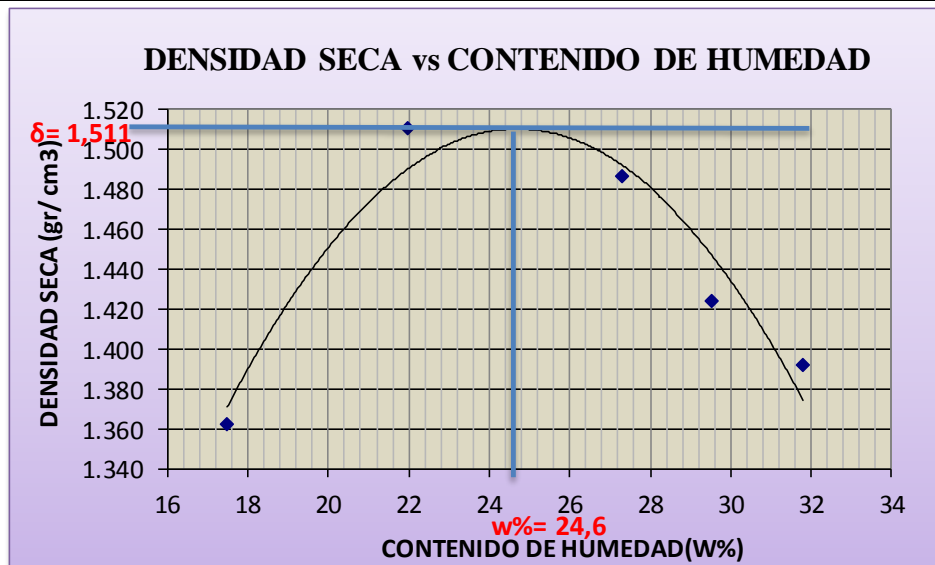
NUMERO DE GOLPES:	25	NUMERO DE CAPAS:	5	PESO MARTILLO:	10Lb
ALTURA DE CAIDA:	18"	PESO MOLDE gr:	3791	VOLUMEN MOLDE cc:	944

1.- PROCESO DE COMPACTACIÓN DE LABORATORIO

Muestra	1	2	3	4	5
Humedad inicial añadida en %	8	12	16	20	24
Humedad inicial añadida en (cc)	160	240	320	400	480
P molde + suelo húmedo (gr)	5302,5	5530,5	5577,5	5532,3	5522,8
Peso suelo húmedo	1511,5	1739,5	1786,5	1741,3	1731,8
Densidad Húmeda en gr/cm ³	1,601	1,843	1,892	1,845	1,835

2.- DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente #	1-D	D-3	1-T	2-R	6-T	8-B	C-5	3-T	C-5	D-7
Peso húmedo + recipiente Wm + rec	147,1	100,1	130,1	150,1	154,2	138,9	162,2	136,2	151,2	139,8
Peso seco + recipiente Ws + rec	131,6	88,33	110,2	133,2	129,0	118,3	128,9	120,0	120,3	123,9
Peso del recipiente rec	33,04	27,47	30,34	45,04	46,88	32,21	48,37	28,09	48,37	47,1
Peso del agua Ww	15,5	11,73	19,88	16,82	25,26	20,56	33,34	16,23	30,86	15,9
Peso suelo seco Ws	98,56	60,86	79,89	88,19	82,1	86,13	80,52	91,89	71,97	76,8
Contenido humedad w%	15,7	19,3	24,9	19,1	30,8	23,9	41,4	17,7	42,9	20,7
Contenido humedad promedio w%	17,50		21,89		27,32		29,53		31,79	
Densidad seca Yd	1,363		1,511		1,486		1,424		1,392	



Y_{máximo} = 1,511
W_{óptimo} % = 24,6



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
ENSAYO CBR



PROYECTO: Estudio de la vía San Andrés
UBICACIÓN: Cantón Tungurahua
ENSAYADO POR: Egdo. Orlando Moreta
ABSCISA: Km 4+000
FECHA: 15/07/2015

ENSAYO CBR

MOLDE #	1		2		3	
# DE CAPAS	5		5		5	
# DE GOLPES POR CAPAS	56		27		11	
	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES
	DEL	DEL	DEL	DEL	DEL	DEL
	REMOJO	REMOJO	REMOJO	REMOJO	REMOJO	REMOJO
Wm + Molde (gr)	12302,3	12401,3	12190,2	12287,1	12311,3	12498,8
PESO MOLDE	7991	7991	8080	8080	8566	8566
PESO MUESTRA HÚMEDA (gr)	4311,3	4410,33	4110,2	4207,1	3745,34	3932,8
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	2301	2301	2301	2301	2301	2301
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	1,874	1,917	1,786	1,828	1,628	1,709
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1,510	1,554	1,449	1,458	1,336	1,249

CONTENIDO DE HUMEDAD

TARRO #	2-R	11-B	D-7	C-5	3-T	1-D
Wm + TARRO (gr)	189,35	111,34	183,2	102,12	154,02	188,12
PESO MUESTRA SECA + TARRO (gr)	161,34	95,34	157,55	91,23	131,44	146,35
PESO AGUA (gr)	28,01	16,0	25,69	10,89	22,58	41,77
PESO TARRO	45,01	26,89	47,08	48,38	28,12	33,03
PESO MUESTRA SECA (gr)	116,33	68,45	110,47	42,85	103,32	113,32
CONTENIDO DE HUMEDAD %	24,08	23,37	23,26	25,41	21,85	36,86
AGUA ABSORBIDA %		-0,70		2,16		15,01



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
ENSAYO CBR



PROYECTO: Estudio de la vía San Andrés
UBICACIÓN: Cantón Tungurahua
ENSAYADO POR: Egdo. Orlando Moreta

ABSCISA: Km 4+000
FECHA: 15/07/2015

DATOS DE ESPONJAMIENTO

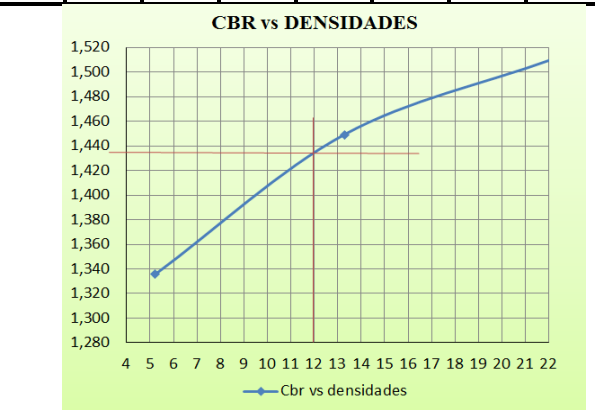
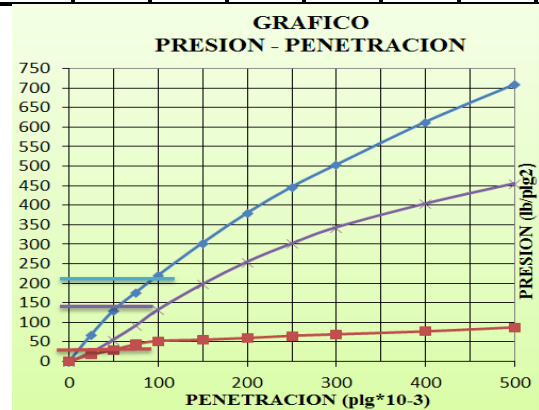
LECTURA DIAL en Plgs*10-2

MOLDE NÚMERO			1 - C				2 - C				3 - C			
FECHA		TIEMPO	LECT	h	ESPONJ		LECT	h	ESPONJ		LECT	h	ESPONJ	
DIA Y MES	HORA	DIAS	DIAL	Mues	Plgs.	%	DIAL	Mues	Plgs.	%	DIAL	Mues	Plgs.	%
			Plgs.	Plgs.	*10-2		Plgs.	Plgs.	*10-2		Plgs.	Plgs.	*10-2	
12-jul-15	17:30	0	0,01	5,00	0,00	0,00	0,02	5,00	0,00	0,00	0,05	5,00	0,00	0,00
13-jul-15	14:08	1	0,01		0,43	0,09	0,03		1,28	0,26	0,07		2,40	0,48
14-jul-15	14:45	2	0,02		1,30	0,26	0,04		2,04	0,41	0,07		1,80	0,36

ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN



CONSTANTE DE CELDA 2,204 Lb ÁREA DE PISTON:3p12

MOLDE NÚMERO			1 - C				2 - C				3 - C			
TIEMPO		PENE T	Q	PRESIONES		CBR	Q	PRESIONES		CBR	Q	PRESIONES		CBR
MIN	SEG	" 10-3	LECT	LEIDA	CORG	%	LECT	LEIDA	CORG	%	LECT	LEIDA	CORG	%
			DIAL	Lb/plg2			DIAL	Lb/plg2			DIAL	Lb/plg2		
0	30	25	93,9	69,0			32,0	23,5			23,4	17,2		
1	0	50	178,4	131,1			76,6	56,2			40,4	29,7		
1	30	75	241,0	177,0			125,7	92,3			59,7	43,9		
2	0	100	300,9	221,0	221,0	22	180,9	132,9	132,9	13,3	71,1	52,3	52,3	5,2
3	0	150	413,9	304,1			270,1	198,4			75,3	55,3		
4	0	200	518,2	380,7			347,9	255,6			81,4	59,8		
5	0	250	609,0	447,4			411,5	302,3			89,2	65,5		
6	0	300	686,3	504,2			467,8	343,7			94,3	69,3		
8	0	400	835,5	613,8			550,5	404,4			104,6	76,8		
10	0	500	966,2	709,9			620,8	456,1			118,6	87,1		
						30				13,3				5,2



Densidades	vs	Resistencias	Densidad Máx	1,511	gr/cm3			
gr/cm3	1,510	22,10	%	95% de DM	1,435	gr/cm3		
gr/cm4	1,449	13,29	%					
gr/cm5	1,336	5,23	%	CBR PUNTUAL				12,0%

MUESTRA 6

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS GRANULOMETRÍA				
PROYECTO: Estudio de la vía San Andrés				ABSCISA: Km 5+000		
UBICACIÓN: Cantón Tungurahua				FECHA: 15/07/2015		
ENSAYADO POR: Ego. Orlando Moreta						
1.- DETERMINACIÓN DE LA GRANULOMETRÍA DEL SUELO						
TAMIZ	TAMIZ en mm	PESO RET/ACUM	%RETENIDO	% QUE PASA		
3"	76,3	0	0	100		
1 ½"	38,10	0	0	100		
1"	25,4	0	0	100		
¾"	19,1	0	0	100		
½"	12,7	0	0	100		
3/8"	9,52	0	0	100		
N 4"	4,76	0	0	100		
PASA N4		0	0	100		
N 10	2,00	29,50	6,72	93,28		
N 30	0,59					
N 40	0,425	58,27	13,28	86,72		
N 50	0,30					
N 100	0,149					
N 200	0,074	219,04	49,91	50,09		
PASA EL N200		219,85	50,09			
TOTAL		438,89				
PESO ANTES DEL LAVADO			438,89			
PESO DESPUÉS DE LAVADO			219,04			
TOTAL - DIFERENCIA			219,85			
2.- GRÁFICO DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMETRÍA						
<p style="text-align: center;">GRANULOMETRÍA DEL SUELO</p> <p>El gráfico muestra la distribución granulométrica del suelo. El eje horizontal (X) representa el diámetro de los tamices en milímetros (mm) en una escala logarítmica, con valores de 0.01, 0.1, 1 y 10 mm. El eje vertical (Y) representa el porcentaje de material que pasa a través del tamiz, con una escala lineal de 0.0 a 110.0. La curva de distribución (Seri es1) comienza en 50.09% que pasa a través del tamiz N200 (0.074 mm) y alcanza el 100% que pasa a través del tamiz N4 (4.76 mm). El suelo se clasifica como SUCS ML (Limo baja plasticidad).</p>						
3.- CONTENIDO DE HUMEDAD						
Peso s.húmedo+Peso del recipiente (Wm+Wr)	Peso s.seco+Peso del recipiente (Ws+Wr)	Peso del recipiente (Wr)	P Agua (Ww)	Peso del suelo seco (Ws)		
220,54	199,56	48,88	20,98	150,68		
W%		13,9				
Clasificación SUCS ML (Limo baja plasticidad)						



PROYECTO: Estudio de la vía San Andrés

UBICACIÓN: Cantón Tungurahua

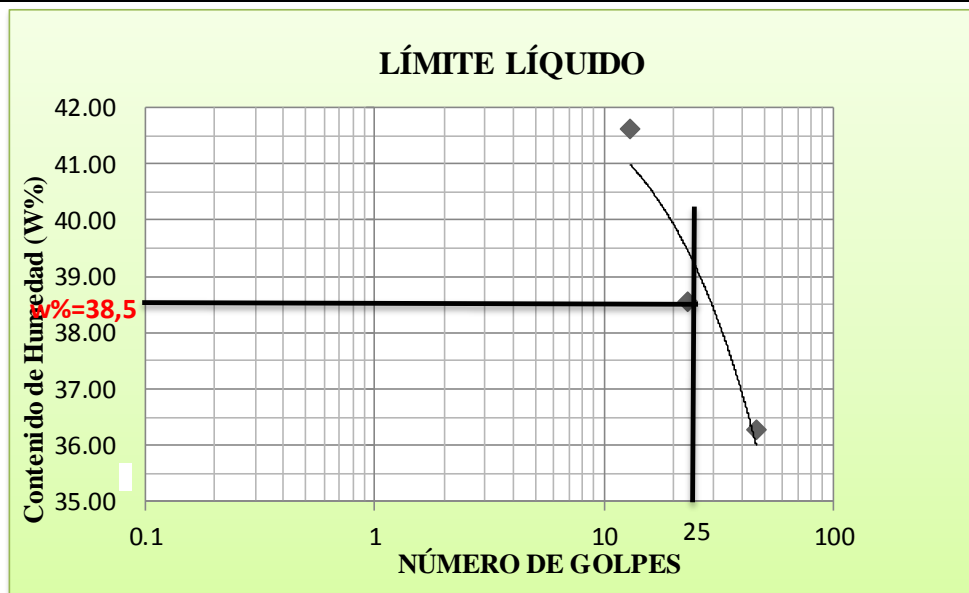
ENSAYADO POR: Ego. Orlando Moreta

ABSCISA: Km 5+000

FECHA: 15/07/2015

1.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO

	46		23		13	
Recipiente Número	16-X	12-F	6-T	7-E	11-F	X-1
Peso húmedo + recipiente Wm + rec	27,12	20,32	28,65	23,75	25,97	21,00
Peso seco + recipiente Ws +rec	22,98	17,99	23,89	20,33	21,80	18,04
Peso recipiente rec	11,57	11,57	11,39	11,57	11,22	11,25
Peso del agua Ww	4,14	2,33	4,76	3,42	4,19	2,96
Peso de los sólidos Ws	11,41	6,42	12,50	8,76	10,56	6,79
Contenido de humedad w%	36,28	36,29	38,08	39,04	39,68	43,59
Contenido de humedad promedio w%	36,29		38,56		41,64	



2.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO

Recipiente Número	A-1	A-3	A-5	A-8	E-1	E-3
Peso húmedo + recipiente Wm + rec	6,87	5,68	6,20	6,43	6,74	5,76
Peso seco + recipiente Ws +rec	6,30	5,35	5,98	5,78	6,13	5,43
Peso recipiente rec	4,34	4,28	4,34	4,34	4,25	4,28
Peso del agua Ww	0,57	0,33	0,22	0,65	0,61	0,33
Peso de los sólidos Ws	1,96	1,07	1,64	1,44	1,88	1,15
Contenido de humedad w%	29,08	30,84	13,41	45,14	32,45	28,70
Contenido de humedad promedio w%	29,96		29,28		30,57	

Límite líquido= 38,50 %

Límite plástico= 29,94

Índice plástico= 8,56%



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
 CONTENIDO DE HUMEDAD



PROYECTO: Estudio de la vía San Andrés
UBICACIÓN: Cantón Tungurahua
ENSAYADO POR: Egdo. Orlando Moreta
ABSCISA: Km 5+000
FECHA: 15/07/2015

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO

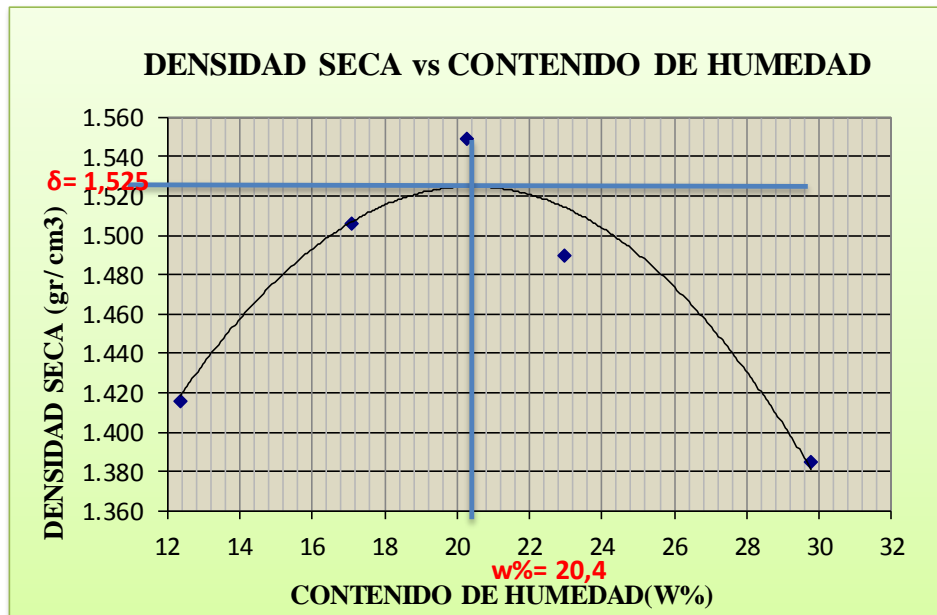
NUMERO DE GOLPES:	25	NÚMERO DE CAPAS:	5	PESO MARTILLO:	10Lb
ALTURA DE CAÍDA:	18"	PESO MOLDE gr:	3791	VOLUMEN MOLDE cc:	944

