

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 PARA EL MEJORAMIENTO DE LA VÍA HUAGRAHUASI -
PANTZA UBICADA EN LA PARROQUIA DE SAN JOSÉ DE POALÓ
CANTÓN DE PÍLLARO PROVINCIA DE TUNGURAHUA Y SU
INCIDENCIA EN EL DESARROLLO TURÍSTICO”**

AUTOR:

Carlos Humberto Corral Chávez

TUTOR:

Ing. Mg. Galo Núñez

AMBATO – ECUADOR

2015

APROBACIÓN DEL TUTOR

Yo, Ing. M.Sc. Galo Núñez, en mi calidad de Tutor del Trabajo de Investigación “ESTUDIO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA VÍA HUAGRAHUASI - PANTZA UBICADA EN LA PARROQUIA DE SAN JOSÉ DE POALÓ CANTÓN DE PÍLLARO PROVINCIA DE TUNGURAHUA Y SU INCIDENCIA EN EL DESARROLLO TURÍSTICO”, desarrollado por Carlos Humberto Corral Chávez, egresado de la Carrera de Ingeniería Civil, considero que dicho informe investigativo reúne los requisitos tanto técnicos como científicos y corresponde a las normas establecidas en el Reglamento de Graduación de Pregrado, modalidad Tesis, de la Universidad Técnica de Ambato y en el normativo para la presentación de trabajos de investigación de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

Por lo tanto autorizo la presentación de la misma ante el organismo pertinente, para que sea sometido a evaluación por los profesores calificadores designados por el Honorable Consejo Directivo.

Ambato, Noviembre del 2015.

Ing. Mg. Galo Núñez

TUTOR

AUTORÍA DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN

Yo, Carlos Humberto Corral Chávez, portador de la C.C. #1804991451, tengo a bien indicar que los criterios emitidos en el presente Trabajo de Graduación “ESTUDIO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA VÍA HUAGRAHUASI - PANTZA UBICADA EN LA PARROQUIA DE SAN JOSÉ DE POALÓ CANTÓN DE PÍLLARO PROVINCIA DE TUNGURAHUA Y SU INCIDENCIA EN EL DESARROLLO TURÍSTICO”, como también los contenidos presentados, ideas, análisis y síntesis son de exclusiva responsabilidad de mi persona, en tal virtud el contenido, efectos legales y académicos que se pretenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato, Noviembre del 2015.

AUTOR

CARLOS HUMBERTO CORRAL CHÁVEZ

DEDICATORIA

El presente trabajo dedico a Dios, que me ha dado la capacidad, fortaleza y ha estado conmigo en cada instante de mi vida, nunca me ha abandonado y en el que deposito mi fe.

A mis padres Galo y María quienes con su ejemplo, paciencia y cariño me han sabido orientar, me han brindado todo el apoyo incondicional, por su entrega y confianza que siempre depositaron en mí, no les defraudaré.

A mi Abuelita Carlota a quién amo con todo mi corazón y le debo todo lo que soy, por usted mi viejita hermosa, porque usted me ha dado tanto y nunca pidió nada a cambio, porque es la persona más maravillosa y más valiosa de mi vida.

A mi querida sobrina, mi pequeña Adrianita que con su ternura ha despertado ese cariño en mi corazón.

A mis hermanos María José y Galo que esperan siempre lo mejor de mí.

AGRADECIMIENTO

A Dios que me ha permitido realizar este sueño, que cada día me enseña a luchar, me ha dado todo en esta vida y no permite que decaiga.

A la Universidad Técnica de Ambato en especial a mi Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica que tiene el compromiso de formar buenos profesionales y me ha dado la oportunidad de crecer.

A mi Tutor el M.Sc. Ing. Galo Núñez que ha ayudado en este proceso y con sus conocimientos ha contribuido para que este trabajo sea posible.

A todas aquellas personas que han estado a mi lado durante todo este camino, a quienes me han dado ánimo, me han dado su apoyo, me han enseñado que en la vida se necesita aquella mano amiga, familiares y amigos que han estado presentes y han sido un verdadero respaldo no tengo palabras para expresar la alegría y gratitud que les tengo, a todos muchas gracias!!!

CONTENIDO

APROBACIÓN DEL TUTOR	ii
AUTORÍA DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
RESUMEN EJECUTIVO	xvii
CAPÍTULO I	1
EL PROBLEMA.....	1
1.1.- TEMA	1
1.2.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.3.- JUSTIFICACIÓN	3
1.4.- OBJETIVOS	5
1.4.1.- General	5
1.4.2.- Específicos	5
CAPÍTULO II.....	6
MARCO TEÓRICO.....	6
2.1.- ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS	6
2.2.- FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA.....	7
2.3.- FUNDAMENTACIÓN LEGAL.....	8
2.4.- CATEGORIAS FUNDAMENTALES	8
2.5.- HIPÓTESIS.....	9
2.6.- SEÑALAMIENTO DE VARIABLES	9
2.6.1.-Variable Independiente	9
2.6.2.-Variabe Dependiente	9
2.7.- DEFINICIONES	9
2.7.1.- Vía	9
2.7.2.- Topografía	10
2.7.3.- Tráfico	12
2.7.4.- Proceso de Cálculo del TPDA.....	13
2.7.4.- Tráfico Futuro.	15

2.7.5.- Clasificación de Carreteras de Acuerdo al Tráfico.	22
2.7.6.- Clase de Carretera	23
2.7.7.- Resumen de los pesos y dimensiones de buses y camiones.....	25
2.7.8.-Composición del Tránsito	26
2.7.9.- La Velocidad	31
2.7.10.-Capacidad	36
2.7.11.-Clasificación nacional de la red vial	37
2.7.12.-Clasificación por capacidad (Función del TPDA)	37
2.7.13.-Clasificación por Jerarquía en la red vial	39
2.7.14.-Clasificación por Condiciones Orográficas.....	41
2.7.15.-Clasificación por el número de Calzadas	42
2.7.16.-Clasificación en función de la Superficie de Rodamiento	42
2.7.17.-Radios Mínimos Absolutos	43
2.7.18.-Sobreeancho.....	45
2.7.19.-Ensayo de CBR	47
2.7.20.-Equipo utilizado en el ensayo de CBR.....	48
2.7.21.-Procedimiento para el CBR.....	48
2.7.22.-Método de sumergir la muestra y medir los cambios volumétricos.....	50
2.7.23.-Procedimiento (Penetración del Pistón)	51
2.7.24.-Cálculos para obtener el CBR	51
2.7.25.- Pavimentos	55
2.7.26.-Pavimento articulado.....	55
2.7.27.-Pavimento rígido	56
2.7.28.- Pavimento flexible.....	57
2.7.29.- Pavimento Semi-rígido.....	57
2.7.30.-Métodos de Diseño de Pavimentos Flexibles.....	58
2.7.31.-Diseño de Pavimentos Flexibles AASHO-93	59
CAPÍTULO III.....	80
METODOLOGÍA	80
3.1.- ENFOQUE.....	80
3.2.- MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN	80

3.3.- NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN	81
3.4.- POBLACIÓN Y MUESTRA.....	83
3.4.1.- Población o Universo (N).....	83
3.4.2.- Muestra.....	83
3.5.- OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	84
3.5.1.- Variable Independiente	84
3.5.2.- Variable Dependiente.....	85
3.6.- PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	86
3.7.- PLAN DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN	87
3.7.1.- Procesamiento	87
3.7.2.- Análisis e Interpretación de Resultados	88
CAPÍTULO IV.....	89
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	89
4.1.-ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	89
4.2.- INTERPRETACIÓN DE DATOS.....	99
4.2.1.- Interpretación de las Preguntas	99
4.2.2.- Interpretación del estudio de tránsito	102
4.2.3.- Interpretación del estudio de Suelos	107
4.3.- VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS.....	110
4.3.1.- Hipótesis.....	110
4.3.1.- Verificación	111
CAPÍTULO V.....	112
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	112
5.1.- CONCLUSIONES	112
5.2.- RECOMENDACIONES.....	113
CAPÍTULO VI.....	114
PROPUESTA.....	114
6.1.- DATOS INFORMATIVOS	114
6.1.1.- Ubicación	114
6.1.2.- Situación Actual	115
6.1.3.- Análisis Meteorológico	116

6.2.- ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA.....	117
6.3.- JUSTIFICACIÓN	118
6.4.- OBJETIVOS	119
6.4.1.- General	119
6.4.2.- Específicos	119
6.5.- ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD	120
6.6.- FUNDAMENTACIÓN.....	121
6.7.- METODOLOGÍA	121
6.7.1.-Determinación de los volúmenes de tráfico actual.....	121
6.7.2.-Clasificación actual de la vía.....	123
6.7.3.-Estudio topográfico	123
6.7.4.-Diseño Geométrico.....	125
6.7.5.-Diseño del Pavimento Flexible Método AASHTO 93.....	139
6.7.6.- Sistemas de Drenaje	163
6.7.7.- Señalización	182
6.7.8.-Volúmenes de Obra.....	195
6.7.9.-Manejo Ambiental.....	201
6.8.- ADMINISTRACIÓN.....	207
6.8.1 Recursos Económicos.....	207
6.8.2 Recursos Técnicos	207
6.8.3 Recurso Administrativo	207
6.9.- PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN.....	208
6.10.- BIBLIOGRAFÍA	209
ANEXOS.....	211
FORMATO DE LA ENCUESTA	212
FOTOGRAFÍAS.....	214
CONTEO DE TRÁFICO VEHICULAR	220
ESTUDIO DE SUELOS.....	226
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS.....	251
PLANOS	269

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Tasa de Crecimiento Anual del Tráfico.....	17
Tabla 2: Clasificación de las Carreteras.....	23
Tabla 3 Clasificación de las Carreteras TPDA	24
Tabla 4 Resumen de Dimensiones y Pesos.....	25
Tabla 5 Dimensiones Vehículos	28
Tabla 6 Resumen de Pesos y Longitudes Camiones.....	29
Tabla 7 Resumen de Pesos y Longitudes Camiones II.....	30
Tabla 8 Velocidades de Operación	34
Tabla 9 Velocidad Máxima de Circulación	36
Tabla 10 Clasificación Vial NEVI.....	38
Tabla 11 Tipo de Terreno	41
Tabla 12 Radios y Peraltes Mínimos	44
Tabla 13 Patrón Penetración-Esfuerzo CBR.....	47
Tabla 14 Relación Penetración-Esfuerzo.....	54
Tabla 15 Cuadro clasificación según CBR	54
Tabla 16 Período de Diseño Vía	65
Tabla 17 Niveles de Confiabilidad	68
Tabla 18 Coeficiente de confiabilidad ZR	69
Tabla 19 Desviación Estándar	70
Tabla 20 Espesores Mínimos Asfalto	79
Tabla 21 Operacionalización de la Variable Independiente	84