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)	0	80	160	240	320
P molde + suelo húmedo (gr)	5292,4	5455,6	5550,3	5520,23	5488
Peso suelo húmedo	1501,4	1664,6	1759,3	1729,23	1697
Densidad Húmeda en gr/cm ³	1,590	1,763	1,864	1,832	1,798

2.- DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente #	D-5	1-T	C-5	6-T	1-D	4-A	2-F	D-3	3-T	8-B
Peso húmedo + recipiente Wm + rec	182,0	125,2	200,1	135,3	155,1	121,3	138,8	136,3	136,2	135,9
Peso seco + recipiente Ws + rec	165,3	118,2	178,2	122,2	133,5	109,4	120,1	118,6	112,1	111,4
Peso del recipiente rec	65,85	30,33	48,37	46,88	33,05	47,18	49,5	27,43	28,09	32,21
Peso del agua Ww	16,7	6,96	21,88	13,07	21,53	11,92	18,68	17,75	24,1	24,47
Peso suelo seco Ws	99,47	87,89	129,9	75,3	100,5	62,23	70,64	91,13	84,04	79,23
Contenido humedad w%	16,8	7,9	16,8	17,4	21,4	19,2	26,4	19,5	28,7	30,9
Contenido humedad promedio w%	12,35		17,10		20,29		22,96		29,78	
Densidad seca Yd	1,416		1,506		1,549		1,490		1,385	



Y_{máximo} = 1,525

W_{óptimo} % = 20,4



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
ENSAYO CBR



PROYECTO: Estudio de la vía San Andrés
UBICACIÓN: Cantón Tungurahua
ENSAYADO POR: Egdo. Orlando Moreta
ABSCISA: Km 5+000
FECHA: 15/07/2015

ENSAYO CBR

MOLDE #	1		2		3	
# DE CAPAS	5		5		5	
# DE GOLPES POR CAPAS	56		27		11	
	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES
	DEL	DEL	DEL	DEL	DEL	DEL
	REMOJO	REMOJO	REMOJO	REMOJO	REMOJO	REMOJO
W _m + Molde (gr)	10320,5	10097,2	10134,9	10066,6	9480,7	9800,1
PESO MOLDE	5869,5	5869,5	5965,5	5965,5	5775,0	5775,0
PESO MUESTRA HÚMEDA (gr)	4451,0	4227,7	4169,4	4101,1	3705,7	4025,1
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	2274,0	2274,0	2274,0	2274,0	2274,0	2274,0
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	1,957	1,859	1,834	1,803	1,630	1,770
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1,655	1,470	1,547	1,338	1,361	1,361

CONTENIDO DE HUMEDAD

TARRO #	4-B	11-B	1-D	6-T	1-T	3-T
W _m + TARRO (gr)	184,06	112,21	96,4	97,99	163,43	99,12
PESO MUESTRA SECA + TARRO (gr)	160,48	94,36	86,74	85,18	141,47	82,71
PESO AGUA (gr)	23,58	17,85	9,95	12,81	21,96	16,41
PESO TARRO	31,56	26,89	33,03	48,38	30,32	28,11
PESO MUESTRA SECA (gr)	128,92	67,47	53,71	36,8	111,15	54,6
CONTENIDO DE HUMEDAD %	18,29	26,46	18,53	34,81	19,76	30,05
AGUA ABSORBIDA %	8,17		16,28		10,30	



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
ENSAYO CBR



PROYECTO: Estudio de la vía San Andrés
UBICACIÓN: Cantón Tungurahua
ENSAYADO POR: Egdo. Orlando Moreta

ABSCISA: Km 5+000
FECHA: 15/07/2015

DATOS DE ESPONJAMIENTO

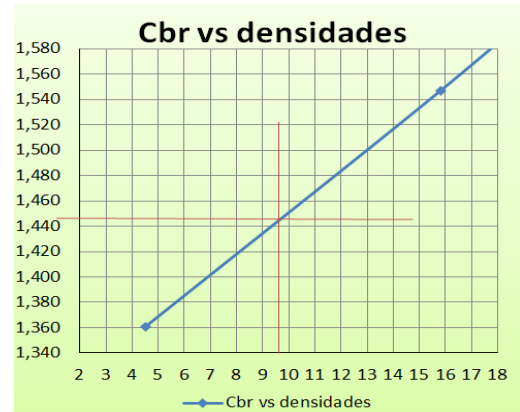
LECTURA DIAL en Plgs*10-2

MOLDE NÚMERO			1 - C				2 - C				3 - C			
FECHA		TIEMPO	LECT	h	ESPONJ		LECT	h	ESPONJ		LECT	h	ESPONJ	
DIA Y MES	HORA	DIAS	DIAL	Mues	Plgs.	%	DIAL	Mues	Plgs.	%	DIAL	Mues	Plgs.	%
			Plgs.	Plgs.	*10-2		Plgs.	Plgs.	*10-2		Plgs.	Plgs.	*10-2	
12-jul-15	17:30	0	0,03	5,00	0,00	0,00	0,09	5,00	0,00	0,00	0,04	5,00	0,00	0,00
13-jul-15	14:08	1	0,05		1,22	0,24	0,10		0,84	0,17	0,05		1,40	0,28
14-jul-15	14:45	2	0,05		2,05	0,41	0,12		2,84	0,57	0,07		3,40	0,68

ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN



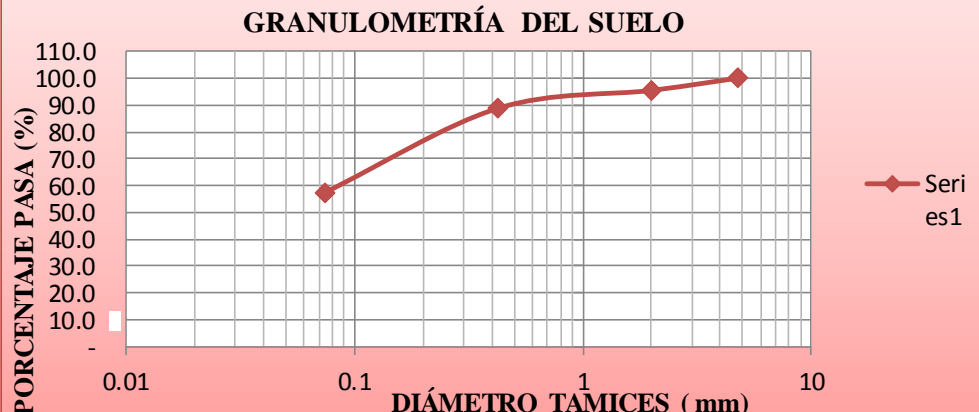
CONSTANTE DE CELDA 2,204 Lb ÁREA DE PISTON:3p12

MOLDE NÚMERO			1 - C				2 - C				3 - C			
TIEMPO		PENE T	LECT	LEIDA	CORG	%	LECT	LEIDA	CORG	%	LECT	LEIDA	CORG	%
MIN	SEG	" 10-3	DIAL	Lb/plg2			DIAL	Lb/plg2			DIAL	Lb/plg2		
0	30	25	108,8	79,9			70,2	51,6			18,1	13,3		
1	0	50	184,9	135,8			127,8	93,9			30,8	22,6		
1	30	75	240,9	177,0			174,1	127,9			48,7	35,8		
2	0	100	298,2	219,1	219,1	22	215,2	158,1	158,1	15,8	61,3	45,0	45,0	4,5
3	0	150	388,4	285,3			279,7	205,5			70,2	51,6		
4	0	200	473,8	348,1			331,5	243,5			75,9	55,8		
5	0	250	542,4	398,5			376,9	276,9			83,8	61,6		
6	0	300	597,7	439,1			418,2	307,2			90,2	66,3		
8	0	400	698,3	513,0			485,7	356,8			96,7	71,0		
10	0	500	800,1	587,8			540,7	397,2			100,6	73,9		
						22				15,8				4,5



Densidades	vs	Resistencias	Densidad Máx	1,525	gr/cm3		
gr/cm3	1,655	21,91	%	95% de DM	1,449	gr/cm3	
gr/cm4	1,547	15,81	%				
gr/cm5	1,361	4,50	%	CBR PUNTUAL			9,7%

MUESTRA 7

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS GRANULOMETRÍA			
PROYECTO: Estudio de la vía San Andrés UBICACIÓN: Cantón Tungurahua ENSAYADO POR: Egdo. Orlando Moreta		ABSCISA: Km 5+940 FECHA: 15/07/2015		
1.- DETERMINACIÓN DE LA GRANULOMETRÍA DEL SUELO				
TAMIZ 3" 1 ½" 1" ¾" ½" 3/8" N 4" PASA N4 N 10 N 30 N 40 N 50 N 100 N 200 PASA EL N200	TAMIZ en mm 76,3 38,10 25,4 19,1 12,7 9,52 4,76 2,00 0,59 0,425 0,30 0,149 0,074	PESO RET/ACUM 0 0 0 0 0 0 0 20,22 50,18 190,99 256,74	%RETENIDO 0 0 0 0 0 0 4,52 11,21 42,66 57,34	% QUE PASA 100 100 100 100 100 100 95,48 88,79 57,34
TOTAL		447,73		
PESO ANTES DEL LAVADO		447,73		
PESO DESPUÉS DE LAVADO		190,99		
TOTAL - DIFERENCIA		256,74		
2.- GRÁFICO DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMETRÍA				
<div style="border: 1px solid black; padding: 10px;"> <p style="text-align: center;">GRANULOMETRÍA DEL SUELO</p>  <p style="text-align: right;">Series1</p> </div>				
3.- CONTENIDO DE HUMEDAD				
Peso s.húmedo+Peso del recipiente (Wm+Wr)	Peso s.seco+Peso del recipiente (Ws+Wr)	Peso del recipiente (Wr)	P Agua (Ww)	Peso del suelo seco (Ws)
199,24	183,12	45,04	16,12	138,08
W%		11,7		
Clasificación SUCS ML (Limo arcilloso baja plasticidad)				



PROYECTO: Estudio de la vía San Andrés

UBICACIÓN: Cantón Tungurahua

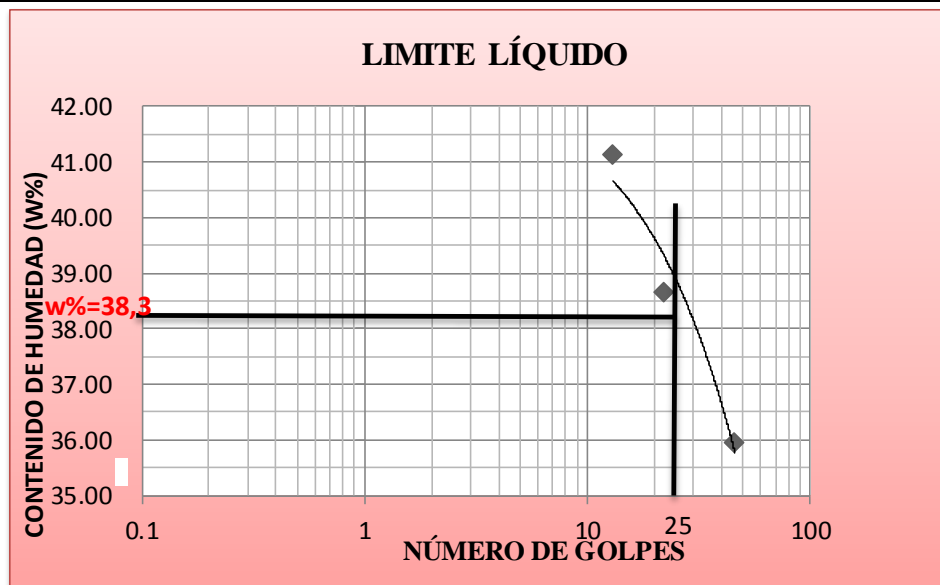
ENSAYADO POR: Egdo. Orlando Moreta

ABSCISA: Km 5+940

FECHA: 15/07/2015

1.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO

	46		22		13	
Recipiente Número	9-F	1C	6-T	11-F	X-1	7-E
Peso húmedo + recipiente Wm + rec	27,06	20,16	28,43	23,12	25,02	20,12
Peso seco + recipiente Ws +rec	22,98	17,81	23,69	19,8	21,0	17,63
Peso recipiente rec	11,52	11,34	11,42	11,22	11,25	11,57
Peso del agua Ww	4,08	2,35	4,74	3,32	4,02	2,49
Peso de los sólidos Ws	11,46	6,47	12,27	8,58	9,75	6,06
Contenido de humedad w%	35,60	36,32	38,63	38,69	41,23	41,09
Contenido de humedad promedio w%	35,96		38,66		41,16	



2.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO

Recipiente Número	E-2	A-1	A-8	A-5	E-1	A-3
Peso húmedo + recipiente Wm + rec	6,61	5,42	5,91	6,15	6,6	5,6
Peso seco + recipiente Ws +rec	6,10	5,18	5,55	5,74	6,05	5,3
Peso recipiente rec	4,36	4,34	4,34	4,34	4,25	4,28
Peso del agua Ww	0,51	0,24	0,36	0,41	0,55	0,3
Peso de los sólidos Ws	1,74	0,84	1,21	1,40	1,80	1,02
Contenido de humedad w%	29,31	28,57	29,75	29,29	30,56	29,41
Contenido de humedad promedio w%	28,94		29,52		29,98	

Límite líquido= 38,3 %

Límite plástico= 29,48 %

Índice plástico= 8,82



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
 CONTENIDO DE HUMEDAD



PROYECTO: Estudio de la vía San Andrés
UBICACIÓN: Cantón Tungurahua
ENSAYADO POR: Egdo. Orlando Moreta
ABSCISA: Km 5+940
FECHA: 15/07/2015

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO

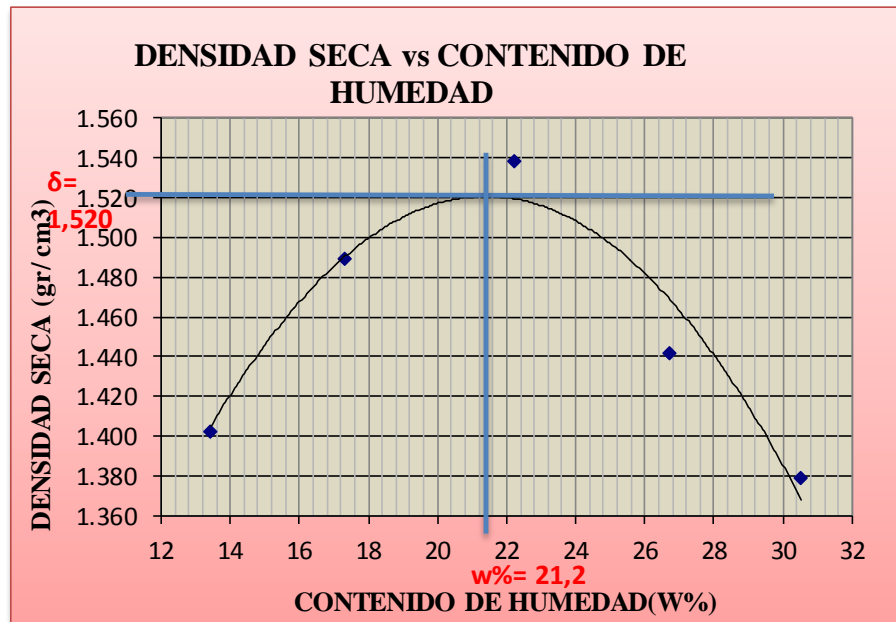
NUMERO DE GOLPES:	25	NÚMERO DE CAPAS:	5	PESO MARTILLO:	10Lb
ALTURA DE CAÍDA:	18"	PESO MOLDE gr:	3791	VOLUMEN MOLDE cc:	944

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)	0	80	160	240	320
P molde + suelo húmedo (gr)	5292,4	5440,6	5566,8	5516	5490
Peso suelo húmedo	1501,4	1649,6	1775,8	1725	1699
Densidad Húmeda en gr/cm ³	1,590	1,747	1,881	1,827	1,800

2.- DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente #	D-7	D-5	M-2	6-T	2-R	1-D	8-B	4-A	D-3	1-T
Peso húmedo + recipiente Wm + rec	175,6	130,3	208,6	135,3	176,9	128,7	138,8	130,9	140,6	140,2
Peso seco + recipiente Ws + rec	160,5	122,6	192,2	122,2	152,8	111,3	116,3	113,2	114,2	114,5
Peso del recipiente rec	47,10	65,85	98,06	46,88	45,04	33,05	32,21	47,18	27,43	30,33
Peso del agua Ww	15,15	7,66	16,33	13,07	24,06	17,33	22,5	17,66	26,46	25,75
Peso suelo seco Ws	113,4	56,76	94,18	75,3	107,8	78,27	84,11	66,03	86,78	84,19
Contenido humedad w%	13,4	13,5	17,3	17,4	22,3	22,10	26,8	26,7	30,5	30,6
Contenido humedad promedio w%	13,43		17,35		22,23		26,75		30,54	
Densidad seca Yd	1,402		1,489		1,539		1,442		1,379	



Y_{máximo} = 1,520

W_{óptimo} % = 21,2



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
ENSAYO CBR



PROYECTO: Estudio de la vía San Andrés
UBICACIÓN: Cantón Tungurahua
ENSAYADO POR: Egdo. Orlando Moreta
ABSCISA: Km 5+940
FECHA: 15/07/2015

ENSAYO CBR

MOLDE #	15		18		44	
# DE CAPAS	5		5		5	
# DE GOLPES POR CAPAS	56		27		11	
	ANTES DEL	DESPUES DEL	ANTES DEL	DESPUES DEL	ANTES DEL	DESPUES DEL
	REMOJO	REMOJO	REMOJO	REMOJO	REMOJO	REMOJO
W _m + Molde (gr)	10208,2	10297,6	10075,4	10266,2	9497,2	9843,8
PESO MOLDE	5869,5	5869,5	5965,5	5965,5	5775,0	5775,0
PESO MUESTRA HÚMEDA (gr)	4338,7	4428,1	4109,9	4300,7	3722,2	4068,8
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	2274,0	2274,0	2274,0	2274,0	2274,0	2274,0
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	1,908	1,947	1,807	1,891	1,637	1,789
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1,568	1,526	1,490	1,474	1,349	1,327

CONTENIDO DE HUMEDAD

TARRO #	2-R	4-B	8-B	1-D	D-7	3-T
W _m + TARRO (gr)	177,31	114,55	88,6	91,09	171,81	93,32
PESO MUESTRA SECA + TARRO (gr)	153,73	96,6	78,65	78,28	149,85	76,48
PESO AGUA (gr)	23,58	17,95	9,9	12,81	21,96	16,84
PESO TARRO	45,01	31,56	32,2	33,03	47,08	28,11
PESO MUESTRA SECA (gr)	108,72	65,04	46,45	45,25	102,77	48,37
CONTENIDO DE HUMEDAD %	21,69	27,60	21,31	28,31	21,37	34,81
AGUA ABSORBIDA %	5,92		7,00		13,45	



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
ENSAYO CBR



PROYECTO: Estudio de la vía San Andrés
UBICACIÓN: Cantón Tungurahua
ENSAYADO POR: Egdo. Orlando Moreta

ABSCISA: Km 5+940
FECHA: 15/07/2015

DATOS DE ESPONJAMIENTO

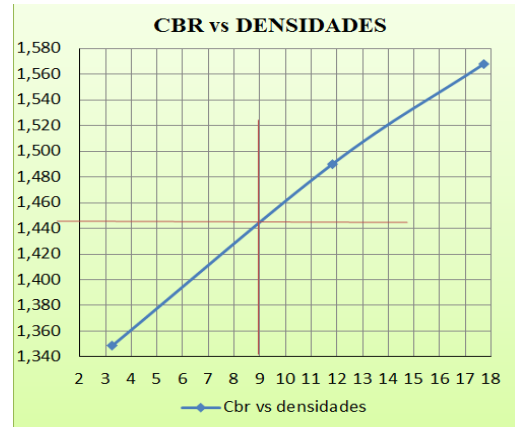
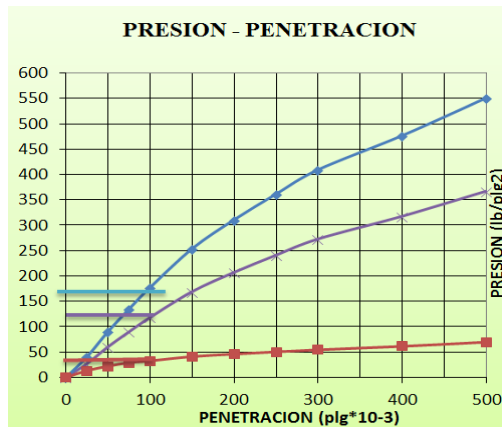
LECTURA DIAL en Plgs*10-2

MOLDE NÚMERO			1 - C				2 - C				3 - C			
FECHA		TIEMPO	LECT	h	ESPONJ		LECT	h	ESPONJ		LECT	h	ESPONJ	
DIA Y MES	HORA	DIAS	DIAL	Mues	Plgs.	%	DIAL	Mues	Plgs.	%	DIAL	Mues	Plgs.	%
			Plgs.	Plgs.	*10-2		Plgs.	Plgs.	*10-2		Plgs.	Plgs.	*10-2	
13-jul-15	17:30	0	0,03	5,00	0,00	0,00	0,09	5,00	0,00	0,00	0,04	5,00	0,00	0,00
14-jul-15	14:08	1	0,04		1,57	0,31	0,11		1,56	0,31	0,06		2,16	0,43
15-jul-15	14:45	2	0,05		2,36	0,47	0,12		3,16	0,63	0,08		3,92	0,78



ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN

CONSTANTE DE CELDA 2,204 Lb ÁREA DE PISTON:3p12

MOLDE NÚMERO			1 - C				2 - C				3 - C			
TIEMPO			Q	PRESIONES		CBR	Q	PRESIONES		CBR	Q	PRESIONES		CBR
MIN	SEG	PENE T	LECT	LEIDA	CORG	%	LECT	LEIDA	CORG	%	LECT	LEIDA	CORG	%
		" 10-3	DIAL	Lb/plg2			DIAL	Lb/plg2			DIAL	Lb/plg2		
0	30	25	55,2	40,6			36,8	27,0			18,1	13,3		
1	0	50	122,9	90,3			81,9	60,2			30,1	22,1		
1	30	75	183,5	134,8			122,3	89,8			39,7	29,2		
2	0	100	241,2	177,2	177,2	18	160,8	118,1	118,1	11,8	44,3	32,5	32,5	3,3
3	0	150	345,3	253,7			230,2	169,1			55,9	41,1		
4	0	200	423,2	310,9			282,1	207,2			62,6	46,0		
5	0	250	492,3	361,7			328,2	241,1			68,5	50,3		
6	0	300	557,6	409,7			371,7	273,1			73,9	54,3		
8	0	400	649,1	476,9			432,7	317,9			83,5	61,3		
10	0	500	750,3	551,2			500,2	367,5			94,6	69,5		
						18								3,3



Densidades	vs	Resistencias		Densidad Máx		1,520	gr/cm3			
gr/cm3	1,568	17,72	%	95% de DM		1,444	gr/cm3			
gr/cm4	1,490	11,81	%							
gr/cm5	1,349	3,25	%	CBR PUNTUAL						9 %

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS	
RUBRO: 1	DETALLE: DESBROCE, DESBOSQUE Y LIMPIEZA	UNIDAD: Ha

A.- EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
H. MENORES 5%MO				28	6,94
Excavadora	1	35,00	35,00	7,50	262,50
SUBTOTAL M					269,44

B.- MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Operador 1 EO C1	1	3,38	3,38	7,50	25,35
Ayudante de M. EO E2	1	3,09	3,09	7,50	23,18
Peón EO E2	4	3,01	12,04	7,50	90,30
SUBTOTAL N					138,83

C.- MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
SUBTOTAL O				

D.- TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
SUBTOTAL P				
TOTAL COSTO DIRECTO M+N+O+P				408,27
COSTOS INDIRECTOS 25%				102,07
OTROS INDIRECTOS				-
COSTO TOTAL DEL RUBRO				510,34
VALOR OFERTADO				510,34

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS	
RUBRO: 2	DETALLE: REPLANTEO Y NIVELACIÓN	UNIDAD: Km

A.- EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
H. MENORES 5% MO				21,5	8,77
Equipo topografico	1	20,00	20,00	14,00	280,00
SUBTOTAL M					288,77

B.- MANO DE OBRA



DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Topógrafo 2 EO C1	1	3,38	3,38	14,00	47,32
Cadeneros EO D2	3	3,05	9,15	14,00	128,10
SUBTOTAL N					175,42

C.- MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
Estacas	U	200,00	0,11	22,00
Pintura esmalte	Lt	0,30	3,00	0,90
SUBTOTAL O				22,90

D.- TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
SUBTOTAL P				
TOTAL COSTO DIRECTO M+N+O+P				487,09
COSTOS INDIRECTOS 25%				121,77
OTROS INDIRECTOS				-
COSTO TOTAL DEL RUBRO				608,86
VALOR OFERTADO				608,86

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS	
RUBRO: 3	DETALLE: EXCAVACIÓN SIN CLASIFICAR (Movi. De tierras)	UNIDAD: m³

A.- EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
H. MENORES 5% MO					0,01
Retroexcavadora	1	35,00	35,00	0,016	0,56
SUBTOTAL M					0,57

B.- MANO DE OBRA



DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Operador 1 EO C1	1	3,38	3,38	0,016	0,05
Ayudante de M. EO E2	1	3,09	3,09	0,016	0,05
SUBTOTAL N					0,10

C.- MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
SUBTOTAL O				

D.- TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
SUBTOTAL P				
TOTAL COSTO DIRECTO M+N+O+P				0,67
COSTOS INDIRECTOS 25%				0,17
OTROS INDIRECTOS				-
COSTO TOTAL DEL RUBRO				0,84
VALOR OFERTADO				0,84

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS	
RUBRO: 4	DETALLE: EXCAVACIÓN Y CONFORMACIÓN PARA CUNETAS	UNIDAD: m³

A.- EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
H. MENORES 5%MO					0,03
Bodcat	1	20,00	20,00	0,10	2,00
SUBTOTAL M					2,03

B.- MANO DE OBRA


DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Operador 1 EO C1	1	3,38	3,38	0,10	0,34
Ayudante de M. EO E2	1	3,09	3,09	0,10	0,31
SUBTOTAL N					0,65

C.- MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
SUBTOTAL O				

D.- TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
SUBTOTAL P				
TOTAL COSTO DIRECTO M+N+O+P				2,68
COSTOS INDIRECTOS 25%				0,67
OTROS INDIRECTOS				-
COSTO TOTAL DEL RUBRO				3,35
VALOR OFERTADO				3,35

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS	
RUBRO: 5	DETALLE: LIMPIEZA DE DERRUMBES	UNIDAD: m³

A.- EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
H. MENORES 5%MO					0,01
Excavadora	1	35,00	35,00	0,02	0,70
Volqueta	1	20,00	20,00	0,02	0,40
SUBTOTAL M					1,11

B.- MANO DE OBRA



DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
Operador 1	EO C1	1	3,38	3,38	0,02	0,07
Ayudante de M.	EO E2	1	3,09	3,09	0,02	0,06
Chofer	EO C1	1	4,36	4,36	0,02	0,09
SUBTOTAL N					0,22	

C.- MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
SUBTOTAL O				

D.- TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
SUBTOTAL P				
TOTAL COSTO DIRECTO M+N+O+P				1,33
COSTOS INDIRECTOS 25%				0,33
OTROS INDIRECTOS				-
COSTO TOTAL DEL RUBRO				1,66
VALOR OFERTADO				1,66

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS	
RUBRO: 6	DETALLE: HORMIGÓN PARA CUNETAS (f'c=280 kg/cm2)	UNIDAD: m ³

A.- EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
H. MENORES 5%MO					1,71
Concretera 1 saco	1	5,00	5,00	0,80	4,00
SUBTOTAL M					5,71

B.- MANO DE OBRA



DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Albañil EO D2	3	3,05	9,15	0,80	7,32
Peon EO E2	10	3,01	30,10	0,80	24,08
Maestro de O. EO C1	1	3,38	3,38	0,80	2,70
SUBTOTAL N					34,10

C.- MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
Cemento	saco	6,00	7,30	43,80
Arena	m ³	0,75	9,20	6,90
Ripio triturado	m ³	0,75	14,20	10,65
Agua	m ³	0,20	0,01	0,00
Aceite quemado	Gln	0,90	0,36	0,32
Encofrado (tabla 20 cm)	U	12,00	1,50	18,00
Pingo	M	8,00	0,20	1,60
Alfagia	U	3,00	2,80	8,40
Clavos de 2" a 4"	Kg	0,90	1,70	1,53
SUBTOTAL O				91,2

D.- TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
SUBTOTAL P				-
TOTAL COSTO DIRECTO M+N+O+P				131,02
COSTOS INDIRECTOS 25%				32,75
OTROS INDIRECTOS				-
COSTO TOTAL DEL RUBRO				163,77
VALOR OFERTADO				163,77

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS	
RUBRO: 7	DETALLE: MATERIAL SUBBASE CLASE 3 (incluye transporte)	UNIDAD: m³

A.- EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
H. MENORES 5%MO					0,02
Motoniveladora	1	35,00	35,00	0,014	0,49
Rodillo vibrador liso	1	25,00	25,00	0,014	0,35
Camión cisterna	1	20,00	20,00	0,014	0,28
Volquete	1	20,00	20,00	0,014	0,28
SUBTOTAL M					1,42

B.- MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Operador 1 EO C1	1	3,38	3,38	0,01	0,05
Operador 2 EO C2	1	3,21	3,21	0,01	0,04
Ayudante M. EO E2	1	3,09	3,09	0,01	0,04
Chofer EO C1	2	4,36	8,72	0,01	0,12
Maestro O. EO C1	1	3,38	3,38	0,01	0,05
Peón EO E2	1	3,01	3,01	0,01	0,04
SUBTOTAL N					0,34



C.- MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
Material SUB-BASE clase 3	m ³	1,20	6,50	7,80
SUBTOTAL O				7,8

D.- TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
Material SUB-BASE clase 3	m ³	1,20	0,26	0,31
SUBTOTAL P				0,31

TOTAL COSTO DIRECTO M+N+O+P	9,87
COSTOS INDIRECTOS 25%	2,47
OTROS INDIRECTOS	-
COSTO TOTAL DEL RUBRO	12,34
VALOR OFERTADO	12,34

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS	
RUBRO: 8	DETALLE: MATERIAL BASE CLASE 4 (incluye transporte)	UNIDAD: m³

A.- EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
H. MENORES 5%MO					0,02
Motoniveladora	1	35,00	35,00	0,014	0,49
Rodillo vibrador liso	1	25,00	25,00	0,014	0,35
Camión cisterna	1	20,00	20,00	0,014	0,28
Volquete	1	20,00	20,00	0,014	0,28
SUBTOTAL M					1,42

B.- MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Operador 1 EO C1	1	3,38	3,38	0,01	0,05
Operador 2 EO C2	1	3,21	3,21	0,01	0,04
Ayudante M. EO E2	1	3,09	3,09	0,01	0,04
Chofer EO C1	2	4,36	8,72	0,01	0,12
Maestro O. EO C1	1	3,38	3,38	0,01	0,05
Peón EO E2	1	3,01	3,01	0,01	0,04
SUBTOTAL N					0,34

C.- MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
Material SUB-BASE clase 3	m ³	1,20	8,60	10,32
SUBTOTAL O				10,3

D.- TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
Material SUB-BASE clase 3	m ³	1,20	0,26	0,31
SUBTOTAL P				0,31
TOTAL COSTO DIRECTO M+N+O+P				12,39
COSTOS INDIRECTOS 25%				3,10
OTROS INDIRECTOS				-
COSTO TOTAL DEL RUBRO				15,49
VALOR OFERTADO				15,49

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS	
RUBRO: 9	DETALLE: TRANSPORTE DE MATERIA DESALOJADO	UNIDAD: m³

A.- EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
H. MENORES 5%MO					0,01
Volquete	1	20,00	20,00	0,03	0,64
SUBTOTAL M					0,65

B.- MANO DE OBRA



DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Chofer EO C1	1	4,36	4,36	0,03	0,14
SUBTOTAL N					0,14

C.- MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
SUBTOTAL O				

D.- TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
SUBTOTAL P				
TOTAL COSTO DIRECTO M+N+O+P				0,79
COSTOS INDIRECTOS 25%				0,20
OTROS INDIRECTOS				-
COSTO TOTAL DEL RUBRO				0,99
VALOR OFERTADO				0,99

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS	
RUBRO: 10	DETALLE: CAPA DE RODADURA ASFÁLTICA MEZCLADO EN PLANTA e = 2” (INCLUIDO IMPRIMACIÓN)	UNIDAD: m ²

A.- EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
H. MENORES 5%MO					0,020
Planta de asfalto completa	1	160,00	160,00	0,005	0,80
Cargadora frontal	1	35,00	35,00	0,005	0,18
Terminadora de asfalto	1	65,00	65,00	0,005	0,33
Rodillo vibratorio liso	1	25,00	25,00	0,005	0,13
Rodillo vibratorio neumático	1	25,00	25,00	0,005	0,13
Distribuidor de asfalto	1	55,00	55,00	0,005	0,28
Escoba mecánica	1	25,00	25,00	0,005	0,13
SUBTOTAL M					2,0

B.- MANO DE OBRA



DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Operador 1 EO C1	2	3,38	6,76	0,01	0,03
Operador 2 EO C2	4	3,21	12,84	0,01	0,06
Ayudante M. EO E2	5	3,09	15,45	0,01	0,08
Chofer EO C1	1	4,36	4,36	0,01	0,02
Peón EO E2	13	3,01	39,13	0,01	0,20
SUBTOTAL N					0,39

C.- MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
Asfalto AP-3	Kg	8,25	0,34	2,81
Agregados triturados	m ³	0,05	11,00	0,55
Diésel generador planta	Gln	0,57	1,04	0,59
Arena	m ³	0,04	9,50	0,38
Transporte mezcla asfáltica	m ³ *Kg	5,42	0,25	1,36
Asfalto diluido RC-250	Kg	1,10	0,34	0,37
Diésel	Lt	0,33	0,24	0,08
SUBTOTAL O				6,14

D.- TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
SUBTOTAL P				
TOTAL COSTO DIRECTO M+N+O+P				8,53
COSTOS INDIRECTOS 25%				2,13
OTROS INDIRECTOS				-
COSTO TOTAL DEL RUBRO				10,66
VALOR OFERTADO				10,66

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS	
RUBRO: 11	DETALLE: POZOS RECEPTORES PARA DESCARGA DE CUNETAS	UNIDAD: U

A.- EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
H. MENORES 5%MO					1,67
Concretera	1	5,00	5,00	1,80	9,00
SUBTOTAL M					10,67

B.- MANO DE OBRA



DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Albañil EO D2	2	3,05	6,10	1,80	10,98
Peón EO E2	3	3,01	9,03	1,80	16,25
Maestro O. EO C1	1	3,38	3,38	1,80	6,08
SUBTOTAL N					33,31

C.- MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
Mortero cemento-arena 1:5	m3	0,05	50,17	2,51
Mortero cemento-arena 1:4	m3	0,03	57,48	1,72
Ladrillo Mambron	U	45,00	0,15	6,75
SUBTOTAL O				10,98

D.- TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
SUBTOTAL P				
TOTAL COSTO DIRECTO M+N+O+P				54,96
COSTOS INDIRECTOS 25%				50,58
OTROS INDIRECTOS				-
COSTO TOTAL DEL RUBRO				105,54
VALOR OFERTADO				105,54