Tabla 22: Operacionalización de la Variable Dependiente.....	85
Tabla 23 Tráfico Promedio Diario Anual	103
Tabla 24 Tráfico Atraído	104
Tabla 25 Tráfico Actual	105
Tabla 26 Índice de crecimiento vehicular	106
Tabla 27 Tráfico Futuro	107
Tabla 28 Coordenadas de las muestras de suelo.....	108
Tabla 29 Resumen del Estudio de Suelos	108
Tabla 30 Cuadro de los CBR Proyectos	109
Tabla 31 Límites de CBR de Diseño	109
Tabla 32 Datos Geográficos del Proyecto	115
Tabla 33 Datos Meteorológicos del Sector.....	116
Tabla 34 Normas diseño víaMOP.....	121
Tabla 35 TPDA Futuro	122
Tabla 36 Selección tipo vía.....	123
Tabla 37 Radios Mínimos de Curvatura	133
Tabla 38 Distancia de Visibilidad de Parada Mínimos.....	136
Tabla 39 Designación Periodo Diseño Vía.....	141
Tabla 40 Designación nivel de confiabilidad.....	142
Tabla 41 Designación Coeficiente ZR.....	142
Tabla 42 Factor de Daño Vehículos.....	149
Tabla 43 Cálculo de Ejes equivalentes	150
Tabla 44 Espesor mínimo según TPDA.....	152

Tabla 45 Características Drenaje	157
Tabla 46 Calidad Drenaje	157
Tabla 47 Diseño de los espesores de la vía.....	159
Tabla 48 Altura para capa de mejoramiento mejoramiento según CBR	160
Tabla 49 Coeficiente de Rugosidad	165
Tabla 50 Velocidades según Gradiente.....	166
Tabla 51 Coeficiente de Escorrentía	169
Tabla 52 Frecuencia de Retorno	173
Tabla 53 Período de diseño drenajes	174
Tabla 54 Coeficiente de Escorrentía	177
Tabla 55 Coeficiente de Talbot CT.....	179
Tabla 56 Código de Señales de Tránsito.....	183
Tabla 57 Colores para señales.....	185
Tabla 58 Ficha Manejo Ambiental	201
Tabla 59 Recurso Suelo	202
Tabla 60 Recurso Agua.....	202
Tabla 61 Control de Emisiones de Gas	203
Tabla 62 Control de emisiones de ruido	204
Tabla 63 Manejo de desperdicios	205
Tabla 64 Presupuesto y Cronograma del Proyecto	206

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Relación Velocidad-Inclinación	33
Ilustración 2 Clasificación Jerarquía Velocidad 40 Km/h	39
Ilustración 3 Clasificación Jerarquía Velocidad 80-60 Km/h.....	39
Ilustración 4 Clasificación Jerarquía Velocidad 100 Km/h	40
Ilustración 5 Clasificación Jerarquía Velocidad 120 Km/h	40
Ilustración 6 Clasificación Jerarquía Velocidad 100 Km/h (especial).....	41
Ilustración 7 Resumen Diseño Geométrico MOP.....	46
Ilustración 8 Curva Esfuerzo Penetración.....	52
Ilustración 9 Determinación CBR.....	53
Ilustración 10 Pavimento Articulado	55
Ilustración 11 Pavimento Rígido	56
Ilustración 12 Pavimento Flexible	57
Ilustración 13 Acción de las cargas pavimento.....	60
Ilustración 14 Software WinPAS.....	63
Ilustración 15 Estructura del Pavimento Rígido	78
Ilustración 16 Gráfico Pregunta 1	89
Ilustración 17 Gráfico Pregunta 2	90
Ilustración 18 Gráfico Pregunta 3	91
Ilustración 19 Gráfico Pregunta 4	92
Ilustración 20 Gráfico Pregunta 5	93

Ilustración 21 Gráfico Pregunta 6	94
Ilustración 22 Gráfico Pregunta 7	95
Ilustración 23 Gráfico Pregunta 8	96
Ilustración 24 Gráfico Pregunta 9	97
Ilustración 25 Gráfico Pregunta 10	98
Ilustración 26 Muestras de Suelos	107
Ilustración 27 CBR Diseño	110
Ilustración 28 Mapa del Proyecto	114
Ilustración 29 Composición Tránsito.....	122
Ilustración 30 Vehículo de diseño.....	128
Ilustración 31 Camión de diseño.....	130
Ilustración 32 Capas Asfalto.....	152
Ilustración 33 Nomograma a1	154
Ilustración 34 Nomograma a2.....	155
Ilustración 35 Nomograma a3.....	156
Ilustración 36 Cálculo del número estructural	158
Ilustración 37 Curva para determinar espesor de material de mejoramiento.....	161
Ilustración 38 Gráfico del diseño de la estructura del pavimento.....	162
Ilustración 39 Vista Frontal de Alcantarilla.....	180
Ilustración 40 Vista en planta Alcantarilla.....	180
Ilustración 41 Vista en planta Alcantarillado.....	181
Ilustración 42 Vista en corte Alcantarilla	181
Ilustración 43 Formas de Señales de Tránsito	184

Ilustración 44 Señales Reglamentarias	186
Ilustración 45 Señales Preventivas.....	187
Ilustración 46 Señales de información	187
Ilustración 47 Señales especiales delineadoras.....	188
Ilustración 48 Señales para trabajos en la vía	189
Ilustración 49 Señales Zona Escolar	190
Ilustración 50 Señales Turismo.....	190
Ilustración 51 Distancia de visibilidad.....	193
Ilustración 52 Tipos señalización asfalto	194
Ilustración 53: Panorama del sector	214
Ilustración 54: Trabajos con tubería	214
Ilustración 55: Letrero del Parque los Llanganates.....	214
Ilustración 56: Entrada al Parque los Llanganates	214
Ilustración 57: Tramos final de la vía	215
Ilustración 58: Entrada a particular.....	215
Ilustración 59: Estado actual de la vía	215
Ilustración 60: Deslizamiento de tierra	215
Ilustración 61: Socavación en un tramo de la vía	215
Ilustración 62: Vista posterior de la socavación	215
Ilustración 63: Vegetación propia del sector	215
Ilustración 64: Daño de la vía por parte del agua	215
Ilustración 65: Lastrado de la vía.....	216
Ilustración 66: Escurrimiento propio del sector.....	216

Ilustración 67: Entorno de la vía.....	216
Ilustración 68: Entrada a particular.....	216
Ilustración 69: Vista del relleno realizado en la socavación.....	216
Ilustración 70: Tanque recolector de agua costado vía.....	216
Ilustración 71: Canal situado al costado de la vía.....	216
Ilustración 72: Disposición de aguas	216
Ilustración 73: Ensayo de muestra Límite Plástico.....	217
Ilustración 74: Canal situado al costado de la vía.....	217
Ilustración 75: Socavación debido al canal de aguas.....	217
Ilustración 76: Entrada al Parque los Llanganates	217
Ilustración 77: Compactación con el Martillo	218
Ilustración 78: Colocación de Capas.....	218
Ilustración 79: Determinación de Peso Suelo	218
Ilustración 80: Lectura de Peso.....	218
Ilustración 81: Ensayo máquina CBR.....	218
Ilustración 82: Ensayo Plasticidad	218
Ilustración 83: Ensayo Copa Casagrande	219
Ilustración 84: Ensayo Límite plástico	219
Ilustración 85 Excavación para muestras.....	219
Ilustración 86 Retiro de Capa superior	219
Ilustración 87 Transporte de muestras	219
Ilustración 88 Muestras Costado Vía.....	219

RESUMEN EJECUTIVO

TEMA: “ESTUDIO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA VÍA HUAGRAHUASI - PANTZA UBICADA EN LA PARROQUIA DE SAN JOSÉ DE POALÓ CANTÓN DE PÍLLARO PROVINCIA DE TUNGURAHUA Y SU INCIDENCIA EN EL DESARROLLO TURÍSTICO”

AUTOR: Egdo. Carlos Humberto Corral Chávez

TUTOR: Ing. Mg. Galo Núñez

El propósito del presente trabajo es realizar un estudio que permita determinar varios aspectos técnicos de la vía Huagrahuasi-Pantza para así formular una propuesta económica, segura y amigable con el medio ambiente de tal manera que se induzca un desarrollo hacia el sector turístico dado que la vía permite el acceso al parque nacional de los Llanganates.

Mediante un riguroso proceso se pretende analizar la vía ya existente, para ello se procederá al respectivo estudio de suelos, estudio topográfico, estudio de tránsito y las respectivas encuestas dirigidas a la población.

Posteriormente se procederá a elaborar un análisis técnico que manifieste las reales necesidades que tiene la vía, dado que es una ruta de gran importancia vamos a determinar el diseño geométrico con las normas dadas por el MOP y los demás parámetros serán determinados con las

normas AASHTO; a fin de garantizar una vía con buenas características y que favorezca al sector se pretende realizar un trabajo claro, explícito y que cubra todos los parámetros de diseño.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1.- TEMA

“ESTUDIO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA VÍA HUAGRAHUASI- PANTZA UBICADA EN LA PARROQUIA DE SAN JOSÉ DE POALÓ CANTÓN DE PÍLLARO PROVINCIA DE TUNGURAHUA Y SU INCIDENCIA EN EL DESARROLLO TURÍSTICO”

1.2.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Mucho tiempo atrás se han establecido rutas para la circulación de vehículos ya sea para transporte de personas o mercancía, las carreteras o caminos se han convertido en un referente que determina el grado de desarrollo y la economía de un sector, por lo cual con el avance de la tecnología se ha llegado a establecer varias formas de conformar un camino, muchos de los cuales dependen de los recursos del sector, de la topografía del lugar, del uso que se le va a dar a la vía y de las condiciones climáticas.

De acuerdo con los datos mencionados anteriormente, en la actualidad el gobierno se ha encargado de mejorar y generar vías que faciliten el transporte, para así mejorar gran parte de la economía, y por ello los gobiernos seccionales han recibido el apoyo para que se impulsen varios proyectos que originen vías en buen estado, lo que garanticen una óptima movilidad para toda clase de transporte, permitiendo que los transportistas disminuyan los gastos por mantenimiento de los automotores.

Con la necesidad de mejorar el sector turístico muchos de los proyectos que se priorizan tienen que ver con vías que ayuden a promover el transporte a los sectores recreativos y para ellos se necesita contar con una red vial en adecuadas condiciones.

El problema radica en el estado actual de la vía debido a que la misma no presenta un estudio y mucho menos trabajos de mejoramiento y es por ello que debido a varios factores externos como la circulación vehicular y las condiciones climáticas hayan deteriorado su superficie, creando así una pésima ruta para la circulación de los vehículos grandes y mucho más problemática para los chicos.

La vía está ubicada en la parroquia de San José de Poaló del cantón Píllaro provincia Tungurahua la misma une las comunidades de Huagrahuasi – Pantza por ella se accede al Parque Nacional Llanganates y a la Hacienda Huagrahuasi, es un sector de paramo y ganadero, su topografía es muy regular, el estudio se ejecutará en Enero-Agosto de 2015.

1.3.- JUSTIFICACIÓN

Se ha planteado mejorar la vía debido a que es un eje fundamental para el desarrollo del turismo en el sector, la misma comunica uno de los más importantes parques nacionales del país Los Llanganates y referente del cantón Píllaro, esta vía es ocupada por los turistas y por la Hacienda Huagrahuasi, también une las diferentes comunidades de Dos Esquinas y Cunuyacu las cuales poseen un considerable número de habitantes que se les hace difícil transportarse ya que la vía está en pésimas condiciones.