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS	
RUBRO: 12	DETALLE: SEÑALES HORIZONTALES	UNIDAD: MI

A.- EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
H. MENORES 5%MO					0,00
Mecánico rociador	1	3,50	3,50	0,00	0,00
Camioneta	1	6,00	6,00	0,00	0,01
SUBTOTAL M					0,01

B.- MANO DE OBRA



DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Chofer EO C1	1	4,36	4,36	0,00	-
Peón EO E2	2	3,01	6,02	0,00	0,01
SUBTOTAL N					0,01

C.- MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
Pintura para señalización	Lt	0,05	7,50	0,34
SUBTOTAL O				0,34

D.- TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
SUBTOTAL P				
TOTAL COSTO DIRECTO M+N+O+P				0,36
COSTOS INDIRECTOS 25%				0,09
OTROS INDIRECTOS				-
COSTO TOTAL DEL RUBRO				0,45
VALOR OFERTADO				0,45

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS	
RUBRO: 13	DETALLE: SEÑALES ECOLÓGICAS (2,40 * 1,20) M	UNIDAD: U

A.- EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
H. MENORES 5%MO					2,33
Soldadora eléctrica	1	3,00	3,00	3,00	9,00
SUBTOTAL M					11,33

B.- MANO DE OBRA



DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Albañil EO D2	1	3,05	3,05	3,00	9,15
Peón EO E2	2	3,01	6,02	3,00	18,06
Maestro O. EO C1	1	3,38	3,38	3,00	10,14
Pintor EO D2	1	3,05	3,05	3,00	9,15
SUBTOTAL N					46,50

C.- MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
Lamina de Tool Galv (2.44x1.22)	U	1,00	43,50	43,50
Tubo cuadrado Galv 2" x2" x2mm	ml	6,00	4,13	24,78
Pernos inoxidables	U	4,00	0,50	2,00
Hormigon Clase B (f _c =280 kg/cm ²)	m ³	0,14	160,00	22,40
Angulo de 30x3mm	m	9,76	1,42	13,86
Pintura anticorrosiva	Gl	0,20	16,00	3,20
Pintura reflectiva	Gl	1,00	25,00	25,00
Electrodos	Kg	2,88	3,38	9,73
SUBTOTAL O				144,47

D.- TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
SUBTOTAL P				
TOTAL COSTO DIRECTO M+N+O+P				202,30
COSTOS INDIRECTOS 25%				50,58
OTROS INDIRECTOS				-
COSTO TOTAL DEL RUBRO				252,88
VALOR OFERTADO				252,88

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS	
RUBRO: 14	DETALLE: SEÑALES INFORMATIVAS (2,40 * 1,20) M	UNIDAD: U

A.- EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
H. MENORES 5%MO					2,33
Soldadora eléctrica	1	3,00	3,00	3,00	9,00
SUBTOTAL M					11,33

B.- MANO DE OBRA



DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Albañil EO D2	1	3,05	3,05	3,00	9,15
Peón EO E2	2	3,01	6,02	3,00	18,06
Maestro O. EO C1	1	3,38	3,38	3,00	10,14
Pintor EO D2	1	3,05	3,05	3,00	9,15
SUBTOTAL N					46,50

C.- MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
Lamina de Tool Galv (2.44x1.22)	U	1,00	43,50	43,50
Tubo cuadrado Galv 2" x2" x2mm	ml	6,00	4,13	24,78
Pernos inoxidables	U	4,00	0,50	2,00
Hormigón Clase B (fc=280 kg/cm2)	m3	0,14	160,00	22,40
Angulo de 30x3mm	m	9,76	1,42	13,86
Pintura anticorrosiva	Gl	0,20	16,00	3,20
Pintura reflectiva	Gl	1,00	25,00	25,00
Electrodos	Kg	2,88	3,38	9,73
SUBTOTAL O				144,47

D.- TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
SUBTOTAL P				
TOTAL COSTO DIRECTO M+N+O+P				202,30
COSTOS INDIRECTOS 25%				50,58
OTROS INDIRECTOS				-
COSTO TOTAL DEL RUBRO				252,88
VALOR OFERTADO				252,88

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS	
RUBRO: 15	DETALLE: SEÑALES REGLAMENTARIAS (0,75 * 0,75) M	UNIDAD: U

A.- EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
H. MENORES 5%MO					1,55
Soldadora eléctrica	1	3,00	3,00	2,00	6,00
SUBTOTAL M					7,55

B.- MANO DE OBRA



DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Albañil EO D2	1	3,05	3,05	2,00	6,10
Peón EO E2	2	3,01	6,02	2,00	12,04
Maestro O. EO C1	1	3,38	3,38	2,00	6,76
Pintor EO D2	1	3,05	3,05	2,00	6,10
SUBTOTAL N					31,00

C.- MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
Lamina de Tool Galv (2.44x1.22)	m2	0,56	14,64	8,24
Tubo cuadrado Galv 2"x2"x2mm	ml	3,00	4,13	12,39
Pernos inoxidables	U	2,00	0,50	1,00
Hormigón Clase B (fc=280 kg/cm2)	m3	0,07	160,00	11,20
Angulo de 30x3mm	m	3,20	1,75	5,60
Pintura anticorrosiva	Gl	0,08	16,00	1,28
Pintura reflectiva	Gl	1,00	25,00	25,00
Electrodos	Kg	0,10	3,38	0,34
SUBTOTAL O				65,05

D.- TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
SUBTOTAL P				
TOTAL COSTO DIRECTO M+N+O+P				103,60
COSTOS INDIRECTOS 25%				25,90
OTROS INDIRECTOS				-
COSTO TOTAL DEL RUBRO				129,50
VALOR OFERTADO				129,50

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS	
RUBRO: 16	DETALLE: SEÑALES PREVENTIVAS (0,75 * 0,75) M	UNIDAD: U

A.- EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
H. MENORES 5%MO					1,55
Soldadora eléctrica	1	3,00	3,00	2,00	6,00
SUBTOTAL M					7,55

B.- MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Albañil EO D2	1	3,05	3,05	2,00	6,10
Peón EO E2	2	3,01	6,02	2,00	12,04
Maestro O. EO C1	1	3,38	3,38	2,00	6,76
Pintor EO D2	1	3,05	3,05	2,00	6,10
SUBTOTAL N					31,00

C.- MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
Lamina de Tool Galv (2.44x1.22)	m2	0,56	14,64	8,24
Tubo cuadrado Galv 2" x2" x2mm	ml	3,00	4,13	12,39
Pernos inoxidables	U	2,00	0,50	1,00
Hormigon Clase B (fc=280 kg/cm2)	m3	0,07	160,00	11,20
Angulo de 30x3mm	m	3,20	1,75	5,60
Pintura anticorrosiva	Gl	0,08	16,00	1,28
Pintura reflectiva	Gl	1,00	25,00	25,00
Electrodos	Kg	0,10	3,38	0,34
SUBTOTAL O				65,05

D.- TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
SUBTOTAL P				
TOTAL COSTO DIRECTO M+N+O+P				103,60
COSTOS INDIRECTOS 25%				25,90
OTROS INDIRECTOS				-
COSTO TOTAL DEL RUBRO				129,50
VALOR OFERTADO				129,50

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS	
RUBRO: 17	DETALLE: COMUNICACIONES RADIAES	UNIDAD: U

A.- EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
H. MENORES 5%MO					
Comunicaciones R.	1	2,75	2,75	1,000	2,75
SUBTOTAL M					2,75

B.- MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
SUBTOTAL N					

C.- MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
SUBTOTAL O				

D.- TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
SUBTOTAL P				
TOTAL COSTO DIRECTO M+N+O+P				2,75
COSTOS INDIRECTOS 25%				0,69
OTROS INDIRECTOS				-
COSTO TOTAL DEL RUBRO				3,44
VALOR OFERTADO				3,44

Informe de volumen
Alineación: EJE DE VIA
Ejemplo de grupo de líneas: MUESTRA
Inicio Sta: 0 + 020,000
Final Sta: 5 + 940,000

Estación	Superficie de Corte (m²)	Volumen de Corte (m³)	Volumen Reutilizable (m³)	Superficie de Relleno (m²)	Volumen de Relleno (m³)	Volumen de Corte Acumulado (m³)	Volumen Reutilizable Acumulado (m³)	Volumen de Relleno Acumulado (m³)	Volumen Neto Acumulado (m³)
0+020.000	4.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0+040.000	0.16	46.60	46.60	0.47	4.70	46.60	46.60	4.70	41.90
0+060.000	1.10	12.65	12.65	0.53	9.99	59.25	59.25	14.68	44.57
0+080.000	0.02	11.21	11.21	1.79	23.15	70.47	70.47	37.83	32.64
0+100.000	0.26	2.84	2.84	0.13	19.14	73.31	73.31	56.97	16.34
0+120.000	3.79	40.57	40.57	0.00	1.28	113.88	113.88	58.24	55.64
0+140.000	3.18	69.72	69.72	0.00	0.00	183.60	183.60	58.24	125.36
0+160.000	3.60	67.76	67.76	0.00	0.00	251.36	251.36	58.24	193.12
0+180.000	2.51	61.12	61.12	0.00	0.00	312.48	312.48	58.24	254.24
0+200.000	3.84	63.61	63.61	0.00	0.00	376.09	376.09	58.24	317.85
0+220.000	2.20	60.64	60.64	0.02	0.23	436.74	436.74	58.47	378.27
0+240.000	2.45	46.61	46.61	0.00	0.23	483.35	483.35	58.69	424.65
0+260.000	1.61	40.52	40.52	0.04	0.40	523.87	523.87	59.09	464.77
0+280.000	3.49	50.75	50.75	0.00	0.40	574.61	574.61	59.49	515.12
0+300.000	5.60	90.85	90.85	0.00	0.00	665.46	665.46	59.49	605.97
0+320.000	3.98	95.75	95.75	0.30	2.99	761.21	761.21	62.48	698.74
0+340.000	1.40	55.09	55.09	0.13	4.03	816.30	816.30	66.51	749.79
0+360.000	1.91	33.91	33.91	0.12	2.37	850.21	850.21	68.88	781.33
0+380.000	1.26	32.44	32.44	0.41	5.10	882.65	882.65	73.99	808.66
0+400.000	2.28	35.35	35.35	0.73	11.47	917.99	917.99	85.46	832.54
0+420.000	1.10	33.81	33.81	0.38	11.09	951.81	951.81	96.55	855.26
0+440.000	2.63	37.30	37.30	0.26	6.32	989.11	989.11	102.87	886.24
0+460.000	2.71	53.33	53.33	0.19	4.44	1042.43	1042.43	107.30	935.13
0+480.000	2.56	52.63	52.63	0.23	4.13	1095.06	1095.06	111.43	983.63
0+500.000	2.14	46.93	46.93	1.26	14.81	1141.99	1141.99	126.25	1015.75
0+520.000	2.04	41.76	41.76	1.21	24.62	1183.75	1183.75	150.87	1032.88
0+540.000	1.92	39.61	39.61	0.96	21.65	1223.36	1223.36	172.51	1050.84
0+560.000	4.02	59.42	59.42	0.63	15.87	1282.77	1282.77	188.39	1094.39
0+580.000	1.40	54.21	54.21	1.14	17.73	1336.99	1336.99	206.12	1130.87
0+600.000	0.10	14.98	14.98	2.00	31.43	1351.97	1351.97	237.55	1114.42
0+620.000	0.00	0.96	0.96	4.02	60.21	1352.92	1352.92	297.76	1055.16
0+640.000	0.00	0.00	0.00	4.39	84.12	1352.92	1352.92	381.88	971.04
0+660.000	1.35	13.55	13.55	0.65	50.35	1366.47	1366.47	432.23	934.24
0+680.000	3.13	44.81	44.81	0.18	8.21	1411.28	1411.28	440.45	970.83
0+700.000	10.57	136.91	136.91	0.00	1.76	1548.19	1548.19	442.21	1105.98
0+720.000	9.52	200.84	200.84	0.00	0.00	1749.03	1749.03	442.21	1306.82

0+740.000	10.41	199.11	199.11	0.00	0.00	1948.14	1948.14	442.21	1505.93
0+760.000	8.97	193.79	193.79	0.00	0.00	2141.93	2141.93	442.21	1699.72
0+780.000	0.03	90.10	90.10	1.38	14.38	2232.03	2232.03	456.59	1775.44
0+800.000	0.87	8.57	8.57	0.60	20.74	2240.60	2240.60	477.32	1763.28
0+820.000	5.04	58.98	58.98	0.00	6.05	2299.58	2299.58	483.37	1816.21
0+840.000	5.19	102.38	102.38	0.00	0.00	2401.96	2401.96	483.37	1918.58
0+860.000	5.79	109.86	109.86	0.00	0.00	2511.81	2511.81	483.37	2028.44
0+880.000	3.17	89.66	89.66	0.00	0.00	2601.47	2601.47	483.37	2118.10
0+900.000	8.63	118.01	118.01	0.00	0.00	2719.49	2719.49	483.37	2236.11
0+920.000	8.82	174.43	174.43	0.00	0.00	2893.92	2893.92	483.37	2410.55
0+940.000	9.74	185.53	185.53	0.00	0.00	3079.45	3079.45	483.37	2596.08
0+960.000	8.01	177.50	177.50	0.00	0.00	3256.95	3256.95	483.37	2773.58
0+980.000	6.70	147.16	147.16	0.00	0.00	3404.12	3404.12	483.37	2920.74
1+000.000	5.37	120.76	120.76	0.00	0.00	3524.88	3524.88	483.37	3041.51
1+020.000	6.17	115.43	115.43	0.00	0.00	3640.31	3640.31	483.37	3156.94
1+040.000	7.31	134.80	134.80	0.00	0.00	3775.11	3775.11	483.37	3291.74
1+060.000	8.20	155.13	155.13	0.00	0.00	3930.25	3930.25	483.37	3446.87
1+080.000	8.51	167.15	167.15	0.00	0.00	4097.39	4097.39	483.37	3614.02
1+100.000	4.75	132.61	132.61	0.00	0.00	4230.00	4230.00	483.37	3746.63
1+120.000	4.01	87.63	87.63	0.00	0.00	4317.63	4317.63	483.37	3834.25
1+140.000	4.48	84.89	84.89	0.00	0.00	4402.52	4402.52	483.37	3919.15
1+160.000	1.31	57.82	57.82	0.06	0.55	4460.33	4460.33	483.93	3976.41
1+180.000	6.74	80.45	80.45	0.00	0.55	4540.78	4540.78	484.48	4056.30
1+200.000	4.71	114.50	114.50	0.00	0.00	4655.28	4655.28	484.48	4170.80
1+220.000	3.87	85.79	85.79	0.00	0.00	4741.07	4741.07	484.48	4256.59
1+240.000	6.18	100.47	100.47	0.00	0.00	4841.54	4841.54	484.48	4357.06
1+260.000	10.13	163.07	163.07	0.00	0.00	5004.60	5004.60	484.48	4520.12
1+280.000	10.82	209.43	209.43	0.00	0.00	5214.03	5214.03	484.48	4729.55
1+300.000	6.10	169.14	169.14	0.00	0.00	5383.17	5383.17	484.48	4898.69
1+320.000	6.81	129.05	129.05	0.00	0.00	5512.22	5512.22	484.48	5027.74
1+340.000	5.51	123.18	123.18	0.00	0.00	5635.40	5635.40	484.48	5150.92
1+360.000	10.59	161.06	161.06	0.00	0.00	5796.46	5796.46	484.48	5311.98
1+380.000	10.69	212.88	212.88	0.00	0.00	6009.34	6009.34	484.48	5524.86
1+400.000	5.46	161.59	161.59	0.00	0.00	6170.93	6170.93	484.48	5686.45
1+420.000	9.75	152.17	152.17	0.00	0.00	6323.10	6323.10	484.48	5838.62
1+440.000	6.99	167.44	167.44	0.00	0.00	6490.54	6490.54	484.48	6006.06
1+460.000	7.91	148.98	148.98	0.00	0.00	6639.52	6639.52	484.48	6155.04
1+480.000	4.32	122.23	122.23	0.00	0.00	6761.75	6761.75	484.48	6277.27
1+500.000	2.89	72.04	72.04	0.02	0.18	6833.78	6833.78	484.66	6349.12
1+520.000	0.75	36.41	36.41	0.05	0.67	6870.19	6870.19	485.33	6384.86
1+540.000	1.32	20.77	20.77	0.37	4.18	6890.96	6890.96	489.51	6401.45
1+560.000	6.44	77.63	77.63	0.00	3.68	6968.59	6968.59	493.19	6475.39
1+580.000	3.49	99.35	99.35	0.00	0.00	7067.94	7067.94	493.19	6574.74
1+600.000	2.20	56.98	56.98	0.00	0.00	7124.91	7124.91	493.19	6631.72

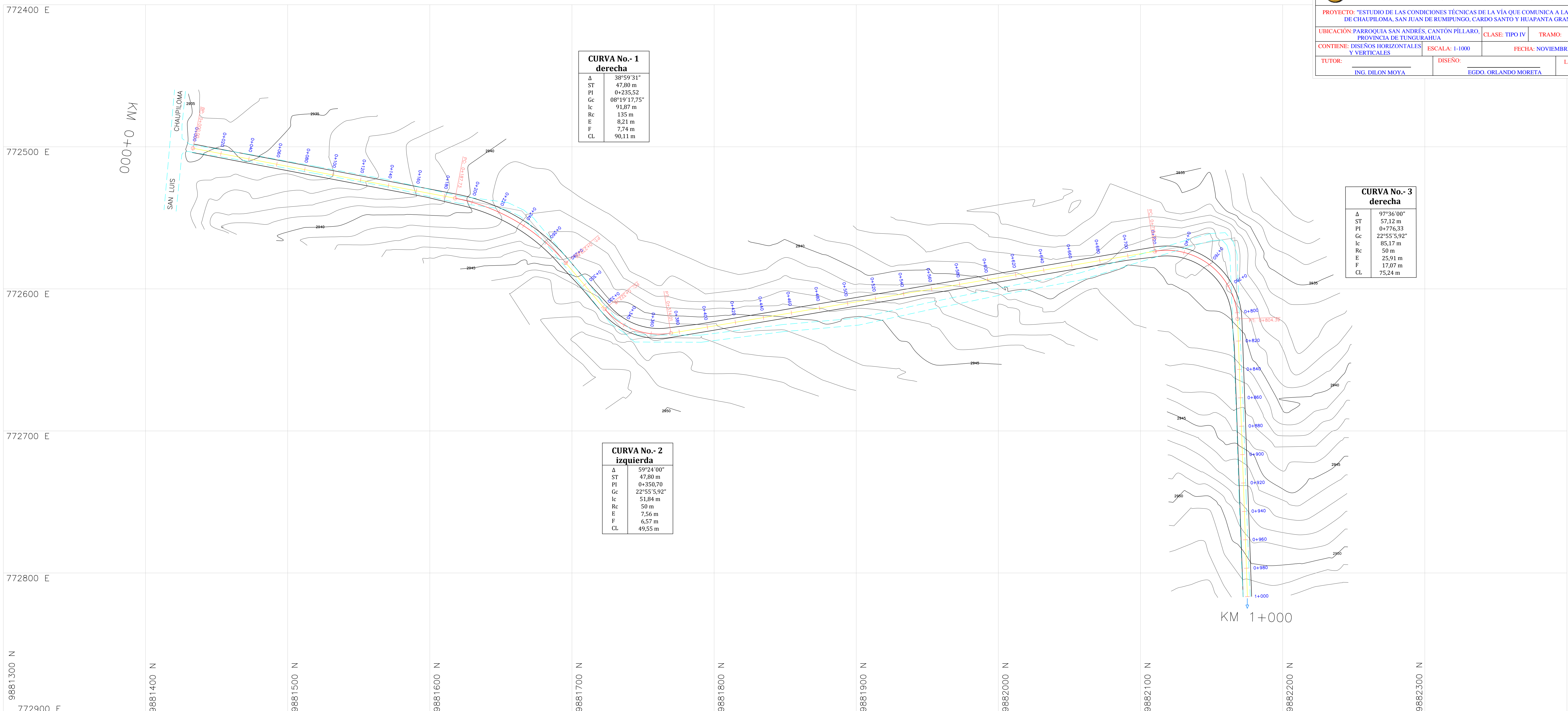
1+620.000	1.16	33.60	33.60	0.00	0.03	7158.51	7158.51	493.22	6665.29
1+640.000	2.67	38.26	38.26	0.00	0.03	7196.77	7196.77	493.25	6703.52
1+660.000	3.99	66.64	66.64	0.00	0.00	7263.41	7263.41	493.25	6770.16
1+680.000	2.70	66.90	66.90	0.00	0.00	7330.32	7330.32	493.25	6837.06
1+700.000	3.34	60.37	60.37	0.00	0.00	7390.68	7390.68	493.25	6897.43
1+720.000	4.33	76.70	76.70	0.00	0.00	7467.38	7467.38	493.25	6974.13
1+740.000	0.28	46.13	46.13	0.36	3.60	7513.52	7513.52	496.85	7016.67
1+760.000	2.67	29.50	29.50	0.00	3.60	7543.01	7543.01	500.45	7042.56
1+780.000	0.82	34.86	34.86	0.16	1.58	7577.87	7577.87	502.02	7075.85
1+800.000	1.25	20.75	20.75	0.00	1.62	7598.62	7598.62	503.64	7094.98
1+820.000	2.87	41.29	41.29	0.01	0.15	7639.91	7639.91	503.79	7136.12
1+840.000	2.23	51.06	51.06	0.00	0.12	7690.97	7690.97	503.91	7187.06
1+860.000	1.74	39.75	39.75	0.06	0.57	7730.71	7730.71	504.48	7226.23
1+880.000	1.23	29.71	29.71	0.06	1.19	7760.42	7760.42	505.68	7254.75
1+900.000	1.10	23.28	23.28	0.02	0.79	7783.70	7783.70	506.47	7277.23
1+920.000	3.72	48.18	48.18	0.00	0.16	7831.88	7831.88	506.63	7325.25
1+940.000	3.22	69.34	69.34	0.00	0.00	7901.22	7901.22	506.63	7394.59
1+960.000	2.97	61.91	61.91	0.00	0.00	7963.13	7963.13	506.63	7456.50
1+980.000	2.11	50.82	50.82	0.05	0.48	8013.95	8013.95	507.11	7506.85
2+000.000	0.14	22.52	22.52	0.27	3.18	8036.47	8036.47	510.29	7526.18
2+020.000	3.50	36.42	36.42	0.00	2.71	8072.89	8072.89	513.00	7559.89
2+040.000	8.43	119.24	119.24	0.00	0.00	8192.13	8192.13	513.00	7679.13
2+060.000	9.74	181.61	181.61	0.00	0.00	8373.74	8373.74	513.00	7860.74
2+080.000	7.70	174.35	174.35	0.00	0.00	8548.09	8548.09	513.00	8035.09
2+100.000	7.26	149.65	149.65	0.00	0.00	8697.74	8697.74	513.00	8184.74
2+120.000	4.57	118.38	118.38	0.00	0.00	8816.12	8816.12	513.00	8303.12
2+140.000	2.73	73.04	73.04	0.00	0.00	8889.16	8889.16	513.00	8376.16
2+160.000	2.00	47.26	47.26	0.08	0.84	8936.42	8936.42	513.83	8422.58
2+180.000	3.81	58.06	58.06	0.00	0.84	8994.47	8994.47	514.67	8479.80
2+200.000	3.42	72.30	72.30	0.00	0.00	9066.77	9066.77	514.67	8552.10
2+220.000	0.64	40.60	40.60	0.04	0.43	9107.38	9107.38	515.10	8592.28
2+240.000	1.71	23.48	23.48	0.00	0.45	9130.86	9130.86	515.54	8615.32
2+260.000	4.75	64.55	64.55	0.00	0.02	9195.41	9195.41	515.56	8679.85
2+280.000	4.97	97.19	97.19	0.00	0.00	9292.60	9292.60	515.56	8777.04
2+300.000	5.56	105.31	105.31	0.00	0.00	9397.91	9397.91	515.56	8882.35
2+320.000	6.02	115.78	115.78	0.00	0.00	9513.70	9513.70	515.56	8998.13
2+340.000	6.47	124.87	124.87	0.00	0.00	9638.57	9638.57	515.56	9123.00
2+360.000	6.49	129.55	129.55	0.00	0.00	9768.12	9768.12	515.56	9252.55
2+380.000	6.55	130.37	130.37	0.00	0.00	9898.49	9898.49	515.56	9382.92
2+400.000	6.62	131.73	131.73	0.00	0.00	10030.22	10030.22	515.56	9514.65
2+420.000	5.95	125.74	125.74	0.00	0.00	10155.95	10155.95	515.56	9640.39
2+440.000	8.64	145.91	145.91	0.00	0.00	10301.87	10301.87	515.56	9786.31
2+460.000	5.96	146.04	146.04	0.00	0.00	10447.91	10447.91	515.56	9932.34
2+480.000	5.22	111.80	111.80	0.00	0.00	10559.70	10559.70	515.56	10044.14

2+500.000	8.02	132.35	132.35	0.00	0.00	10692.06	10692.06	515.56	10176.49
2+520.000	5.86	138.83	138.83	0.00	0.00	10830.89	10830.89	515.56	10315.32
2+540.000	2.87	87.33	87.33	0.00	0.00	10918.22	10918.22	515.56	10402.65
2+560.000	3.82	66.88	66.88	0.00	0.00	10985.10	10985.10	515.56	10469.53
2+580.000	3.87	76.86	76.86	0.00	0.00	11061.95	11061.95	515.56	10546.39
2+600.000	0.30	41.67	41.67	0.26	2.58	11103.63	11103.63	518.14	10585.49
2+620.000	0.00	3.01	3.01	0.48	7.40	11106.64	11106.64	525.54	10581.10
2+640.000	0.00	0.00	0.00	0.77	12.48	11106.64	11106.64	538.02	10568.62
2+660.000	0.00	0.00	0.00	4.89	56.57	11106.64	11106.64	594.60	10512.04
2+680.000	0.88	8.83	8.83	0.04	49.32	11115.47	11115.47	643.91	10471.56
2+700.000	0.00	8.83	8.83	0.78	8.16	11124.30	11124.30	652.08	10472.22
2+720.000	0.00	0.00	0.00	2.68	34.56	11124.30	11124.30	686.64	10437.66
2+740.000	0.00	0.00	0.00	3.64	63.24	11124.30	11124.30	749.88	10374.42
2+760.000	2.84	28.41	28.41	0.24	38.86	11152.71	11152.71	788.74	10363.97
2+780.000	7.54	103.82	103.82	0.00	2.42	11256.53	11256.53	791.17	10465.36
2+800.000	2.10	96.45	96.45	0.00	0.00	11352.97	11352.97	791.17	10561.81
2+820.000	1.84	39.41	39.41	0.01	0.13	11392.39	11392.39	791.30	10601.09
2+840.000	0.54	23.82	23.82	0.21	2.23	11416.21	11416.21	793.53	10622.67
2+860.000	0.00	5.60	5.60	3.72	39.66	11421.81	11421.81	833.19	10588.62
2+880.000	0.88	8.72	8.72	0.06	38.55	11430.53	11430.53	871.74	10558.79
2+900.000	6.69	76.72	76.72	0.00	0.63	11507.25	11507.25	872.38	10634.87
2+920.000	0.22	69.41	69.41	0.87	8.82	11576.67	11576.67	881.20	10695.47
2+940.000	0.42	6.45	6.45	0.76	16.35	11583.12	11583.12	897.55	10685.57
2+960.000	0.00	4.37	4.37	5.91	66.27	11587.49	11587.49	963.82	10623.67
2+980.000	1.41	13.91	13.91	0.00	58.92	11601.40	11601.40	1022.73	10578.67
3+000.000	16.96	183.57	183.57	0.00	0.03	11784.97	11784.97	1022.76	10762.21
3+020.000	25.08	420.32	420.32	0.00	0.00	12205.29	12205.29	1022.76	11182.53
3+040.000	42.89	679.69	679.69	0.00	0.00	12884.98	12884.98	1022.76	11862.22
3+060.000	32.59	754.81	754.81	0.00	0.00	13639.80	13639.80	1022.76	12617.03
3+080.000	0.00	325.88	325.88	0.00	0.00	13965.67	13965.67	1022.76	12942.91
3+100.000	4.95	49.21	49.21	0.00	0.00	14014.89	14014.89	1022.76	12992.12
3+120.000	4.98	98.66	98.66	0.00	0.00	14113.54	14113.54	1022.76	13090.78
3+140.000	7.71	126.72	126.72	0.00	0.00	14240.26	14240.26	1022.76	13217.50
3+160.000	6.56	142.47	142.47	0.00	0.00	14382.73	14382.73	1022.76	13359.97
3+180.000	4.70	112.52	112.52	0.00	0.00	14495.25	14495.25	1022.76	13472.49
3+200.000	3.35	80.47	80.47	0.03	0.26	14575.72	14575.72	1023.02	13552.70
3+220.000	1.37	47.18	47.18	1.04	10.69	14622.90	14622.90	1033.71	13589.19
3+240.000	0.00	13.68	13.68	6.88	79.22	14636.59	14636.59	1112.93	13523.66
3+260.000	0.00	0.00	0.00	11.03	179.07	14636.59	14636.59	1292.00	13344.58
3+280.000	0.00	0.00	0.00	7.08	181.10	14636.59	14636.59	1473.10	13163.49
3+300.000	5.44	54.40	54.40	0.81	78.95	14690.99	14690.99	1552.05	13138.94
3+320.000	11.78	172.23	172.23	0.00	8.15	14863.22	14863.22	1560.19	13303.03
3+340.000	9.39	211.74	211.74	0.00	0.00	15074.96	15074.96	1560.19	13514.77
3+360.000	8.57	179.60	179.60	0.00	0.00	15254.57	15254.57	1560.19	13694.37

3+380.000	5.06	136.33	136.33	0.00	0.01	15390.90	15390.90	1560.20	13830.69
3+400.000	5.49	105.51	105.51	0.00	0.01	15496.41	15496.41	1560.22	13936.19
3+420.000	10.29	157.77	157.77	0.00	0.00	15654.18	15654.18	1560.22	14093.96
3+440.000	14.49	247.78	247.78	0.00	0.00	15901.96	15901.96	1560.22	14341.74
3+460.000	9.61	241.28	241.28	0.00	0.00	16143.24	16143.24	1560.22	14583.02
3+480.000	9.58	192.40	192.40	0.00	0.00	16335.64	16335.64	1560.22	14775.42
3+500.000	13.05	227.00	227.00	0.00	0.00	16562.64	16562.64	1560.22	15002.42
3+520.000	15.40	284.48	284.48	0.00	0.00	16847.12	16847.12	1560.22	15286.90
3+540.000	17.10	325.03	325.03	0.00	0.00	17172.14	17172.14	1560.22	15611.93
3+560.000	14.44	315.43	315.43	0.00	0.00	17487.58	17487.58	1560.22	15927.36
3+580.000	9.89	243.29	243.29	0.00	0.00	17730.87	17730.87	1560.22	16170.66
3+600.000	11.25	211.42	211.42	0.00	0.00	17942.29	17942.29	1560.22	16382.07
3+620.000	12.11	233.61	233.61	0.00	0.00	18175.90	18175.90	1560.22	16615.69
3+640.000	11.11	232.16	232.16	0.00	0.00	18408.07	18408.07	1560.22	16847.85
3+660.000	9.30	204.02	204.02	0.00	0.00	18612.08	18612.08	1560.22	17051.87
3+680.000	9.41	187.02	187.02	0.00	0.00	18799.10	18799.10	1560.22	17238.88
3+700.000	8.13	175.60	175.60	0.00	0.00	18974.70	18974.70	1560.22	17414.49
3+720.000	14.62	227.46	227.46	0.00	0.00	19202.16	19202.16	1560.22	17641.94
3+740.000	18.17	327.94	327.94	0.00	0.00	19530.10	19530.10	1560.22	17969.88
3+760.000	15.86	339.62	339.62	0.00	0.00	19869.72	19869.72	1560.22	18309.50
3+780.000	14.84	306.35	306.35	0.00	0.00	20176.06	20176.06	1560.22	18615.85
3+800.000	20.87	357.10	357.10	0.00	0.00	20533.16	20533.16	1560.22	18972.95
3+820.000	18.18	390.56	390.56	0.00	0.00	20923.73	20923.73	1560.22	19363.51
3+840.000	14.69	328.76	328.76	0.00	0.00	21252.49	21252.49	1560.22	19692.27
3+860.000	6.75	214.46	214.46	0.00	0.00	21466.95	21466.95	1560.22	19906.74
3+880.000	2.30	90.55	90.55	0.07	0.71	21557.50	21557.50	1560.93	19996.57
3+900.000	0.30	26.28	26.28	0.62	6.78	21583.78	21583.78	1567.71	20016.07
3+920.000	2.42	27.38	27.38	0.00	6.06	21611.16	21611.16	1573.77	20037.39
3+940.000	2.90	53.28	53.28	0.00	0.05	21664.44	21664.44	1573.82	20090.62
3+960.000	9.32	122.16	122.16	0.00	0.00	21786.60	21786.60	1573.82	20212.77
3+980.000	10.56	198.80	198.80	0.00	0.00	21985.39	21985.39	1573.82	20411.57
4+000.000	10.85	214.14	214.14	0.00	0.00	22199.53	22199.53	1573.82	20625.71
4+020.000	15.88	267.29	267.29	0.00	0.00	22466.82	22466.82	1573.82	20893.00
4+040.000	17.67	335.44	335.44	0.00	0.00	22802.26	22802.26	1573.82	21228.44
4+060.000	16.46	339.47	339.47	0.00	0.00	23141.73	23141.73	1573.82	21567.91
4+080.000	11.73	278.98	278.98	0.00	0.00	23420.71	23420.71	1573.82	21846.89
4+100.000	11.11	228.00	228.00	0.00	0.00	23648.71	23648.71	1573.82	22074.89
4+120.000	14.80	259.83	259.83	0.00	0.00	23908.55	23908.55	1573.82	22334.73
4+140.000	21.17	359.76	359.76	0.00	0.00	24268.30	24268.30	1573.82	22694.48
4+160.000	26.45	476.20	476.20	0.00	0.00	24744.50	24744.50	1573.82	23170.68
4+180.000	25.21	516.58	516.58	0.00	0.00	25261.08	25261.08	1573.82	23687.26
4+200.000	22.75	479.64	479.64	0.00	0.00	25740.72	25740.72	1573.82	24166.90
4+220.000	19.94	426.95	426.95	0.00	0.00	26167.67	26167.67	1573.82	24593.85
4+240.000	15.42	353.60	353.60	0.00	0.00	26521.27	26521.27	1573.82	24947.45