Es importante recalcar que el proyecto generará un mayor flujo de tráfico lo cual aumentará el desarrollo turístico del sector y también beneficiará a los moradores con el transporte de ganado y de productos agrícolas, facilitará la integración de las comunidades y proyectará un sistema vial adecuado.

En el mundo moderno las redes viales son indispensables, por constituir una infraestructura de transporte capaz de llegar a todos los rincones de un territorio. Lamentablemente, extensas partes de las redes se degradan hasta deteriorarse, entorpeciendo la conectividad que deben brindar. Las causas difieren en cada caso particular, pero habitualmente se trata de una combinación de distintos grados de deficiencias de diseño, construcción, conservación y control del tránsito.

El resultado es que muchas redes viales se encuentran en una condición muy por debajo de lo que es deseable y conveniente, con graves consecuencias que significan pérdidas anuales –que pueden fluctuar entre 1% y 3% del Producto Interno Bruto- debidas a sobrecostos de operación vehicular y reconstrucciones viales que hubieran podido evitarse; además, este monto puede aumentar significativamente debido a perjuicios indirectos por pérdidas de producción, desincentivos a la inversión y accidentes adicionales.

En este empeño es necesario tomar diversas medidas para que el cambio suceda. El propio organismo vial deberá ajustar su mentalidad, organización y procedimientos. Clave resulta no sólo alcanzar los resultados, sino también evaluarlos y rendir cuenta de ellos, así como una actitud de servicio a los usuarios, todo lo cual ejerce una saludable presión sobre el desempeño de la institución y de sus trabajadores.

A su vez, el sector privado puede contribuir al proceso mediante contratos de gestión vial. Éstos involucran un mayor grado de riesgo, pero privilegian la obtención de resultados en cuanto a la condición de las vías y no se reducen tan sólo a la ejecución de obras. Por su medio se aporta capacidad gerencial, y bajo algunos esquemas, también diversos grados de financiamiento.

1.4.- OBJETIVOS

1.4.1.- General

Desarrollar el estudio de mejoramiento de la vía Huagrahuasi - Pantza ubicada en la parroquia de San José de Poaló cantón de Píllaro provincia de Tungurahua.

1.4.2.- Específicos

- Generar un estudio que permita a cierto plazo tener una vía en adecuadas condiciones para la circulación vehicular.
- Ejecutar un análisis adecuado que nos ayude a determinar los parámetros para el mejoramiento de la vía a fin de satisfacer los requerimientos del sector.
- Verificar el diseño adecuado y los elementos que componen la vía, tomando en cuenta el uso que se le va a dar a la misma.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1.- ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

El proyecto se ubica en la provincia de Tungurahua, perteneciendo al cantón Píllaro, al momento se encuentra una vía que esta asfaltada hasta el tramo donde comienza el objeto de estudio, la vía corresponde a un camino lastrado.

El Ilustre Municipio de Píllaro ha considerado algunos proyectos viales entre ellos empedrados y asfaltados de las vías dependiendo de su importancia y necesidad social y económica, debido a que la vía posterior a la que se piensa realizar el estudio esta asfaltada se plantea como que se han realizado trabajos de mantenimiento vial los cuales no han sido culminados debidamente, además la prefectura de Tungurahua a dispuesto el adecuamiento de varias vías de la provincia, lo cual ha llevado a Tungurahua a tener una de las mejores red viales del país.

Con el plan ‘Construyendo Caminos’ del Gobierno Provincial de Tungurahua se trabaja en el mejoramiento de la red vial de la provincia como uno de los grandes proyectos, en beneficio de las comunidades.

Esto contempla 14 vías ubicadas en diferentes zonas de la provincia y que se encuentran en ejecución, sumando un total de 109 kilómetros de transporte asfaltado y con el respectivo mantenimiento. El costo de la obra asciende a 5 millones 663 mil 184 dólares financiados por el banco del Estado y el Gobierno Provincial de Tungurahua.

La ejecución de este proyecto tiene un avance del 65 por ciento, cumpliéndose con las actividades de: nivelación de pozos, construcción de pasos de agua, tendido de base granular, colocación de la mezcla asfáltica, revestimiento de cunetas y colocación de vallas dobles.

Estas obras de vialidad son ejecutadas en respuesta a la unidad y activa participación de los ciudadanos de la provincia, para fortalecer sus actividades: comerciales, productivas, artesanales y turísticas.

2.2.- FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA

El paradigma que orienta el proyecto de investigación es el Crítico-Propositivo, ya que de éste modo se establecerán los motivos del porqué del proyecto, además se predominarán las necesidades de la parroquia San José de Poaló, identificándose los posibles cambios que se podrían dar en la población con la realización del proyecto mejorando su adelanto productivo.

Mediante la visión de la realidad se pueden razonar varias alternativas de solución para el actual estado vial de la parte central de la parroquia, con esto tendremos una visión global de los cambios que se causarán al aplicar y ejecutar cualquier opción de solución.

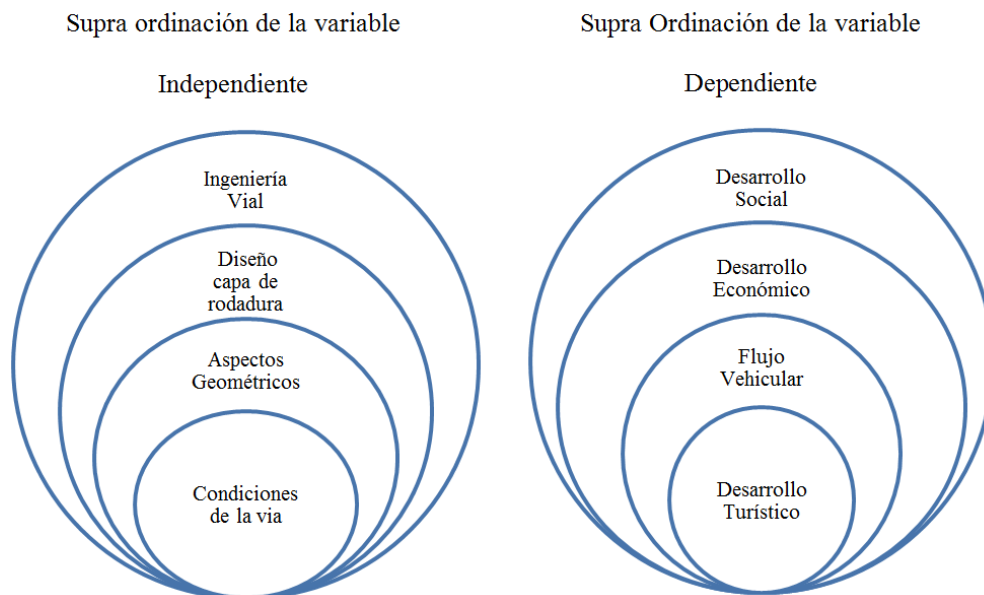
También se considerará la parte turística del sector, la cual se conseguirá mediante el diseño del plan vial y la injerencia de los habitantes del sector para optimizar su productividad y transporte.

2.3.- FUNDAMENTACIÓN LEGAL

El presente proyecto utilizará como un sustento legal lo siguiente:

- Normas de diseño geométrico de carreteras MTOP
- Normas AASHTO.
- Normas ASTM.

2.4.- CATEGORIAS FUNDAMENTALES



2.5.- HIPÓTESIS

El mejoramiento de la vía Huagrahuasi- Pantza de la parroquia San José de Poaló, del cantón de Píllaro, provincia Tungurahua, incidirá en el desarrollo turístico del sector.

2.6.- SEÑALAMIENTO DE VARIABLES

2.6.1.-Variable Independiente

El mejoramiento la vía Huagrahuasi- Pantza de la parroquia San José de Poaló, cantón Píllaro, provincia Tungurahua.

2.6.2.-Variabe Dependiente

El desarrollo turístico y ganadero del sector.

2.7.- DEFINICIONES

2.7.1.- Vía

El concepto de vía tiene varios conceptos relacionados al lugar por el que se transita o se desplaza. La vía, en éste sentido, es un camino. Puede tratarse del espacio que, en las ciudades, posibilita que la gente y los vehículos circulen y accedan a las edificaciones que se sitúan a sus

costados. Por debajo de las vías se encuentra la infraestructura de servicios públicos como la red de electricidad, los cables de teléfono, el agua potable o alcantarillado.

El concepto de una vía se lo puede asociar a una infraestructura de transporte cuyo objeto es permitir el transporte de vehículos en condiciones de continuidad en el espacio y el tiempo, con niveles adecuados de seguridad y de comodidad. Puede estar constituida por una o varias calzadas, uno o varios sentidos de circulación o uno o varios carriles en cada sentido, de acuerdo con las exigencias de la demanda de tránsito y la clasificación funcional de la misma.

Los probables beneficios socio-económicos que nos brinda por las vías terrestres incluyen la confiabilidad bajo todas las condiciones climáticas, la contracción de los costos de transporte, el mayor acceso a los mercados para los cultivos y productos locales, el acceso a nuevos centros de empleo, la contratación de trabajadores locales en obras en sí, el mayor acceso a la atención médica y otros bienes sociales y el fortalecimiento de las economías locales.

2.7.2.- Topografía

La topografía (de topos, "lugar", y grafos, "descripción") es la ciencia que estudia el conjunto de principios y procedimientos que tienen por objeto la representación gráfica de la superficie de la Tierra, con sus formas y detalles; tanto naturales como artificiales (ver planimetría y altimetría). Esta representación tiene lugar sobre superficies planas, limitándose a pequeñas extensiones de terreno, utilizando la denominación de geodesia para áreas mayores.

De manera muy simple, puede decirse que para un topógrafo la Tierra es plana (geoméricamente). Para eso se utiliza un sistema de coordenadas tridimensional, siendo la X y la Y competencia de la planimetría, y la Z de la altimetría.

Los mapas topográficos utilizan el sistema de representación de planos acotados, mostrando la elevación del terreno utilizando líneas que conectan los puntos con la misma cota respecto de un plano de referencia, denominadas curvas de nivel. Dicho plano de referencia puede ser o no el nivel del mar, pero en caso de serlo se hablará de altitudes en lugar de cotas.

En obras civiles.- La tarea del topógrafo es previa y/o durante un proyecto: un arquitecto, un Ingeniero en Topografía debe contar con un buen levantamiento plani-altimétrico ó tridimensional previo del terreno y de "hechos existentes" (elementos inmóviles y fijos al suelo) ya sea que la obra se construya en el ámbito rural o urbano. Realizado el proyecto, el Ingeniero técnico en topografía ó Ingeniero en Topografía se encarga del "replanteo" del mismo: ubica los límites de la obra, los ejes desde los cuales se miden los elementos (columnas, cimientos); establece los niveles o la altura de referencia.

Luego la obra avanza y en cualquier momento, el ingeniero jefe de obra puede solicitar un "estado de obra" (un replanteamiento in situ para verificar si se está construyendo dentro de la precisión establecida por los pliegos de condiciones) al topógrafo. La precisión de una obra varía de acuerdo a la importancia de la misma.