4+260.000	17.14	325.60	325.60	0.00	0.00	26846.87	26846.87	1573.82	25273.05
4+280.000	15.57	327.09	327.09	0.00	0.00	27173.96	27173.96	1573.82	25600.14
4+300.000	9.74	253.09	253.09	0.00	0.00	27427.05	27427.05	1573.82	25853.22
4+320.000	3.96	136.03	136.03	0.07	0.76	27563.07	27563.07	1574.58	25988.49
4+340.000	4.34	81.60	81.60	0.42	5.18	27644.67	27644.67	1579.76	26064.91
4+360.000	7.43	116.58	116.58	0.00	4.42	27761.25	27761.25	1584.18	26177.06
4+380.000	10.03	174.28	174.28	0.00	0.00	27935.53	27935.53	1584.18	26351.35
4+400.000	8.93	189.60	189.60	0.00	0.00	28125.13	28125.13	1584.18	26540.95
4+420.000	12.22	211.50	211.50	0.00	0.00	28336.63	28336.63	1584.18	26752.44
4+440.000	8.98	212.00	212.00	0.00	0.00	28548.63	28548.63	1584.18	26964.45
4+460.000	5.82	148.00	148.00	0.00	0.00	28696.63	28696.63	1584.18	27112.45
4+480.000	4.73	105.42	105.42	0.00	0.00	28802.05	28802.05	1584.18	27217.87
4+500.000	1.89	66.12	66.12	0.00	0.00	28868.17	28868.17	1584.18	27283.99
4+520.000	0.00	18.86	18.86	0.85	8.46	28887.03	28887.03	1592.64	27294.39
4+540.000	0.13	1.26	1.26	1.26	21.07	28888.29	28888.29	1613.71	27274.58
4+560.000	1.84	19.63	19.63	0.16	14.18	28907.92	28907.92	1627.89	27280.03
4+580.000	5.47	73.10	73.10	0.00	1.57	28981.02	28981.02	1629.46	27351.56
4+600.000	4.66	101.81	101.81	0.00	0.00	29082.83	29082.83	1629.46	27453.37
4+620.000	10.70	153.91	153.91	0.00	0.00	29236.73	29236.73	1629.46	27607.28
4+640.000	15.34	261.77	261.77	0.00	0.00	29498.50	29498.50	1629.46	27869.05
4+660.000	5.96	213.06	213.06	0.00	0.00	29711.56	29711.56	1629.46	28082.10
4+680.000	5.08	110.62	110.62	0.00	0.00	29822.18	29822.18	1629.46	28192.72
4+700.000	7.02	121.44	121.44	0.00	0.00	29943.61	29943.61	1629.46	28314.16
4+720.000	16.04	231.07	231.07	0.00	0.00	30174.69	30174.69	1629.46	28545.23
4+740.000	24.12	401.60	401.60	0.00	0.00	30576.28	30576.28	1629.46	28946.83
4+760.000	23.32	475.06	475.06	0.00	0.00	31051.34	31051.34	1629.46	29421.88
4+780.000	12.02	351.91	351.91	0.00	0.00	31403.25	31403.25	1629.46	29773.80
4+800.000	10.29	220.12	220.12	0.00	0.00	31623.38	31623.38	1629.46	29993.92
4+820.000	12.44	227.31	227.31	0.00	0.00	31850.69	31850.69	1629.46	30221.23
4+840.000	16.15	285.89	285.89	0.00	0.00	32136.58	32136.58	1629.46	30507.12
4+860.000	6.24	223.86	223.86	0.00	0.00	32360.44	32360.44	1629.46	30730.99
4+880.000	2.90	91.38	91.38	0.20	1.99	32451.82	32451.82	1631.44	30820.38
4+900.000	4.87	77.70	77.70	0.34	5.36	32529.52	32529.52	1636.80	30892.72
4+920.000	0.00	48.77	48.77	5.25	55.83	32578.29	32578.29	1692.63	30885.66
4+940.000	0.00	0.05	0.05	13.78	190.29	32578.34	32578.34	1882.91	30695.43
4+960.000	0.00	0.00	0.00	13.94	274.45	32578.34	32578.34	2157.36	30420.98
4+980.000	0.00	0.00	0.00	8.52	224.93	32578.34	32578.34	2382.30	30196.04
5+000.000	3.41	34.02	34.02	0.00	85.54	32612.37	32612.37	2467.84	30144.52
5+020.000	11.55	149.66	149.66	0.00	0.00	32762.02	32762.02	2467.84	30294.18
5+040.000	10.40	219.56	219.56	0.00	0.00	32981.58	32981.58	2467.84	30513.74
5+060.000	13.78	241.81	241.81	0.00	0.00	33223.39	33223.39	2467.84	30755.55
5+080.000	11.87	256.45	256.45	0.00	0.00	33479.84	33479.84	2467.84	31012.00
5+100.000	4.62	164.86	164.86	0.00	0.00	33644.70	33644.70	2467.84	31176.86
5+120.000	0.00	46.17	46.17	4.15	41.51	33690.87	33690.87	2509.35	31181.52

5+140.000	0.00	0.00	0.00	4.86	90.07	33690.87	33690.87	2599.42	31091.45
5+160.000	0.00	0.00	0.00	7.07	119.21	33690.87	33690.87	2718.63	30972.24
5+180.000	0.00	0.00	0.00	6.36	134.30	33690.87	33690.87	2852.93	30837.94
5+200.000	3.88	38.76	38.76	0.00	63.64	33729.63	33729.63	2916.57	30813.06
5+220.000	30.45	347.27	347.27	0.00	0.00	34076.90	34076.90	2916.57	31160.33
5+240.000	57.30	888.84	888.84	0.00	0.00	34965.74	34965.74	2916.57	32049.17
5+260.000	62.33	1213.69	1213.69	0.00	0.00	36179.44	36179.44	2916.57	33262.87
5+280.000	51.59	1144.72	1144.72	0.00	0.00	37324.15	37324.15	2916.57	34407.58
5+300.000	50.00	1015.93	1015.93	0.00	0.00	38340.08	38340.08	2916.57	35423.51
5+320.000	42.70	927.04	927.04	0.00	0.00	39267.12	39267.12	2916.57	36350.55
5+340.000	35.01	777.16	777.16	0.00	0.00	40044.28	40044.28	2916.57	37127.71
5+360.000	25.14	601.58	601.58	0.00	0.00	40645.86	40645.86	2916.57	37729.29
5+380.000	14.72	398.62	398.62	0.00	0.00	41044.48	41044.48	2916.57	38127.91
5+400.000	11.57	262.84	262.84	0.00	0.00	41307.32	41307.32	2916.57	38390.75
5+420.000	2.89	144.56	144.56	0.12	1.19	41451.88	41451.88	2917.76	38534.12
5+440.000	1.93	47.82	47.82	0.00	1.23	41499.70	41499.70	2918.98	38580.72
5+460.000	3.89	57.74	57.74	0.00	0.00	41557.44	41557.44	2918.98	38638.46
5+480.000	0.00	38.63	38.63	7.57	75.75	41596.07	41596.07	2994.73	38601.34
5+500.000	0.00	0.00	0.00	16.55	241.16	41596.07	41596.07	3235.89	38360.18
5+520.000	0.00	0.00	0.00	23.95	405.03	41596.07	41596.07	3640.92	37955.15
5+540.000	0.00	0.00	0.00	31.00	549.52	41596.07	41596.07	4190.44	37405.63
5+560.000	0.00	0.00	0.00	35.49	664.87	41596.07	41596.07	4855.31	36740.76
5+580.000	0.00	0.00	0.00	42.62	781.05	41596.07	41596.07	5636.36	35959.71
5+600.000	0.00	0.00	0.00	11.96	545.76	41596.07	41596.07	6182.12	35413.95
5+620.000	0.65	6.48	6.48	0.42	123.78	41602.55	41602.55	6305.90	35296.64
5+640.000	0.00	6.48	6.48	8.55	89.69	41609.02	41609.02	6395.59	35213.43
5+660.000	0.00	0.00	0.00	2.34	108.93	41609.02	41609.02	6504.52	35104.50
5+680.000	0.23	2.33	2.33	0.17	25.13	41611.35	41611.35	6529.65	35081.71
5+700.000	3.95	41.88	41.88	0.00	1.70	41653.23	41653.23	6531.35	35121.88
5+720.000	17.19	211.47	211.47	0.00	0.00	41864.69	41864.69	6531.35	35333.35
5+740.000	23.54	407.30	407.30	0.00	0.00	42271.99	42271.99	6531.35	35740.64
5+760.000	19.97	435.05	435.05	0.00	0.00	42707.04	42707.04	6531.35	36175.69
5+780.000	9.70	296.59	296.59	0.00	0.00	43003.63	43003.63	6531.35	36472.29
5+800.000	1.77	114.79	114.79	0.01	0.12	43118.43	43118.43	6531.47	36586.95
5+820.000	0.00	17.75	17.75	2.41	24.25	43136.18	43136.18	6555.72	36580.46
5+840.000	1.20	11.99	11.99	0.05	24.54	43148.17	43148.17	6580.26	36567.91
5+860.000	6.97	81.70	81.70	0.00	0.48	43229.87	43229.87	6580.73	36649.13
5+880.000	15.88	228.48	228.48	0.00	0.00	43458.35	43458.35	6580.73	36877.62
5+900.000	18.73	346.09	346.09	0.00	0.00	43804.44	43804.44	6580.73	37223.70
5+920.000	17.44	361.74	361.74	0.00	0.00	44166.18	44166.18	6580.73	37585.45
5+940.000	2.64	200.85	200.85	0.00	0.05	44367.03	44367.03	6580.78	37786.25



CURVA No.- 1 derecha

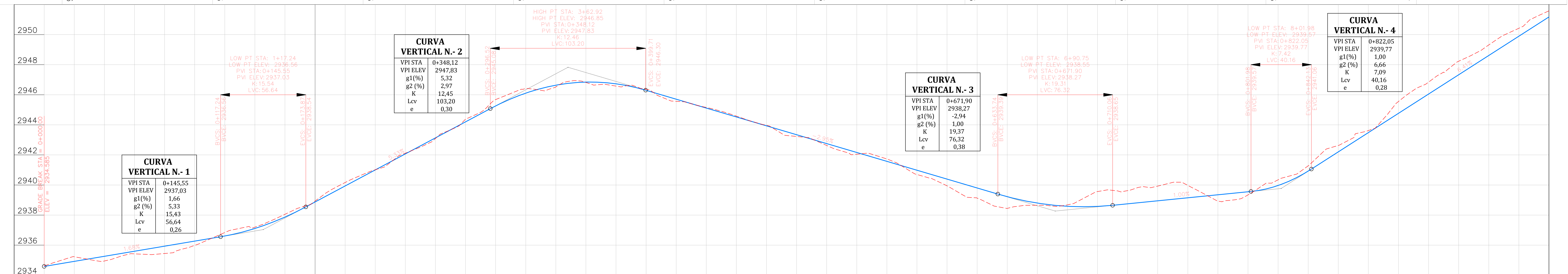
Δ	38°59'31"
ST	47,80 m
PI	0+235,52
Gc	08°19'17,75"
lc	91,87 m
Rc	135 m
E	8,21 m
F	7,74 m
CL	90,11 m

CURVA No.- 3 derecha

Δ	97°36'00"
ST	57,12 m
PI	0+776,33
Gc	22°55'5,92"
lc	85,17 m
Rc	50 m
E	25,91 m
F	17,07 m
CL	75,24 m

CURVA No.- 2 izquierda

Δ	59°24'00"
ST	47,80 m
PI	0+350,70
Gc	22°55'5,92"
lc	51,84 m
Rc	50 m
E	7,56 m
F	6,57 m
CL	49,55 m



CURVA VERTICAL N.- 1

VPI STA	0+145,55
VPI ELEV	2937,03
g1 (%)	1,66
g2 (%)	5,33
K	15,43
Lcv	56,64
e	0,26

CURVA VERTICAL N.- 2

VPI STA	0+348,12
VPI ELEV	2947,83
g1 (%)	5,32
g2 (%)	2,97
K	12,45
Lcv	103,20
e	0,30

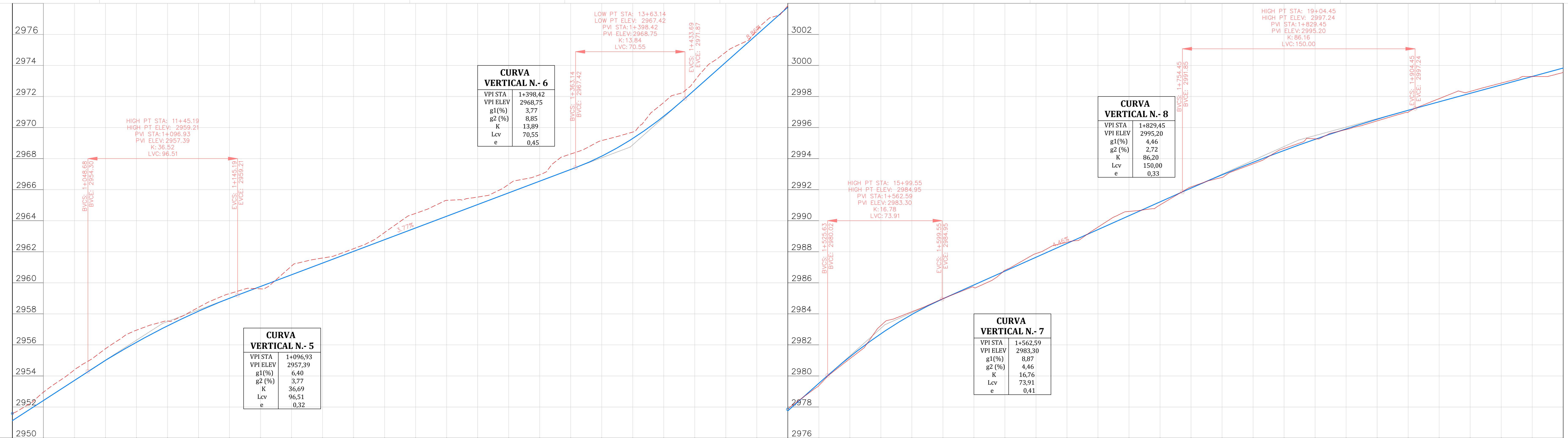
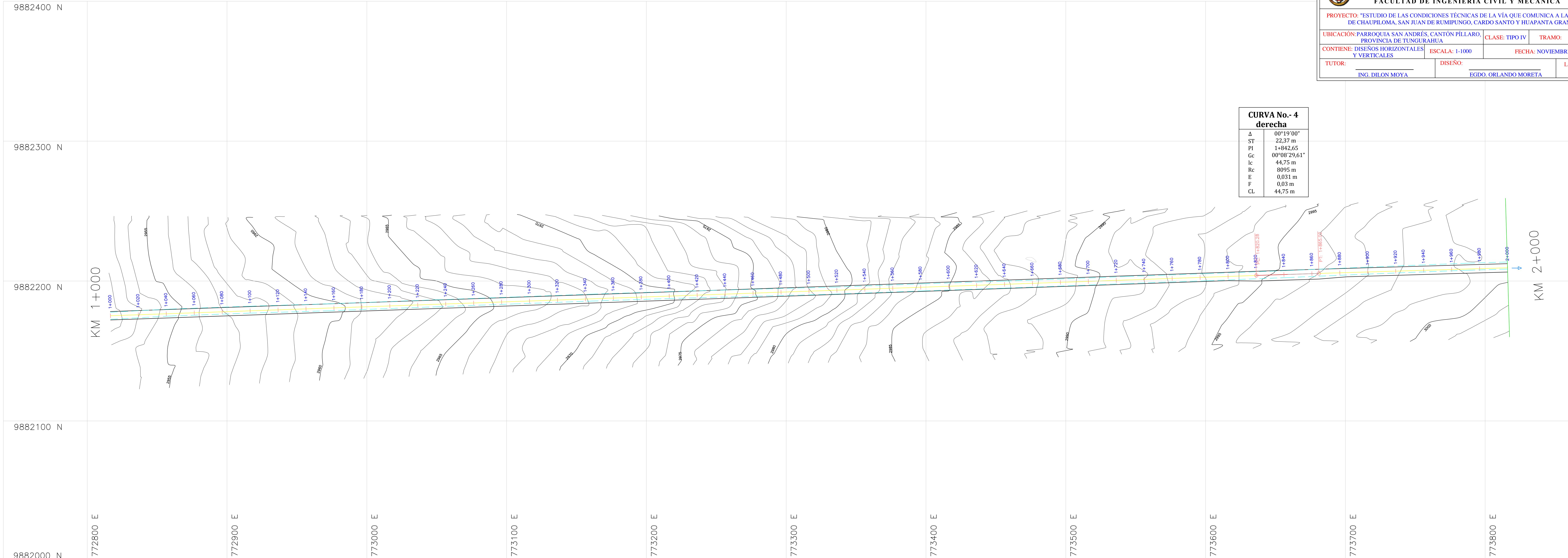
CURVA VERTICAL N.- 3

VPI STA	0+671,90
VPI ELEV	2938,27
g1 (%)	-2,94
g2 (%)	1,00
K	19,37
Lcv	76,32
e	0,38

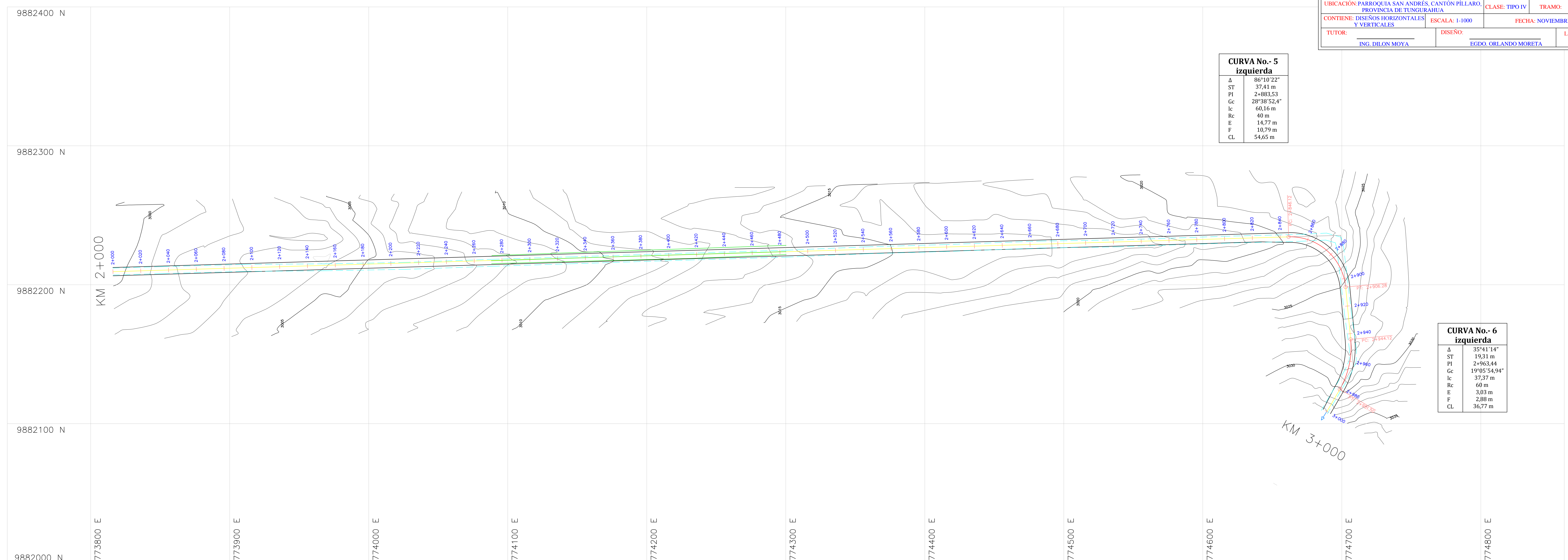
CURVA VERTICAL N.- 4

VPI STA	0+822,05
VPI ELEV	2939,77
g1 (%)	1,00
g2 (%)	6,66
K	7,09
Lcv	40,16
e	0,28