2.7.3.- Tráfico

El diseño de una carretera o de un tramo de la misma debe basarse entre otras informaciones en los datos sobre tráfico, con el objeto de compararlo con la capacidad o sea con el volumen máximo de vehículos que una carretera puede absorber. El tráfico, en consecuencia, afecta directamente a las características del diseño geométrico. La información sobre tráfico debe comprender la determinación del tráfico actual (volúmenes y tipos de vehículos), en base a estudios de tráfico futuro utilizando pronósticos.

En los proyectos viales, cuando se trata de mejoramiento de carreteras existentes (rectificación de trazado, ensanchamiento, pavimentación, etc.) o de construcción de carreteras alternas entre puntos ya conectados por vías de comunicación, es relativamente fácil cuantificar el tráfico actual y pronosticar la demanda futura. En cambio, cuando se trata de zonas menos desarrolladas o actualmente inexploradas, la estimación del tráfico se hace difícil e incierta.

Este caso se presenta con frecuencia en nuestro país, que cuenta con extensas regiones de su territorio total o parcialmente inexploradas. Al respecto conviene recordar que los proyectos de carreteras en zonas inexploradas o muy poco desarrolladas no constituyen en general proyectos aislados, sino que están vinculados con otros proyectos principalmente de infraestructura, tendientes al aprovechamiento de recursos inexplorados en la zona, tales como proyectos de colonización, agropecuarios, regadío, energía hidroeléctrica o termoeléctrica, comercialización, etc. Es evidente, en consecuencia, que la demanda futura de tráfico será resultante de la acción combinada de todos estos proyectos y como tal deberá analizarse.

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

2.7.4.- Proceso de Cálculo del TPDA.

a. Objetivo.

Se determinará el tráfico promedio diario anual (T.P.D.A.), a partir de observaciones puntuales del tráfico y de los factores de variación.

b. Observaciones de campo.

Es necesario realizar conteos vehiculares que nos permitan conocer el nivel de tráfico existente.

c. Tipos de conteo.

Manuales: Son irremplazables por proporcionarnos información sobre la composición del tráfico y los giros en intersecciones de las que mucho depende el diseño geométrico de la vía.

Automáticos: Permiten conocer el volumen total del tráfico. Siempre deben ir acompañados de conteos manuales para establecer la composición del tráfico. Con los equipos de conteo automático debe tenerse mucho cuidado con su calibración, ya que cuentan pares de ejes (por cada dos impulsos percibidos registran un vehículo).

d. Período de observación.

Para un estudio definitivo, se debe tener por lo menos un conteo manual de 7 días seguidos en una semana que no esté afectada por eventos especiales.

Adjunto a esta información, es importante tener datos de un conteo automático por lo menos durante un mes para cuantificar el volumen total de tráfico y correlacionar con la composición registrada en la semana.

e. Variaciones de tráfico.

Como variaciones de tráfico se conoce a los factores que nos permiten establecer relaciones entre observaciones actuales y puntuales de tráfico de los datos estadísticos de lo ocurrido con anterioridad, llegando así a determinar el TPDA del año en el que se realice el estudio.

Esta relación se puede establecer considerando el hecho de que la población se mueve por hábitos y al no existir una variación en la estructura social de un país, prácticamente estas variaciones permanecerán constantes en períodos más o menos largos, por lo que el TPDA se puede llegar a calcular a base de muestreos.

f. Cálculo de variaciones (factores).

Para llegar a obtener el TPDA a partir de una muestra, existen cuatro factores de variación que son:

- FACTOR HORARIO (FH).

Nos permite transformar el volumen de tráfico que se haya registrado en un determinado número de horas

FACTOR DIARIO (FD).

Transforma el volumen de tráfico diario promedio en VOLUMEN SEMANAL PROMEDIO.

- FACTOR SEMANAL (FS).

Transforma el volumen semanal promedio de tráfico en VOLUMEN MENSUAL PROMEDIO.

- FACTOR MENSUAL (FM).

Transforma el volumen mensual promedio de tráfico en TRAFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL (TPDA).

$$\text{TPDA} = T_0 \times \text{FH} \times \text{FD} \times \text{FS} \times \text{FM}$$

Donde:

T_0 = tráfico observado.

2.7.4.- Tráfico Futuro.

El pronóstico del volumen y composición del tráfico se basa en el tráfico actual. Los diseños se basan en una predicción del tráfico a 15 o 20 años y el crecimiento normal del tráfico, el tráfico generado y el crecimiento del tráfico por desarrollo.

Las proyecciones de tráfico se usan para la clasificación de las carreteras e influyen en la determinación de la velocidad de diseño y de los demás datos geométricos del proyecto.

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

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

a. Crecimiento normal del tráfico actual.

El tráfico actual es el número de vehículos que circulan sobre una carretera antes de ser mejorada o es aquel volumen que circularía, al presente, en una carretera nueva si ésta estuviera al servicio de los usuarios. Para una carretera que va a ser mejorada el tráfico actual está compuesto por:

- Tráfico Existente:

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

- Tráfico Desviado:

Es aquel atraído desde otras carreteras o medios de transporte, una vez que entre en servicio la vía mejorada, en razón de ahorros de tiempo, distancia o costo. En caso de una carretera nueva, el tráfico actual estaría constituido por el tráfico desviado y eventualmente por el tráfico inicial que produciría el desarrollo del área de influencia de la carretera.

En el país, la información acerca de la tendencia histórica del crecimiento de tránsito data solo a partir de 1963 y prácticamente se carece de datos con respecto a la utilización de los vehículos automotores (vehículos-kilómetro).

En consecuencia, se estima que para el Ecuador, los indicadores más convenientes para determinar las tendencias a largo plazo sobre el crecimiento de tráfico, están dadas por las tasas de crecimiento observadas en el pasado, respecto al consumo de gasolina y diesel, así con respecto a la formación del parque automotor.

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

Tabla 1: Tasa de Crecimiento Anual del Tráfico

TASAS DE CRECIMIENTO ANUAL %			
PERIODO	LIVIANO	BUSES	PESADOS
2010-2015	4.47	2.22	2.18
2015-2020	3.97	1.97	1.94
2020-2025	3.57	1.78	1.74
2025-2030	3.25	1.62	1.58
2030-2035	3.25	1.62	1.58

Fuente: Módulo de Pavimentos Ing. Fricson Moreira

b. Criterios para determinar el tráfico futuro.

Conviene realizar las proyecciones de tráfico relacionando el tráfico vehicular con otros factores como por ejemplo, la población, la producción, etc.

c. Relación del tráfico vehicular con la población.

Con la información disponible del parque automotor y de la población en un período representativo, se procede a determinar la Tasa de motorización (número de vehículos por cada mil habitantes) para cada tipo de vehículo (liviano y pesado) y la ecuación de proyección con algún modelo que se ajuste al historial de la información existente.

Uno de los modelos a usarse es el NOBEL LOGIT, con el que se determina la ecuación de ajuste y de proyección para la tasa de motorización con posibles tasas de saturación.

$$T_m = a + b \times t \quad (III - 3)$$

Donde:

T_m = Tasa de motorización (No vehíc./1000 hab.).
 a, b = Coeficiente de ajuste.
 t = Tiempo en años.

Otro modelo a utilizarse es REGRESION LINEAL con el que se determina la ecuación de ajuste de la tasa de motorización en función del tiempo. Cabe señalar que las proyecciones realizadas con este modelo pueden ser muy optimistas si se está con tasas de motorización cercanas a la saturación.

$$T_m = a + b \times t \quad (III - 3)$$

Donde:

T_m = Tasa de motorización (No vehíc./1000 hab.)
 a, b = Coeficiente de ajuste.
 t = Tiempo en años.

Conociendo la curva o curvas de ajuste, se determina la tasa de motorización (T_m) para años futuros, que relacionándola con la población de ese año se obtiene el volumen vehicular futuro.

d. Relación de tráfico vehicular con la producción.

El volumen de producción o tasa de crecimiento de la producción, permite determinar la proyección de vehículos pesados.

Se puede determinar un parámetro similar a T_m , relacionando el número de vehículos pesados con el volumen de proyección y obtener la correspondiente curva de proyección.

e. Proyección en base a la tasa de crecimiento poblacional.

En caso de no contar con la información estadística, las proyecciones se harán en base a la tasa de crecimiento poblacional o al consumo de combustible.

$$T_f = T_a (1+i)^n \quad (\text{III - 4})$$

Donde:

T_f	=	Tráfico futuro o proyectado.
T_a	=	Tráfico actual.
i	=	Tasa de crecimiento del tráfico (en caso de no contar con datos, utilizar la tasa de crecimiento poblacional o de combustibles).
n	=	Número de años proyectados.

f. Tráfico generado.

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

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

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

En consecuencia, se ha establecido que el volumen de tráfico generado que provoca la terminación del proyecto, será igual a un porcentaje de tráfico normal que se espera en el primer año de vida del proyecto.

Este porcentaje se estima equivalente a la mitad del ahorro en los costos a los usuarios expresado también como porcentaje.

Por ejemplo, si los costos a los usuarios se reducen en un 20 por ciento, el tráfico generado sería el 10 por ciento del volumen de tráfico normal pronosticado para el primer año de operación de la carretera.

Para evitar estimaciones muy altas o irracionales respecto al tráfico generado en los casos, muy raros, en los cuales se producen grandes ahorros para los usuarios como consecuencia del mejoramiento de un camino de clase baja con volúmenes de tráfico pesado relativamente importantes, se establece como límite máximo de incremento por tráfico generado el correspondiente a un 20 por ciento del tráfico normal para el primer año de operación del proyecto.

Para los restantes años del período de pronóstico, el tráfico generado se estima que crecerá a la misma tasa que el tráfico normal.

g. Tráfico por desarrollo.

Este tráfico se produce por incorporación de nuevas áreas a la explotación o por incremento de la producción de las tierras localizadas dentro del área de influencia de la carretera.

Este componente del tráfico futuro, puede continuar incrementándose durante parte o todo el período de estudio. Generalmente se considera su efecto a partir de la incorporación de la carretera al servicio de los usuarios.

En cada proyecto, y en base a los datos que proporcionan los Contajes de Tráfico, así como las investigaciones de Origen y Destino se determinará cuál será el factor de expansión del tráfico por desarrollo que debe emplearse para obtener el TPDA correspondiente. Este método podría utilizarse hasta que se desarrolle un procedimiento o modelo matemático más satisfactorio y práctico.

En general, no conviene proyectar los tráficos basándose únicamente en tendencias históricas, pues cualquier cambio brusco de las circunstancias (desarrollo de nuevas áreas, puesta en marcha de una nueva industria, promoción turística de una zona, etc.) puede alterar la tendencia histórica o cambiarla en el futuro previsible.

2.7.5.- Clasificación de Carreteras de Acuerdo al Tráfico.