ABSCISA	COTA DE TERRENO	COTA DE PROYECTO	CORTE	RELLENO
-0+020				
0+000	2934,64	2934,59	0,06	
0+020	2935,23	2934,92	0,31	
0+040	2934,95	2935,26	0,31	
0+060	2935,42	2935,59	0,17	
0+080	2935,45	2935,93	0,48	
0+100	2935,98	2936,27	0,28	
0+120	2936,84	2936,61	0,23	
0+140	2937,19	2937,11	0,09	
0+160	2938,05	2937,87	0,19	
0+180	2938,93	2938,87	0,06	
0+200	2940,17	2939,84	0,23	
0+220	2941,02	2941,00	0,01	
0+240	2942,12	2942,07	0,05	
0+260	2943,09	2943,13	0,04	
0+280	2944,37	2944,20	0,17	
0+300	2945,68	2945,26	0,42	
0+320	2946,43	2946,11	0,32	
0+340	2946,52	2946,04	0,11	
0+360	2946,82	2946,04	0,02	
0+380	2946,57	2946,73	0,15	
0+400	2946,36	2946,30	0,07	
0+420	2945,56	2945,70	0,14	
0+440	2945,16	2945,11	0,04	
0+460	2944,58	2944,52	0,06	
0+480	2943,97	2943,93	0,03	
0+500	2943,23	2943,34	0,12	
0+520	2942,63	2942,75	0,12	
0+540	2942,05	2942,16	0,11	
0+560	2941,73	2941,57	0,16	
0+580	2940,70	2940,98	0,28	
0+600	2939,95	2940,39	0,44	
0+620	2939,12	2939,80	0,68	
0+640	2938,45	2939,22	0,77	
0+660	2938,05	2938,80	0,14	
0+680	2938,68	2938,58	0,10	
0+700	2939,56	2938,57	0,99	
0+720	2939,63	2938,75	0,88	
0+740	2939,93	2938,95	0,98	
0+760	2939,98	2939,15	0,83	
0+780	2939,94	2939,35	0,41	
0+800	2939,14	2939,55	0,21	
0+820	2940,35	2939,97	0,38	
0+840	2941,27	2940,92	0,35	
0+860	2942,63	2942,20	0,43	
0+880	2943,62	2943,46	0,14	
0+900	2945,55	2944,77	0,79	
0+920	2946,84	2946,05	0,79	
0+940	2948,23	2947,33	0,90	
0+960	2949,31	2948,61	0,70	
0+980	2950,42	2949,89	0,53	
1+000	2951,58	2951,18	0,40	



ABSCISA	COTA DE TERRENO	COTA DE PROYECTO	CORTE	RELLENO
1+000	2951.58	2951.18	0.40	
1+020	2952.85	2952.46	0.49	
1+040	2954.39	2953.74	0.65	
1+060	2955.75	2955.00	0.75	
1+080	2956.95	2956.17	0.78	
1+100	2957.55	2957.23	0.32	
1+120	2958.42	2958.17	0.24	
1+140	2959.30	2959.01	0.29	
1+160	2959.61	2959.77	0.15	
1+180	2961.08	2960.52	0.56	
1+200	2961.60	2961.27	0.32	
1+220	2962.20	2962.03	0.17	
1+240	2963.24	2962.78	0.46	
1+260	2964.47	2963.53	0.94	
1+280	2965.31	2964.29	1.02	
1+300	2965.52	2965.04	0.48	
1+320	2966.34	2965.79	0.55	
1+340	2966.95	2966.55	0.41	
1+360	2968.30	2967.30	1.00	
1+380	2969.16	2968.16	1.01	
1+400	2969.71	2969.30	0.41	
1+420	2971.61	2970.73	0.88	
1+440	2973.02	2972.43	0.59	
1+460	2974.86	2974.21	0.66	
1+480	2976.27	2975.98	0.29	
1+500	2977.85	2977.75	0.10	
1+520	2979.38	2979.52	0.15	
1+540	2981.11	2981.24	0.13	
1+560	2982.25	2982.72	0.53	
1+580	2984.14	2983.96	0.17	
1+600	2984.98	2984.97	0.01	
1+620	2985.70	2985.86	0.16	
1+640	2986.81	2986.75	0.06	
1+660	2987.88	2987.64	0.24	
1+680	2988.61	2988.53	0.08	
1+700	2989.59	2989.43	0.16	
1+720	2990.60	2990.32	0.28	
1+740	2991.01	2991.21	0.20	
1+760	2992.18	2992.10	0.08	
1+780	2992.79	2992.96	0.17	
1+800	2993.66	2993.77	0.10	
1+820	2994.65	2994.53	0.12	
1+840	2995.27	2995.24	0.03	
1+860	2995.87	2995.91	0.04	
1+880	2996.43	2996.54	0.11	
1+900	2996.99	2997.12	0.13	
1+920	2997.66	2997.66	0.20	
1+940	2998.33	2998.20	0.12	
1+960	2998.86	2998.75	0.12	
1+980	2999.29	2999.29	0.00	
2+000	2999.56	2999.83	0.27	

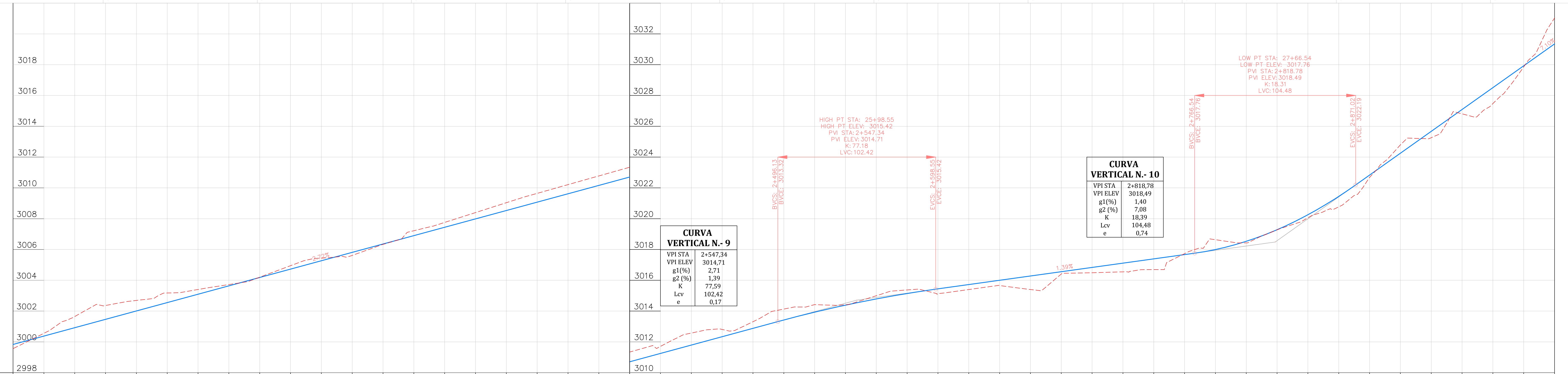


CURVA No.- 5
izquierda

Δ	86°10'22"
ST	37,41 m
PI	2+883,53
Gc	28°38'52,4"
lc	60,16 m
Rc	40 m
E	14,77 m
F	10,79 m
CL	54,65 m

CURVA No.- 6
izquierda

Δ	35°41'14"
ST	19,31 m
PI	2+963,44
Gc	19°05'54,94"
lc	37,37 m
Rc	60 m
E	3,83 m
F	2,88 m
CL	36,77 m



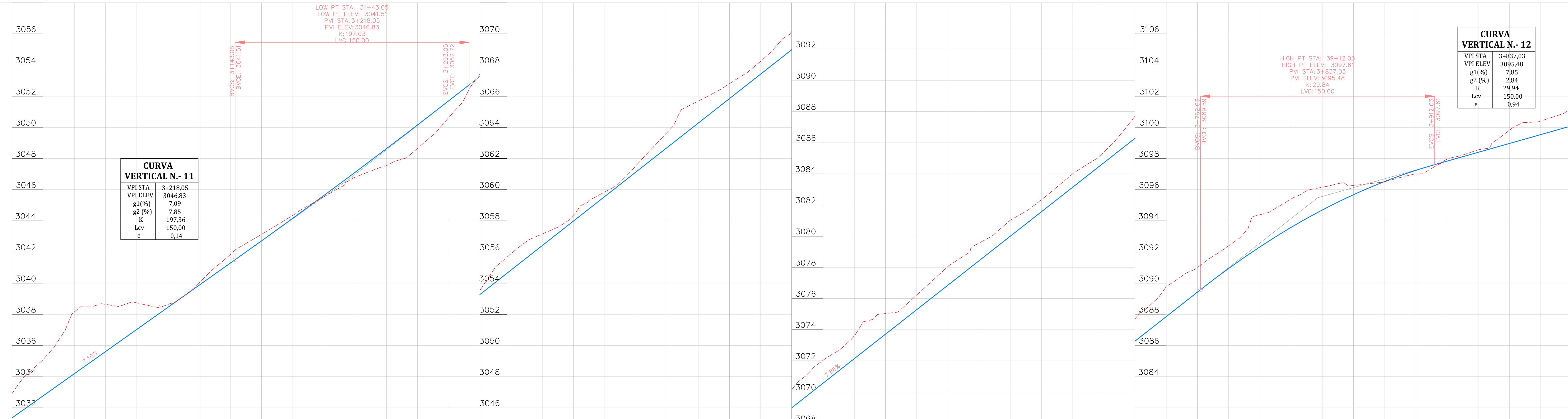
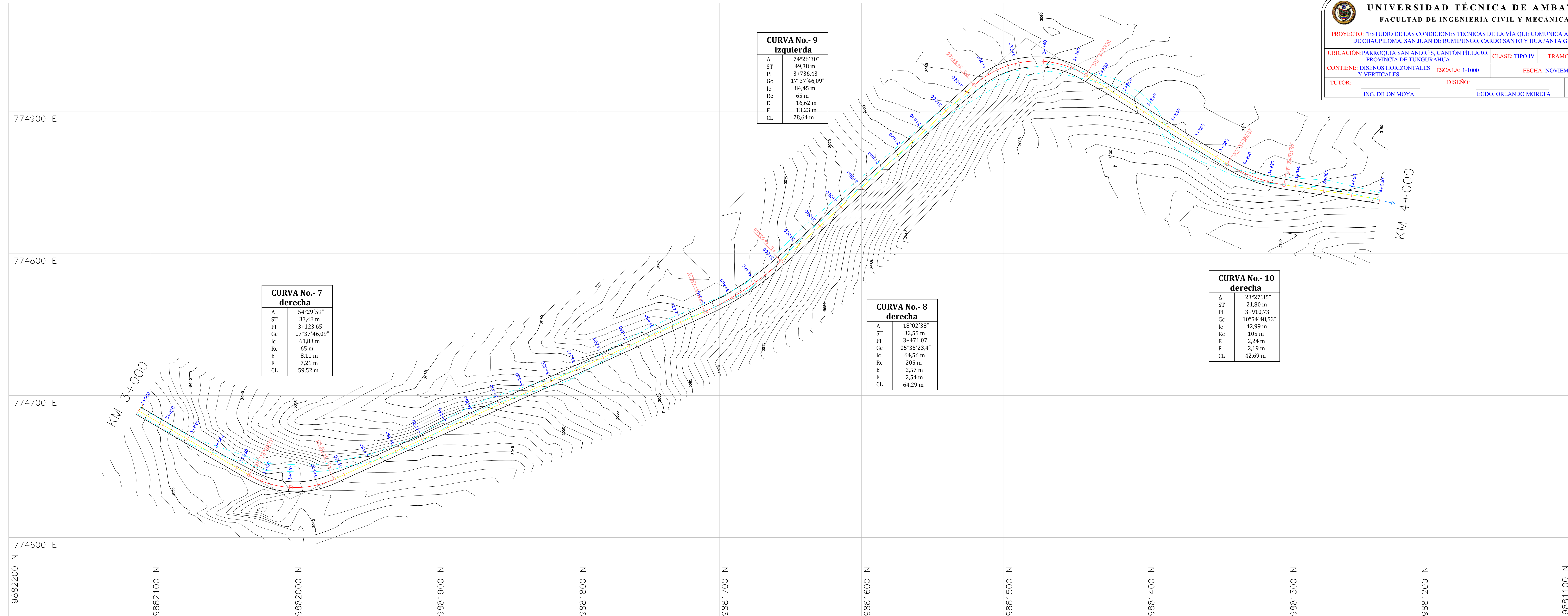
CURVA VERTICAL N.- 9

VPI STA	2+547,34
VPI ELEV	3014,71
g1 (%)	2,71
g2 (%)	1,39
K	77,59
Lcv	102,42
e	0,17

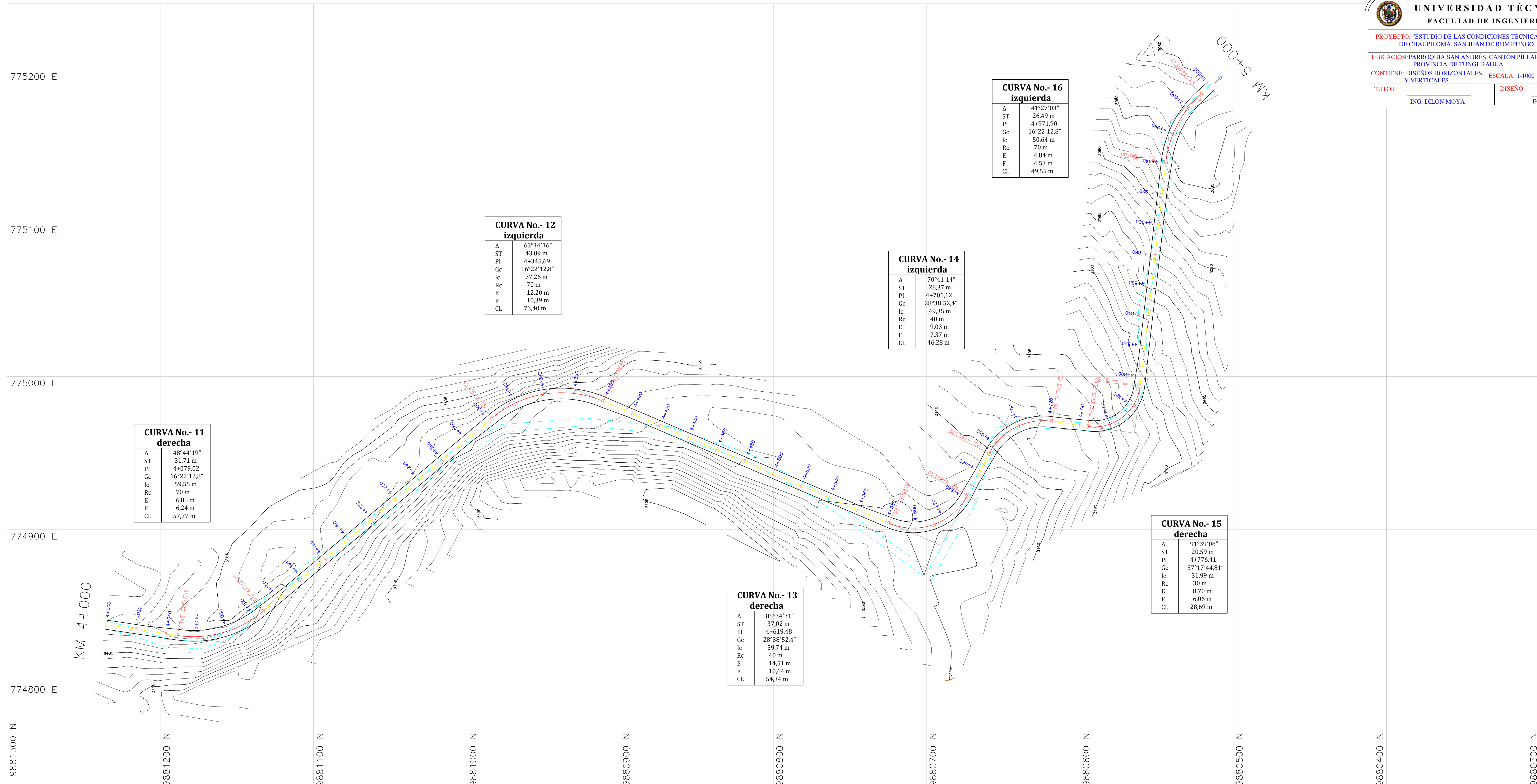
CURVA VERTICAL N.- 10

VPI STA	2+818,78
VPI ELEV	3018,49
g1 (%)	1,40
g2 (%)	7,88
K	18,39
Lcv	104,48
e	0,74