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

Tabla 2: Clasificación de las Carreteras

CLASIFICACION DE CARRETERAS EN FUNCION DEL TRAFICO PROYECTADO	
Clase de Carretera	Tráfico Proyectado TPDA *
R-I o R-II	Más de 8.000
I	De 3.000 a 8.000
II	De 1.000 a 3.000
III	De 300 a 1.000
IV	De 100 a 300
V	Menos de 100
<p>* El TPDA indicado es el volumen de tráfico promedio diario anual proyectado a 15 o 20 años. Cuando el pronóstico de tráfico para el año 10 sobrepasa los 7.000 vehículos debe investigarse la posibilidad de construir una autopista. Para la determinación de la capacidad de una carretera, cuando se efectúa el diseño definitivo, debe usarse tráfico en vehículos equivalentes.</p>	

Fuente: Normas MOP

2.7.6.- Clase de Carretera

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

Aquí se incorpora este criterio que cimentará las bases de la estructura de la red vial del país del nuevo milenio. El cuadro presenta la relación entre la función jerárquica y la clasificación de las carreteras según el MOP.

Tabla 3 Clasificación de las Carreteras TPDA

FUNCION	CLASE DE CARRETERA (según MOP)	TPDA (1) (AÑO FINAL DE DISEÑO)
CORREDOR ARTERIAL	RI - RII (2)	>8000
	I	3000-8000
COLECTORA	II	1000-3000
	III	300 – 1000
VECINAL	IV	100 – 300
	V	< 100

Fuente: Normas MOP

Corredores Arteriales

Estos corredores pueden ser carreteras de calzadas separadas (autopistas) y de calzada única (Clase I y II). Dentro del grupo de autopistas, éstas tendrán un control total de accesos y cuyo uso puede ser prohibido a cierta clase de usuarios y de vehículos.

Dentro del segundo grupo de arteriales (Clase I y II) que son la mayoría de las carreteras, éstas mantendrán una sola superficie acondicionada de la vía con dos carriles destinados a la circulación de vehículos en ambos sentidos y con adecuados espaldones a cada lado; incluirá además pero en forma eventual, zonas suplementarias en las que se asientan carriles auxiliares, zonas de giro, paraderos y sus accesos que se realizan a través de vías de servicio y rampas de ingreso/salida adecuadamente diseñadas.

Vías Colectoras

Estas vías son las carreteras de clase I, II, III y IV de acuerdo a su importancia que están destinadas a recibir el tráfico de los caminos vecinales. Sirven a poblaciones principales que no están en el sistema arterial nacional.

Caminos Vecinales

Estas vías son las carreteras de clase IV y V que incluyen a todos los caminos rurales no incluidos en las denominaciones anteriores.

2.7.7.- Resumen de los pesos y dimensiones de buses y camiones

Tabla 4 Resumen de Dimensiones y Pesos

DIMENSIONES DE CAMIONES Y BUSES	PROYECTO DE REFORMA SEGÚN MOP	VIGENTES MOP
Ancho camión	2.60 m	2.60 m
Ancho bus	2.60 m	2.60 m
Alto camión	4.10 m	4.10 m *
Alto bus	4.10 m	4,10 m
Largo Camión rígido (1,2 o 3 ejes en el semiremolque)	11,50 m (con 2 ejes) 12,20 m (con 3 ejes)	12.00 m
Largo tracto camión +semiremolque(1,2,3 ejes) en el semiremolque)	17,50m (2S1; 2S2,2S3,3S1) 18,3 m (3S2,3S3)	18,00(3S2 y 3S3) *
Largo semiremolque	9,0 m (1 eje) 12,3 m (2 ejes) 13,0 m (3 ejes)	9.0 (1 EJE) 12.3 (2 EJES) * 13.0 (3 EJES)
Largo remolque	10,00 m	10.00 m .
Largo camión + remolque	18,30 m	18:30 m .
Largo tracto camión + semiremolque + remolque	18,30 m	18.3 m .
Largo bus larga distancia	Convencional 13,3m Semi integral 15,0 m hasta con 3 ejes Integral 15,0m hasta 4 ejes direccionales	
Largo bus articulado	18,3m	-
Largo bus urbano/suburbano	-	-
Ancho vehículos especiales	-	-
Alto Vehículos especiales	-	-
Largo de vehículos especiales (1)	21	21 *
Separación para ejes compuestos	-	min 1.2m max. 1.6m
PESOS CAMIONES		
Eje trasero simple rodado simple (2r)	6,00t	6,00t
Eje trasero simple rodado doble (1r)	11,00t	12,00t
Eje trasero doble rodado simple (4r)	12,00t	12,00t
Eje trasero doble rodado simple y doble (6r)	15,50t	
Eje trasero doble rodado doble (8r)	19,00t	20,00t
Eje trasero triple rodado simple (6r)	18,00t	-
Eje trasero triple 1 rodado simple y 2 dobles (10r)	24,00t	-
Eje trasero triple 3 rodados dobles (12r)	24,00t	24,00t
Peso Bruto Total admitido	48,00	46,00t *
Tolerancias de pesos	500 Kg. para eje delantero y 1000 Kg para cualquiera de los ejes posteriores No existe tolerancia para el P.B.V.	-
Relación potencia de pesos	6,5 IIP/t	8IIP/t y 6,5IIP/t
* En estudio el cambio de valores		

Fuente: Normas MOP

2.7.8.-Composición del Tránsito

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.

Los camiones, por ser generalmente más pesados que los buses y automóviles, son más lentos y ocupan mayor espacio; por tanto, tienen mayor efecto en el tránsito que los vehículos más pequeños. El efecto de operación de un camión es equivalente al de varios vehículos livianos; se acostumbra representarlo con la letra J y depende principalmente de la pendiente de la carretera y de la distancia de visibilidad existente en el tramo considerado.

En términos generales, se puede decir que $J = 2$ en terreno plano y $J = 4$ en terreno montañoso. Así, a mayor proporción de camiones en el tránsito, mayor es la intensidad del tránsito y por ende, requerirá mayor capacidad de la carretera, para que la relación volumen/capacidad este siempre dentro de los niveles adecuados. Las dos clases más generales de vehículos son:

- Vehículos livianos, que incluye a las motocicletas y a los automóviles así como a otros vehículos ligeros como camionetas y pickups, con capacidad hasta de ocho pasajeros y ruedas sencillas en el eje trasero.

- Vehículos pesados, como camiones, buses y combinaciones de camiones (semirremolques y remolques), de más de cuatro toneladas de peso doble llanta en las ruedas traseras.
- Generalmente se relaciona con el diseño geométrico de la carretera al dato del porcentaje de camiones, sobre el tránsito total, que se espera va a utilizar la vía.
- Se llama vehículos de diseño a un tipo de vehículo cuyo peso, dimensiones y características de operación se usan para establecer los controles de diseño que acomoden vehículos del tipo designado. Con propósitos de diseño geométrico, el vehículo de diseño debe ser uno, se podría decir que imaginario, cuyas dimensiones y radio mínimo de giro sean superiores a los de la mayoría de los vehículos de su clase.
- Generalmente para el diseño de las carreteras es necesario conocer la longitud, la altura y el ancho de los vehículos de diseño. Las dimensiones son útiles para el diseño de intersecciones, retornos, círculos de tráfico, intercambiadores, etc.
- El Ministerio de Transporte y Obras Públicas considera varios tipos de vehículos de diseño, más o menos equivalentes a los de la AASTHO, así:

- Vehículos livianos (A): Al usualmente para motocicletas, A2 para automóviles.
- Buses y busetas (B), que sirven para transportar pasajeros de forma masiva.
- Camiones (C) para el transporte de carga, que pueden ser de dos ejes (C-1), camiones de tracto-camiones de tres ejes (C-2) y también de cuatro, cinco o más ejes (C-3).
- Remolques (R), con uno o dos ejes verticales de giro y una unidad completamente remolcada, tipo tráiler o tipo Dolly.

Tabla 5 Dimensiones Vehículos

Vehículo de diseño	A	B	C	R
Altura máxima (m)	2,40	4,10	4,10	4,30
Longitud máxima (m)	5,80	13,00	20,00	>20,50*
Anchura máxima (m)	2,10	2,60	2,60	3,00
Radios mínimos de giro (m)				
Rueda interna	4,70	8,70	10,00	12,00
Rueda externa	7,50	12,80	16,00	20,00
Esquina externa delantera	7,90	13,40	16,00	20,00

Fuente: Normas MOP

Tabla 6 Resumen de Pesos y Longitudes Camiones

CUADRO DEMOSTRATIVOS DEL TIPO DE VEHÍCULOS MOTORIZADOS REMOLQUES Y SEMREMOLQUES								
TIPO	DISTRIBUCIÓN MÁXIMA DE CARGA POR EJE	DESCRIPCIÓN	PESO MÁXIMO PERMITIDO (Ton.)	LONGITUDES MÁXIMAS PERMITIDAS (metros)				
				largo	Ancho	Alto		
2 D			CAMIÓN DE 2 EJES PEQUEÑO	7	5,00	2,60	3,00	
2DA			CAMIÓN DE 2 EJES MEDIANOS	10	7,50	2,60	3,50	
2DB			CAMIÓN DE 2 EJES GRANDES	18	12,20	2,60	4,10	
3-A			CAMIÓN DE 3 EJES	27	12,20	2,60	4,10	
4-C			CAMIÓN DE 4 EJES	31	12,20	2,60	4,10	
4-0			CAMIÓN CON TAMDEN DIRECCIONAL Y TAMDEN POSTERIOR	32	12,20	2,60	4,10	
V2DB			VOLQUETA DE DOS EJES 8 m ³	18	12,20	2,60	4,10	
V3A			VOLQUETA DE TRES EJES 10-14 m ³	27	12,20	2,60	4,10	
VZS			VOLQUETA ZS DE 3 EJES 16 m ³	27	12,20	2,60	4,10	
T2			TRACTO CAMIÓN DE 2 EJES	18	8,50	2,60	4,10	
T3			TRACTO CAMIÓN DE 3 EJES	27	8,50	2,60	4,10	
S3			SEMIREMOLQUE DE 3 EJES	24	13,00	3,00	4,30	
S2			SEMIREMOLQUE DE 2 EJES	20	13,00	3,00	4,30	
S1			SEMIREMOLQUE DE 1 EJE	11	13,00	3,00	4,30	
R2			REMOLQUE DE 2 EJES	22	10,00	3,00	4,30	
R3			REMOLQUE DE 3 EJES	31	10,00	3,00	4,30	
B1			REMOLQUE BALANCEADO DE 1 EJE	11	10,00	3,00	4,30	
B2			REMOLQUE BALANCEADO DE 2 EJES	20	10,00	3,00	4,30	
B3			REMOLQUE BALANCEADO DE 3 EJES	24	10,00	3,00	4,30	

Fuente: Normas MOP

Tabla 7 Resumen de Pesos y Longitudes Camiones II

TIPO	DISTRIBUCIÓN MÁXIMA DE CARGA POR EJE	DESCRIPCIÓN	PESO BRUTO VEHICULAR MÁXIMO PERMITIDO (toneladas)	LONGITUDES MÁXIMAS PERMITIDAS (metros)		
				Largo	Ancho	Alto
2S1			29	20,50	2,60	4,30
2S2			38	20,50	2,60	4,30
2S3			42	20,50	2,60	4,30
3S1			38	20,50	2,60	4,30
3S2			47	20,50	2,60	4,30
3S3			48	20,50	2,60	4,30
2R2			40	20,50	2,60	4,30
2R3			48	20,50	2,60	4,30
3R2			48	20,50	2,60	4,30
3R3			48	20,50	2,60	4,30
2B1			29	20,50	2,60	4,30
2B2			38	20,50	2,60	4,30
2B3			42	20,50	2,60	4,30
3B1			38	20,50	2,60	4,30
3B2			47	20,50	2,60	4,30
3B3			48	>20,50	3,00	4,30

Fuente: Normas MOP

2.7.9.- La Velocidad

La velocidad es uno de los factores esenciales en cualquier forma de transporte, puesto que de ella depende el tiempo que se gasta en la operación de tránsito de personas o cosas de un sitio a otro.

La velocidad que un conductor y de la del vehículo y, además de las siguientes condiciones:

- a) Las características de la carretera y de la zona aledaña
- b) Las condiciones del tiempo
- c) La presencia de otros vehículos en la vía
- d) Las limitaciones legales y de control

Aunque los efectos de estas condiciones se combinan, una de ellas predomina en cada caso, Así en carreteras rurales prevalece las condiciones físicas de la vía, siempre que el tiempo y el tránsito sean favorables. El ideal sería lograr una velocidad más o menos uniforme, aunque esta no sería la máxima permitida por los vehículos, pues la mayoría de las veces sería superior a la más segura en la carretera.

Al diseñar una carretera se debe tratar de satisfacer las demandas de servicio del público en la forma más segura y económica. Se debe, pues, acomodar casi todas las demandas adecuadamente y, sin embargo, no presentar muchas deficiencias en las condiciones extremas.

Es decir, que se debe satisfacer a la mayoría de los conductores en lo referente a la velocidad. Solamente un porcentaje muy pequeño viajará a velocidades muy altas y no es económicamente posible satisfacer en el diseño; por lo tanto, tendrá que viajar a velocidad menor que la que ellos consideran deseable. Por otra parte, tampoco se puede diseñar para velocidades en condiciones desfavorables, como por ejemplo en mal tiempo, pues entonces la carretera sería insegura; cuando las condiciones sean favorables y no satisfaría demandas razonables.

Velocidad directriz o de diseño es la velocidad que se escoge para diseñar los elementos de la vía que influye en la operación de los vehículos. Esta es la máxima velocidad segura en un trayecto de vía donde las demás son tan buenas que predominan las características físicas de la misma.

Una vez seleccionada esta velocidad, todos los elementos de la carretera se deben relacionar con ella para obtener un diseño equilibrado.

Algunos elementos de la vía, como el radio de curvatura, son función de la velocidad de diseño; otros como el ancho del carril, no dependen directamente de ella, pero afectan la velocidad de operación de los vehículos.

El valor de la velocidad directriz depende principalmente de las características funcionales predefinidas para la vía, de la magnitud de las obras y de consideraciones económicas y de seguridad.

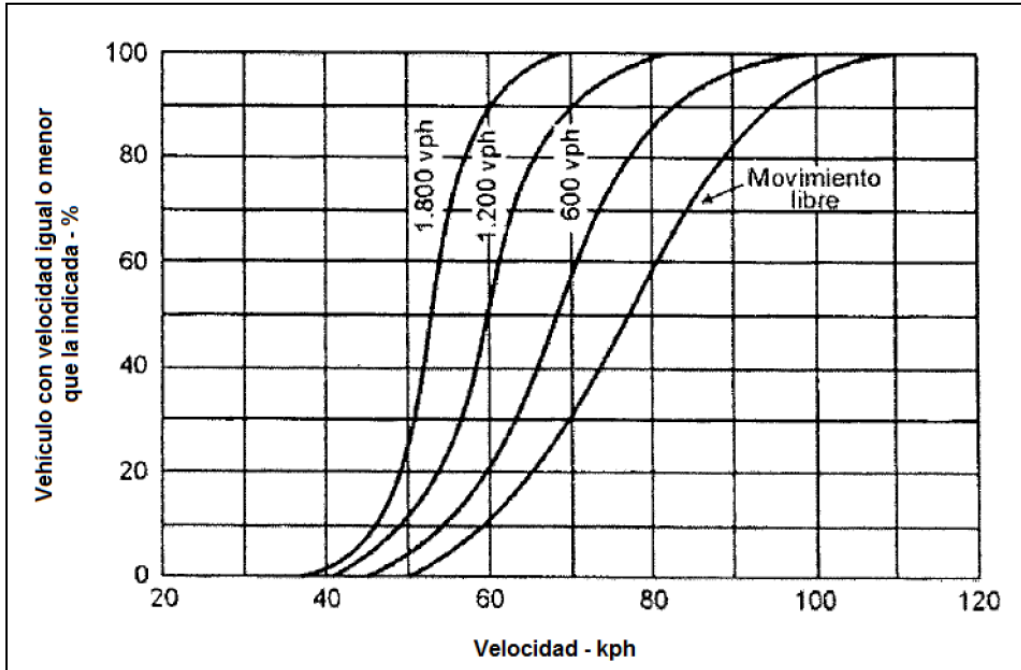


Ilustración 1 Relación Velocidad-Inclinación

Fuente: Libro A Normas de Estudio Viales MOP

Una manera de obtener la velocidad de operación promedio de una carretera consiste en medir la velocidad promedio en un punto o sea el promedio de las velocidades de todos los vehículos que pasan por ese punto.

Observando las velocidades de los vehículos que tiene movimiento libre, en las curvas horizontales, se nota que su promedio es un poco menor que la velocidad de diseño, pero más cercano a ésta cuando menor es la velocidad de diseño de la vía. Como la curvatura horizontal es el factor que más se relaciona con esta velocidad, se ha establecido la tabla que relaciona la velocidad de diseño con la operación en tramos rectos o de curvatura pequeña para carreteras de 2 carriles.

Tabla 8 Velocidades de Operación

VELOCIDAD DE DISEÑO – Km/h	VELOCIDAD DE OPERACIÓN PROMEDIO – Km/h VOLUMEN DE TRÁNSITO		
	<i>BAJO</i>	<i>MEDIO</i>	<i>ALTO</i>
40	38	35	33
50	47	42	40
60	56	52	45
70	63	60	55
80	72	65	60
100	88	75	-
120	105	85	-

Fuente: Normas MOP

- **Velocidad especificada de un elemento de trazado (V_e):** Máxima velocidad que puede mantenerse a lo largo de un elemento de trazado considerado aisladamente, en condiciones de seguridad y comodidad, cuando se encuentra el pavimento húmedo y los neumáticos en buen estado, las condiciones meteorológicas, del tráfico y legales con tales que no imponen limitaciones a la velocidad.
- **Velocidad del proyecto de un tramo (V):** Velocidad que permite definir las características geométricas mínimas de los elementos del trazado, en condiciones de comodidad y seguridad. La velocidad de proyecto de un tramo se identifica con la velocidad específica mínima del conjunto de elementos que lo forma.

- **Velocidad de planteamiento de un tramo (V):** Media armónica de las velocidades especificadas de los elementos de trazado en planta de tramos homogéneos de longitud superior a dos kilómetros (2 Km), dada por la expresión.

lk = Longitud del elemento k

Vek = Velocidad específica del elemento k

Al estudiar el trazado de un tramo se calculará la velocidad de planeamiento y se comprobará tanto con la velocidad de proyecto, como con las velocidades de planteamiento de los tramos adyacentes, para estimar la homogeneidad de la geometría del tramo.

Las velocidades de proyecto y de planteamiento que se adopten, estarán en general definidas por, los estudios de carreteras correspondientes, en función de los siguientes factores:

- a) Las condiciones topográficas y del entorno.
- b) Las consideraciones ambientales.
- c) Las consideraciones de la función de la vía dentro del sistema de transporte.
- d) La homogeneidad del itinerario o trayecto.
- e) Las condiciones económicas.
- f) Las distancias entre accesos, y el tipo de los mismos.
- g) Mejorar las condiciones de seguridad en tránsito.

2.7.10.-Capacidad

El término capacidad de diseño se usa con el mismo sentido del volumen de servicio del Manual de capacidad, como el valor de capacidad determinado para el diseño de una carretera con el fin de acomodar el volumen de tránsito que permita determinar un nivel de servicio en la vía.

Como el nivel de servicio es comparable con un intervalo de velocidad media de circulación para describir las condiciones de operación que el diseñador busca para proporcionar a los usuarios, se determinan las características de diseño de la carretera y la correspondiente velocidad media de operación que den capacidad de diseño que sea igual al 125 % del volumen de diseño.

Para aclarar los conceptos, se muestra algunas características de los niveles de servicio, los volúmenes de servicio correspondientes y sus velocidades máximas de circulación para carreteras rurales de dos carriles.

Tabla 9 Velocidad Máxima de Circulación

<i>NIVEL DE SERVICIO</i>	<i>CONDICIÓN DE FLUJO</i>	<i>VELOCIDAD MÁXIMA DE CIRCULACIÓN</i>	<i>VOLUMEN DE SERVICIO</i>
A	Flujo libre	100 km/h	500 vph
B	Flujo estable	80 km/h	1.200 vph
C	Flujo estable	65 km/h	2.000 vph
D	Flujo casi inestable	55 km/h	2.400 vph
E	Flujo inestable	45 km/h	2.800 vph
F	Flujo forzado	40 km/h	Variable (0 a máx)

Fuente: Normas MOP

2.7.11.-Clasificación nacional de la red vial

Las carreteras en el País se las clasifica principalmente por:

- Clasificación por Capacidad (Función del TPDA)
- Clasificación por Jerarquía en la red vial
- Clasificación por Condiciones Orográficas
- Clasificación por el número de Calzadas
- Clasificación en función de la Superficie de Rodamiento

2.7.12.-Clasificación por capacidad (Función del TPDA)

Con el fin de elevar los estándares de las carreteras del país y con ello, lograr la eficiente y la seguridad en el tránsito anhelado, se ha considerado plantear esta clasificación, que considera los datos de tráfico a nivel nacional recabados por el MTOP (Septiembre 2012), estadísticas de accidentes y el parque automotor del país.

De esta información, por ejemplo, se puede concluir que existen muchas vías que rebasan ya la barrera de los 80.000 vehículos diarios (TPDA), que existe un número significativo de accidentes de tránsito, y que además, por diversos estudios existe un número significativo de accidentes de tránsito, y que además por diversos estudios realizados, el parque automotor ha crecido consistentemente a una tasa simple durante los últimos 14 años en el orden del 6% anual.

De acuerdo a esta clasificación, las vías deberían ser diseñadas con las características funcionales y geométricas correspondientes a su clase pudiendo, obviamente, construirse por etapas en función del incremento del tráfico y del presupuesto.