ABSCISA	COTA DE TERRENO	COTA DE PROYECTO	CORTE	RELLENO
2+000	2999,56	2999,83		0,27
2+020	3000,38	3000,55	0,18	
2+040	3000,92	3001,65	0,73	
2+060	3001,46	3002,36	0,90	
2+080	3002,01	3002,69	0,68	
2+100	3002,55	3003,17	0,62	
2+120	3003,10	3003,40	0,31	
2+140	3003,64	3003,72	0,08	
2+160	3004,18	3004,20	0,02	
2+180	3004,73	3004,95	0,22	
2+200	3005,27	3005,44	0,17	
2+220	3005,81	3005,62		0,20
2+240	3006,36	3006,33		0,03
2+260	3006,90	3007,22	0,32	
2+280	3007,44	3007,76	0,31	
2+300	3007,99	3008,40	0,41	
2+320	3008,53	3009,04	0,51	
2+340	3009,08	3009,64	0,57	
2+360	3009,62	3010,21	0,59	
2+380	3010,16	3010,78	0,61	
2+400	3010,71	3011,34	0,63	
2+420	3011,25	3011,71	0,46	
2+440	3011,79	3012,57	0,78	
2+460	3012,34	3012,81	0,47	
2+480	3012,88	3013,31	0,43	
2+500	3013,42	3014,13	0,71	
2+520	3013,93	3014,42	0,49	
2+540	3014,39	3014,42	0,03	
2+560	3014,79	3015,00	0,21	
2+580	3015,14	3015,37	0,23	
2+600	3015,44	3015,14		0,31
2+620	3015,72	3015,40		0,32
2+640	3016,00	3015,66		0,34
2+660	3016,28	3016,40		0,88
2+680	3016,56	3016,41		0,15
2+700	3016,83	3016,49		0,35
2+720	3017,11	3016,55		0,57
2+740	3017,39	3016,69		0,70
2+760	3017,67	3017,73	0,06	
2+780	3018,00	3018,64	0,64	
2+800	3018,53	3018,43		0,10
2+820	3019,28	3019,27		0,01
2+840	3020,26	3020,06		0,20
2+860	3021,45	3020,76		0,68
2+880	3022,83	3022,68		0,15
2+900	3024,25	3024,79	0,54	
2+920	3025,67	3025,26		0,41
2+940	3027,09	3026,81		0,28
2+960	3028,51	3027,48		1,04
2+980	3029,93	3028,86		0,07
3+000	3031,35	3031,03	1,68	



ABSCISA	COTA DE TERRENO	COTA DE PROYECTO	CORTE	RELLENO
3+000	3033,03	3031,35	1,68	
3+020	3035,22	3032,77	2,45	
3+040	3038,28	3034,19	4,09	
3+060	3038,76	3035,61	3,15	
3+080	3038,86	3037,03	1,83	
3+100	3038,76	3038,45	0,31	
3+120	3040,15	3039,87	0,28	
3+140	3041,96	3041,29	0,68	
3+160	3043,25	3042,72	0,54	
3+180	3044,47	3044,16	0,31	
3+200	3045,67	3045,63	0,04	
3+220	3046,92	3047,12	0,19	
3+240	3047,66	3048,63	0,97	
3+260	3048,78	3050,15	1,38	
3+280	3050,75	3051,70	0,96	
3+300	3053,54	3053,27	0,27	
3+320	3056,89	3054,84	1,05	
3+340	3057,16	3056,41	0,74	
3+360	3058,37	3057,99	0,38	
3+380	3059,86	3059,56	0,30	
3+400	3061,53	3061,13	0,40	
3+420	3063,67	3062,70	0,97	
3+440	3065,69	3064,28	1,42	
3+460	3068,81	3065,85	0,96	
3+480	3068,25	3067,42	0,83	
3+500	3070,16	3068,99	1,17	
3+520	3072,03	3070,56	1,47	
3+540	3073,61	3072,14	1,47	
3+560	3075,03	3073,71	1,32	
3+580	3076,22	3075,28	0,94	
3+600	3078,05	3076,85	1,20	
3+620	3079,56	3078,42	1,13	
3+640	3081,02	3080,00	1,03	
3+660	3082,34	3081,57	0,77	
3+680	3084,00	3083,14	0,86	
3+700	3085,40	3084,71	0,69	
3+720	3087,70	3086,28	1,42	
3+740	3088,78	3087,86	1,92	
3+760	3090,99	3089,43	1,56	
3+780	3092,38	3090,95	1,43	
3+800	3094,35	3092,33	2,02	
3+820	3095,37	3093,58	1,79	
3+840	3096,12	3094,70	1,42	
3+860	3096,22	3095,68	0,55	
3+880	3096,48	3096,53	0,05	
3+900	3096,96	3097,24	0,28	
3+920	3097,92	3097,83	0,09	
3+940	3098,52	3098,40	0,12	
3+960	3099,80	3098,97	0,83	
3+980	3100,37	3099,53	0,84	
4+000	3101,11	3100,10	1,01	



CURVA No.- 11 derecha

Δ	48°44'19"
ST	31,71 m
PI	4+079,02
Gc	16°22'12,8"
lc	59,55 m
Rc	70 m
E	6,85 m
F	6,24 m
CL	57,77 m

CURVA No.- 12 izquierda

Δ	63°14'16"
ST	43,09 m
PI	4+345,69
Gc	16°22'12,8"
lc	77,26 m
Rc	70 m
E	12,20 m
F	10,39 m
CL	73,40 m

CURVA No.- 14 izquierda

Δ	70°41'14"
ST	28,37 m
PI	4+701,12
Gc	28°38'52,4"
lc	49,35 m
Rc	40 m
E	9,03 m
F	7,37 m
CL	46,28 m

CURVA No.- 13 derecha

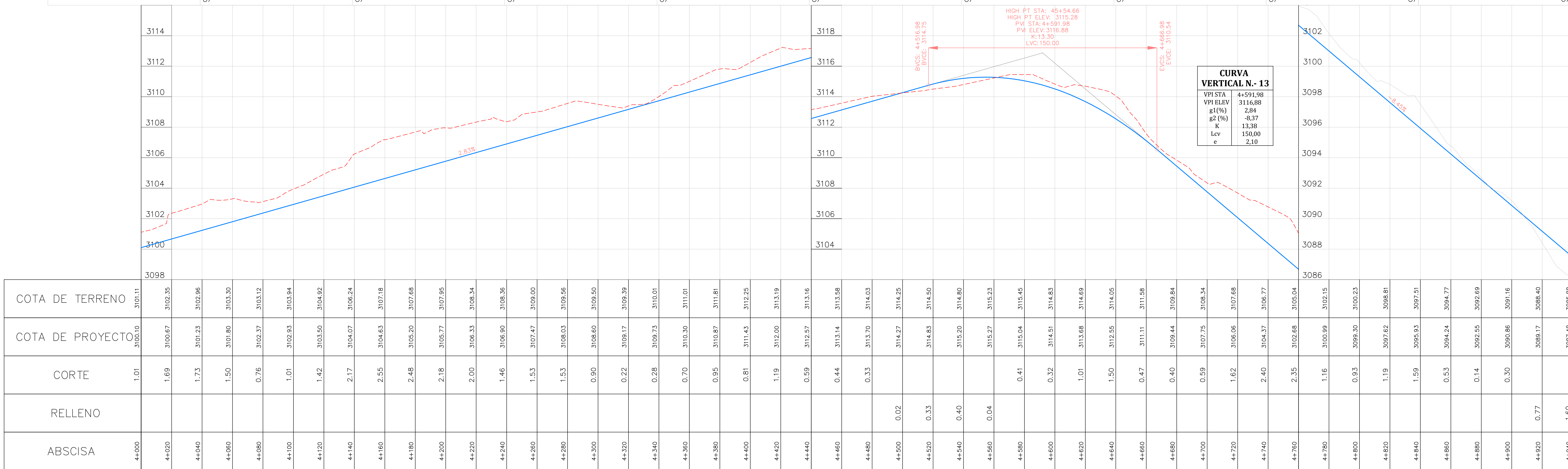
Δ	85°34'31"
ST	37,02 m
PI	4+619,48
Gc	28°38'52,4"
lc	59,74 m
Rc	40 m
E	14,51 m
F	10,64 m
CL	54,34 m

CURVA No.- 15 derecha

Δ	91°39'08"
ST	20,59 m
PI	4+776,41
Gc	57°17'44,81"
lc	31,99 m
Rc	30 m
E	8,70 m
F	6,06 m
CL	28,69 m

CURVA No.- 16 izquierda

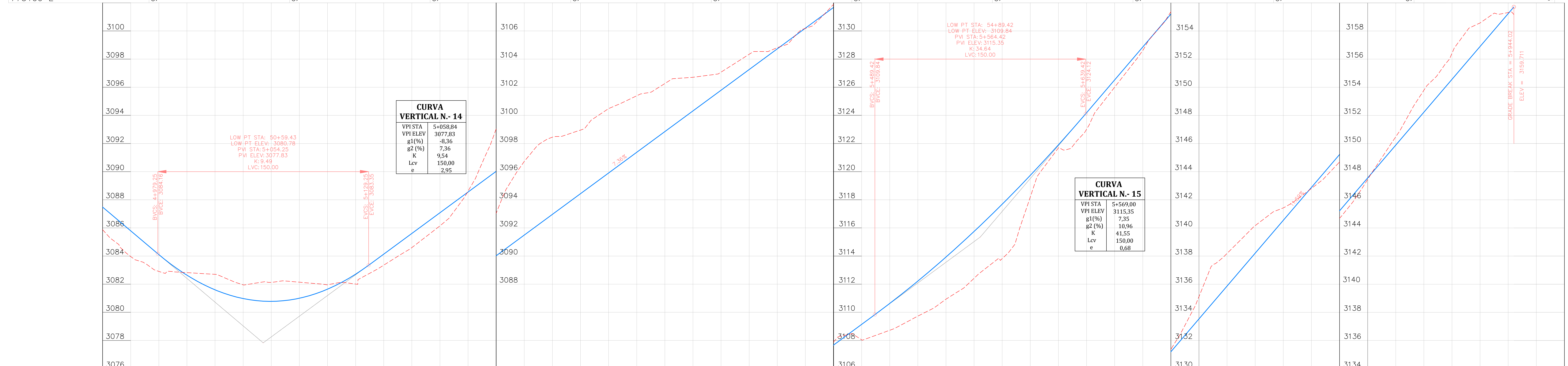
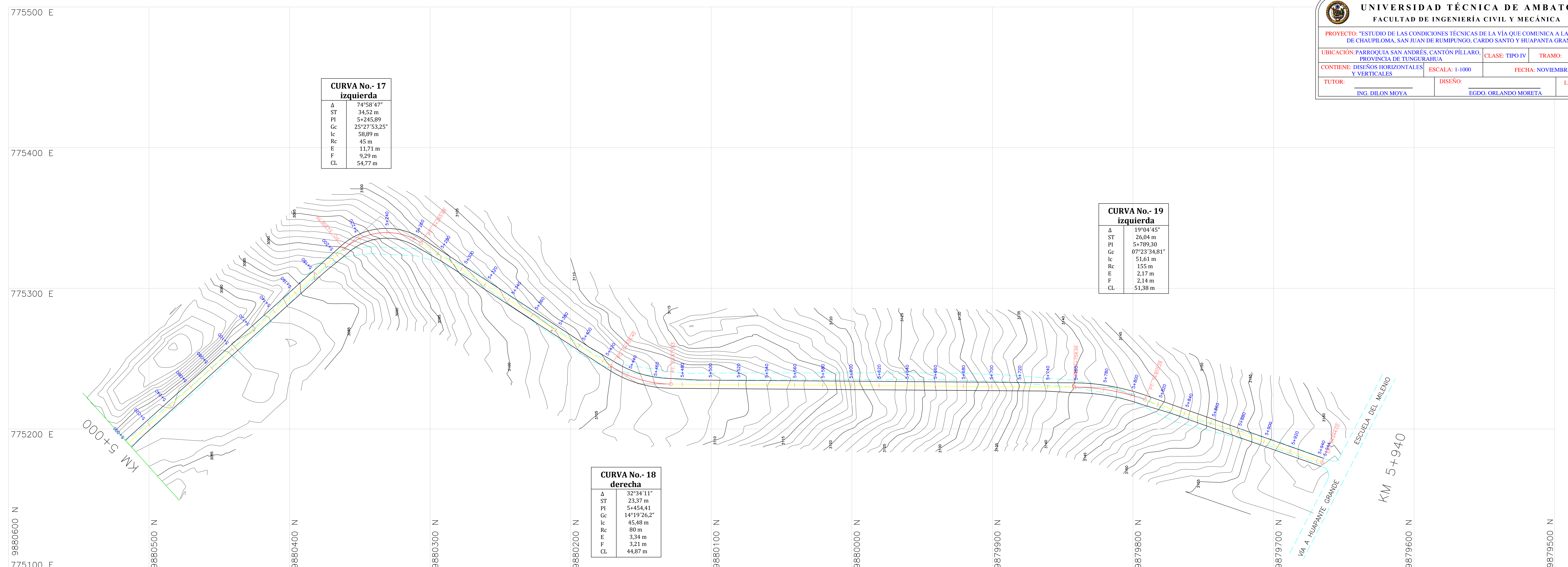
Δ	41°27'03"
ST	26,49 m
PI	4+971,50
Gc	16°22'12,8"
lc	50,64 m
Rc	70 m
E	4,84 m
F	4,53 m
CL	49,55 m



CURVA VERTICAL N.- 13

VPI STA	4+591.98
VPI ELEV	3116.88
g1(%)	2.84
g2(%)	-8.37
K	13.38
Lev	150.00
e	2.10

ABSCISA	COTA DE TERRENO	COTA DE PROYECTO	CORTE	RELLENO
4+000	3101.11	3100.10	1.01	
4+020	3102.35	3100.67	1.69	
4+040	3102.96	3101.23	1.73	
4+060	3103.30	3101.80	1.50	
4+080	3103.12	3102.37	0.76	
4+100	3103.94	3102.93	1.01	
4+120	3104.92	3103.50	1.42	
4+140	3106.24	3104.07	2.17	
4+160	3107.18	3104.63	2.55	
4+180	3107.68	3105.20	2.48	
4+200	3107.95	3105.77	2.18	
4+220	3108.34	3106.33	2.00	
4+240	3108.36	3106.90	1.46	
4+260	3109.00	3107.47	1.53	
4+280	3109.56	3108.03	1.53	
4+300	3109.50	3108.60	0.90	
4+320	3109.39	3109.17	0.22	
4+340	3110.01	3109.73	0.28	
4+360	3111.01	3110.30	0.70	
4+380	3111.81	3110.87	0.95	
4+400	3112.25	3111.43	0.81	
4+420	3113.19	3112.00	1.19	
4+440	3113.16	3112.57	0.59	
4+460	3113.58	3113.14	0.44	
4+480	3114.03	3113.70	0.33	
4+500	3114.25	3114.27	0.02	
4+520	3114.50	3114.83	0.33	
4+540	3114.80	3115.20	0.40	
4+560	3115.23	3115.27	0.04	
4+580	3115.45	3115.04	0.41	
4+600	3114.83	3114.51	0.32	
4+620	3114.69	3113.68	1.01	
4+640	3114.05	3112.55	1.50	
4+660	3111.58	3111.11	0.47	
4+680	3109.84	3109.44	0.40	
4+700	3108.34	3107.75	0.59	
4+720	3107.68	3106.06	1.62	
4+740	3106.77	3104.37	2.40	
4+760	3105.04	3102.68	2.35	
4+780	3102.15	3100.99	1.16	
4+800	3100.23	3099.30	0.93	
4+820	3098.81	3097.62	1.19	
4+840	3097.51	3095.93	1.59	
4+860	3094.77	3094.24	0.53	
4+880	3092.69	3092.55	0.14	
4+900	3091.16	3090.86	0.30	
4+920	3088.40	3088.17	0.23	
4+940	3085.88	3087.48	1.60	



ABSCISA	RELLENO	CORTE	COTA DE PROYECTO	COTA DE TERRENO
4+940	1.60		3087.48	3085.88
4+960	1.83		3085.79	3083.96
4+980	1.20		3084.10	3082.91
5+000		0.18	3082.64	3082.82
5+020		1.10	3081.60	3082.70
5+040		0.98	3080.98	3081.95
5+060		1.35	3080.78	3082.12
5+080		1.14	3081.00	3082.14
5+100	0.31		3081.64	3081.96
5+120	0.70		3082.71	3082.01
5+140	0.78		3084.14	3083.35
5+160	1.01		3085.61	3084.60
5+180	0.93		3087.08	3086.14
5+200	0.07		3088.95	3088.62
5+220	3.01		3090.02	3093.03
5+240	5.24		3091.49	3096.73
5+260	5.49		3092.96	3098.45
5+280	4.52		3094.43	3098.86
5+300	4.58		3095.90	3100.48
5+320	4.02		3097.38	3101.39
5+340	3.42		3098.85	3102.26
5+360	2.39		3100.32	3102.71
5+380	1.28		3101.79	3103.07
5+400	1.08		3103.26	3104.34
5+420	0.08		3104.73	3104.82
5+440	0.02		3106.20	3106.18
5+460	0.22		3107.67	3107.89
5+480	1.10		3109.14	3108.04
5+500	1.91		3110.63	3108.72
5+520	2.49		3112.22	3109.73
5+540	2.99		3113.93	3110.93
5+560	3.33		3115.75	3112.42
5+580	3.67		3117.68	3113.81
5+600	1.54		3119.73	3118.19
5+620	0.22		3121.90	3121.68
5+640	1.18		3124.18	3123.01
5+660	0.52		3126.52	3126.00
5+680	0.24		3128.86	3128.61
5+700		0.17	3131.20	3131.37
5+720		1.59	3133.53	3135.12
5+740		2.32	3135.87	3138.19
5+760		1.96	3138.21	3140.17
5+780		0.88	3140.54	3141.42
5+800	0.08		3142.88	3142.80
5+820	0.53		3145.22	3144.69
5+840	0.11		3147.56	3147.45
5+860	0.59		3149.89	3150.48
5+880	1.55		3152.23	3153.78
5+900	1.85		3154.57	3156.41
5+920	1.67		3156.90	3158.57
5+940	0.07		3159.24	3159.31
5+960				
5+980				