Tabla 10 Clasificación Vial NEVI

Clasificación Funcional de las Vías en base al TPDA_d			
Descripción	Clasificación Funcional	Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA_d) al año de horizonte	
		Límite Inferior	Límite Superior
Autopista	AP2	80000	120000
	AP1	50000	80000
Autovía o Carretera Multicarril	AV2	26000	50000
	AV1	8000	26000
Carretera de 2 carriles	C1	1000	8000
	C2	500	1000
	C3	0	500

Fuente: Normas NEVI 2012

* TPDA = Tráfico Promedio Diario Anual

** TPDA_d = TPDA correspondiente al año horizonte o de diseño

En esta clasificación considera un TPDA_d para el año horizonte se define como:

TPDA_d = Año de inicio de estudios + Años de Licitación, Construcción + Años de Operación

C1 = Equivale a carretera de mediana capacidad

C2 = Equivale a carretera convencional básica y camino básico

C3 = Camino agrícola / forestal

Se define como años de operación (n); al tiempo comprendido desde la inauguración del proyecto hasta el término de su vida útil, teniendo las siguientes consideraciones:

Proyectos de rehabilitación y mejoras.....n= 20 años.

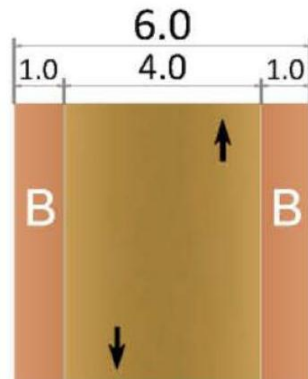
Proyectos especiales de nuevas vías.....n= 30 años.

Mega Proyectos Nacionales.....n =50 años.

2.7.13.-Clasificación por Jerarquía en la red vial

Según lo establecido en el Plan Estratégico de Movilidad PEM, según su desempeño se clasifican de la siguiente manera:

Camino Agrícola / Forestal

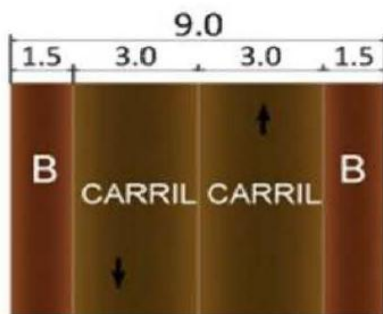


Velocidad de Proyecto: 40 km/h
Pendiente máxima: 16%

Ilustración 2 Clasificación Jerarquía Velocidad 40 Km/h

Camino Básico

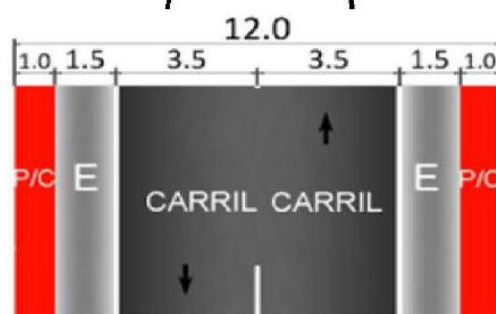
()



Velocidad de Proyecto: 60 km/h
Pendiente máxima: 14%

Carretera Convencional

Básica

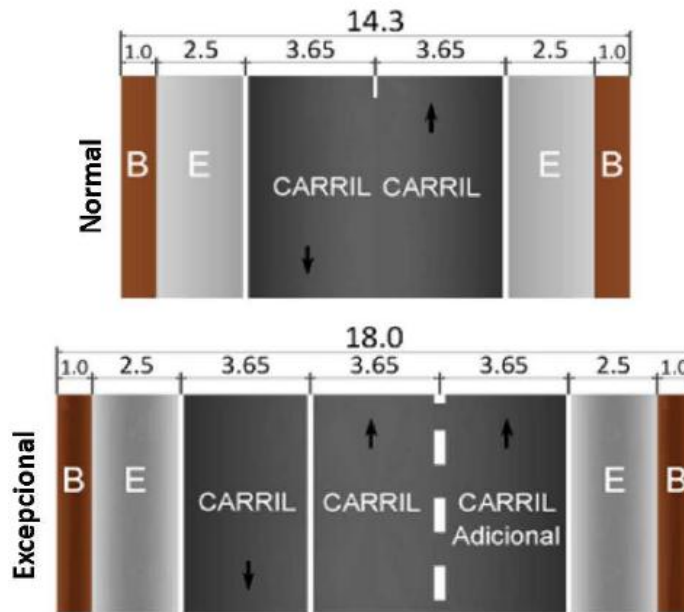


Velocidad de Proyecto: 80 km/h
Pendiente máxima: 10%

Ilustración 3 Clasificación Jerarquía Velocidad 80-60 Km/h

**Carretera de
Mediana Capacidad**

()

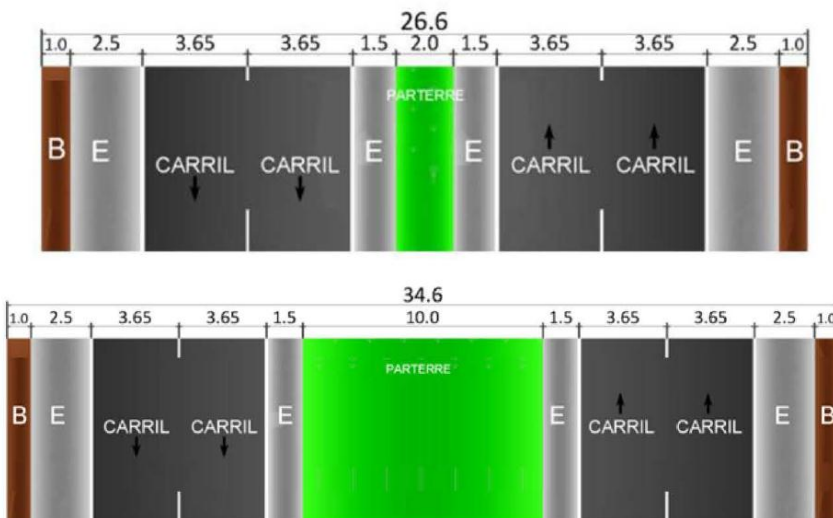


**Velocidad de
Proyecto: 100 km/h**
**Pendiente máxima:
8%**

Ilustración 4 Clasificación Jerarquía Velocidad 100 Km/h

Vías de Alta Capacidad Interurbana

()

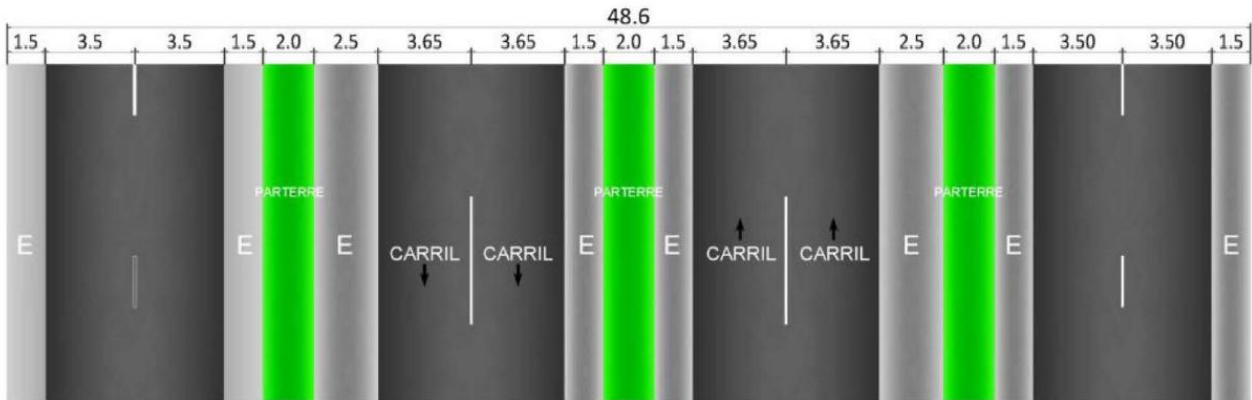


**Velocidad de
Proyecto: 120 km/h**
**Pendiente máxima:
6%**

Ilustración 5 Clasificación Jerarquía Velocidad 120 Km/h

Vías de Alta Capacidad Urbana o Periurbana

()



Velocidad de Proyecto: 100 km/h
Pendiente máxima: 8%

Ilustración 6 Clasificación Jerarquía Velocidad 100 Km/h (especial)

2.7.14.-Clasificación por Condiciones Orográficas

Se tipifican las carreteras según e relieve del terreno natural atravesado indicado en la tabla. En función de la máxima inclinación media de la línea de máxima pendiente, correspondiente a la franja original de terreno interceptada por la explanación de la carretera.

Tabla 11 Tipo de Terreno

TIPO DE RELIEVE	MÁXIMA INCLINACIÓN MEDIA
Llano	$i \leq 5$
Ondulado	$5 < i \leq 15$
Accidentado	$15 < i \leq 25$
Muy accidentado	$25 < i$

Fuente: Normas MOP

2.7.15.-Clasificación por el número de Calzadas

Carreteras de calzadas separadas: Son las que tienen calzadas diferenciadas por cada sentido de circulación, con una separación física entre ambas. Excepcionalmente pueden tener más de una calzada para cada sentido de circulación.

Carreteras de calzada única: Son las que tienen una sola calzada para ambos sentidos de circulación, sin separación física, independientemente del número de carriles.

2.7.16.-Clasificación en función de la Superficie de Rodamiento

Pavimentos Flexibles: son aquellos que tiene una capa de rodadura formada por una mezcla de bituminosa de asfalto altamente a los ácidos, álcalis y sales.

Pavimentos Rígidos: son aquellos donde la capa de rodadura está formada por una losa de concreto hidráulico (agua, cemento, arena y grava), con o sin refuerzo estructural, apoyada sobre la sub-rasante de material granular.

Afirmados: son aquellas en las que la superficie de rodadura se compone de una capa de material granular de tamaño máximo dos y media pulgadas ($2\frac{1}{2}$ ") y con proporción de finos, debidamente compactado.

Superficie Natural: su capa de rodadura se compone del terreno de natural del lugar, debidamente conformado.

2.7.17.-Radios Mínimos Absolutos

Los radios mínimos de curvatura horizontal son los menores radios que pueden recorrerse con la velocidad de diseño y la tasa máxima de peralte, en condiciones aceptables de seguridad y de comodidad en el viaje.

Los radios mínimos para cada velocidad de diseño, calculados bajo el criterio de seguridad ante el deslizamiento, están dados por la expresión:

$$Rm = \frac{V^2}{127 * (Pmax + f máx)}$$

Rm : Radio Mínimo Absoluto

V : Velocidad de Diseño

Pmáx : Peralte máximo asociado a V (en tanto por uno).

f máx : Coeficiente de fricción transversal máximo asociado a V.

Tabla 12 Radios y Peraltes Mínimos

Ubicación de la Vía	Velocidad de diseño (Kph)	P máx%	f máx	Radio calculado(m)	Radio Redondeado(m)
Área Urbana (Alta Velocidad)	30	4,00	0,17	33,7	35
	40	4,00	0,17	60,0	60
	50	4,00	0,16	98,4	100
	60	4,00	0,15	149,2	150
	70	4,00	0,14	214,3	215
	80	4,00	0,14	280,0	280
	90	4,00	0,13	375,2	375
	100	4,00	0,12	835,2	495
	110	4,00	0,11	1108,9	635
	120	4,00	0,19	872,2	875
	130	4,00	0,08	1108,9	1110
	140	4,00	0,07	1403,0	1405
	150	4,00	0,06	1771,7	1775
Área Rural (con peligro de Hielo)	30	6,00	0,17	30,8	30
	40	6,00	0,17	54,8	55
	50	6,00	0,16	89,5	90
	60	6,00	0,15	135,0	135
	70	6,00	0,14	192,9	195
	80	6,00	0,14	252,9	255
	90	6,00	0,13	437,4	335
	100	6,00	0,12	560,4	440
	110	6,00	0,11	755,9	560
	120	6,00	0,09	950,5	755
	130	6,00	0,08	1187,2	950
	140	6,00	0,07	1476,4	1190
	150	6,00	0,09	755,9	1480
Area Rural (Tipo 1,2 ó 3)	30	8,00	0,17	28,3	30
	40	8,00	0,17	50,4	50
	50	8,00	0,16	82,0	85
	60	8,00	0,15	123,2	125
	70	8,00	0,14	175,4	175
	80	8,00	0,14	229,1	230
	90	8,00	0,13	303,7	305
	100	8,00	0,12	393,7	395
	110	8,00	0,11	501,5	505
	120	8,00	0,09	667,0	670
	130	8,00	0,08	831,7	835
	140	8,00	0,07	1028,9	1030
	150	8,00	0,06	1265,5	1265
Area Rural (Tipo 3 ó 4)	30	12,00	0,17	24,4	25
	40	12,00	0,17	43,4	45
	50	12,00	0,16	70,3	70
	60	12,00	0,15	105,0	105
	70	12,00	0,14	148,4	150
	80	12,00	0,14	193,8	195
	90	12,00	0,13	255,1	255
	100	12,00	0,12	328,1	330
	110	12,00	0,11	414,2	415
	120	12,00	0,09	539,9	540
		130	12,00	0,08	665,4
	140	12,00	0,07	812,3	815
	150	12,00	0,06	984,3	985

Fuente: Normas MOP

2.7.18.-Sobreancho

Necesidad del Sobre-ancho

La necesidad de proporcionar sobre-ancho en una calzada se debe a la extensión de la trayectoria de los vehículos y a la mayor dificultad en mantener el vehículo dentro del carril en tramos curvos.

Valores del Sobre-ancho

El sobre-ancho variará en función del tipo de vehículo, del radio de la curva y de la velocidad directriz. Su cálculo se hará valiéndose de la siguiente fórmula:

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

- Sa** : Sobre-ancho (m)
n : Número de carriles
R : Radio (m)
L : Distancia entre eje posterior y parte frontal (m)
V : Velocidad de Diseño (Kph)

El primer término depende de la geometría y el segundo de consideraciones empíricas que tienen en cuenta un valor adicional para compensar la mayor dificultad en calcular distancias transversales en curvas.



República del Ecuador
MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS

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

NORMAS	CLASE I 3 000 – 8 000 TPDA ⁽¹⁾						CLASE II 1 000 - 3 000 TPDA ⁽¹⁾						CLASE III 300 – 1 000 TPDA ⁽¹⁾						CLASE IV 100 – 300 TPDA ⁽¹⁾						CLASE V MENOS DE 100 TPDA ⁽¹⁾							
	RECOMENDABLE			ABSOLUTA			RECOMENDABLE			ABSOLUTA			RECOMENDABLE			ABSOLUTA			RECOMENDABLE			ABSOLUTA			RECOMENDABLE			ABSOLUTA				
	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O
Velocidad de diseño (K.P.H.)	110	100	80	100	80	60	100	90	70	90	80	50	90	80	60	80	60	40	80	60	50	60	35	25 ⁽⁹⁾	60	50	40	50	35	25 ⁽⁹⁾		
Radio mínimo de curvas horizontales (m)	430	350	210	350	210	110	350	275	160	275	210	75	275	210	110	210	110	42	210	110	75	110	30	20	110	75	42	75	30	20 ⁽⁹⁾		
Distancia de visibilidad para parada (m)	180	160	110	160	110	70	160	135	90	135	110	55	135	110	70	110	70	40	110	70	55	70	35	25	70	55	40	55	35	25		
Distancia de visibilidad para rebasamiento (m)	830	690	565	690	565	415	690	640	490	640	565	345	640	565	415	565	415	270	480	290	210	290	150	110	290	210	150	210	150	110		
Peralte	MÁXIMO = 10%												10% (Para V > 50 K.P.H.) 8% (Para V < 50 K.P.H.)																			
Coefficiente "K" para: ⁽²⁾																																
Curvas verticales convexas (m)	80	60	28	60	28	12	60	43	19	43	28	7	43	28	12	28	12	4	28	12	7	12	3	2	12	7	4	7	3	2		
Curvas verticales cóncavas (m)	43	38	24	38	24	13	38	31	19	31	24	10	31	24	13	24	13	6	24	13	10	13	5	3	13	10	6	10	5	3		
Gradiente longitudinal ⁽³⁾ máxima (%)	3	4	6	3	5	7	3	4	7	4	6	8	4	6	7	6	7	9	5	6	8	6	8	12	5	6	8	6	8	14		
Gradiente longitudinal ⁽⁴⁾ mínima (%)	0,5%																															
Ancho de pavimento (m)	7,3		7,3		7,0		6,70		6,70		6,00		6,00		6,00		4,00 ⁽⁶⁾															
Clase de pavimento	Carpeta Asfáltica y Hormigón						Carpeta Asfáltica						Carpeta Asfáltica o D.T.S.B.						D.T.S.B, Capa Granular o Empedrado						Capa Granular o Empedrado							
Ancho de espaldones ⁽⁵⁾ estables (m)	3,0	2,5	2,0	2,5	2,0	1,5	3,0	2,5	2,0	2,5	2,0	1,5	2,0	1,5	1,0	1,5	1,0	0,5	0,60 (C.V. Tipo 6 y 7)						---							
Gradiente transversal para pavimento (%)	2,0						2,0						2,0						2,5 (C.V. Tipo 6 y 7) 4,0 (C.V. Tipo 5 y 5E)						4,0							
Gradiente transversal para espaldones (%)	2,0 ⁽⁶⁾ - 4,0						2,0 - 4,0						2,0 - 4,0						4,0 (C.V. Tipo 5 y 5E)						---							
Curva de transición	USENSE ESPIRALES CUANDO SEA NECESARIO																															
Puentes	Carga de diseño	HS - 20 - 44; HS - MOP; HS - 25																														
	Ancho de la calzada (m)	SERA LA DIMENSION DE LA CALZADA DE LA VIA INCLUIDOS LOS ESPALDONES																														
	Ancho de Aceras (m) ⁽⁷⁾	0,50 m mínimo a cada lado																														
Mínimo derecho de vía (m)	Según el Art. 3º de la Ley de Caminos y el Art. 4º del Reglamento aplicativo de dicha Ley																															
LL = TERRENO PLANO 0 = TERRENO ONDULADO M = TERRENO MONTAÑOSO																																

Ilustración 7 Resumen Diseño Geométrico MOP

Fuente: Normas de Estudio Viales MOP

2.7.19.-Ensayo de CBR

Este ensayo fue inventado por la División de Carreteras de California en 1.929 y nos permite determinar la Resistencia al Corte de un suelo bajo condiciones de Humedad y Densidad controladas. 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 0.1 pulgadas, en una muestra patrón de piedra triturada.

$$\text{C.B.R.} = \frac{\text{Esfuerzo en el Suelo Ensayado}}{\text{Esfuerzo en el Suelo Patrón}}$$

Los Valores para el patrón (roca triturada), se muestran a continuación:

Tabla 13 Patrón Penetración-Esfuerzo CBR

PENETRACIÓN (plg.)	ESFUERZO (lb./plg.²)
01	1.000
02	1.500
03	1.900
04	2.300
05	2.600

Fuente: Ensayo Espe

La relación C.B.R. generalmente se determina para 0.1” y 0.2” de penetración, osea para un esfuerzo de 1000 y 1500 libras por pulgada cuadrada en el patrón respectivamente. Con el fin de duplicar en el laboratorio la condición más crítica que se presenta en el terreno, las muestras para el ensayo del C.B.R. se sumergen en agua hasta obtener su saturación. Los ensayos C.B.R. se pueden efectuar también sobre muestras inalteradas obtenidas en el terreno y sobre suelos en el sitio.

2.7.20.-Equipo utilizado en el ensayo de CBR

- Molde CBR, con collarín y la base perforada.
- Disco espaciador.
- Pistón o martillo (10 lb. Y altura de caída de 15- 18 pulg.).
- Plato y vástago.
- Trípode y extensómetro.
- Pistón cilíndrico.
- Marco de carga CBR.
- Tanque para inmersión.
- Balanza.
- Cronómetro.
- Horno.

2.7.21.-Procedimiento para el CBR

1. Se pulverizan aproximadamente 100 libras de muestra con el rodillo; se pasa el material por el tamiz $\frac{3}{4}$ " y se desechan las partículas retenidas en el tamiz; el material desechado es reemplazado por un peso igual de material, pero con partículas que sean retenidas en el tamiz $\frac{1}{4}$ " y que pasen por el tamiz $\frac{3}{4}$ ".
2. Se determina la humedad óptima del material siguiendo el mismo procedimiento de la Compactación Proctor Modificado con las siguientes excepciones:
 - Se usa el material que pase por el tamiz $\frac{3}{4}$ " en lugar del $\frac{1}{4}$ ".
 - Se usa el molde C.B.R. con sus aditamentos.

3. El material sobrante de la determinación de la humedad óptima (25 libras aproximadamente), se mezcla con una cantidad suficiente de agua para producir en contenido de humedad necesario para obtener el máximo peso unitario seco. Se debe prevenir la evaporación.
4. Se pesan 3 moldes de C.B.R. con las respectivas placas de soporte del molde, estas deben tener 28 perforaciones de 1/8" de diámetro.
5. Se compactan 3 muestras en los moldes preparados, usando para el primero 56 golpes, para el segundo 25 golpes y para el tercero 10 golpes. Se deben tomar muestras de humedad para cada molde con anticipación. Cada capa debe ser de 1" de espesor después de compactada y la última capa debe estar 1/2" más arriba de la unión del molde con su collarín.
6. La humedad de las muestras así compactadas no debe ser ni mayor ni menor que 0.5% de la humedad óptima; de otra forma se debe repetir el ensayo.
7. Se retira el collarín del molde y se lo pesa junto con la muestra compactada, el disco espaciador y la placa de soporte.
8. Se coloca un filtro de papel sobre la placa de soporte y luego se voltea el molde con la muestra compactada (el espacio dejado por el disco queda lógicamente en la parte superior) y se coloca sobre la placa de soporte. La muestra está lista para ser sumergida.

2.7.22.-Método de sumergir la muestra y medir los cambios volumétricos.

Con el fin de duplicar en el laboratorio las condiciones de saturación que se presentan en el terreno, la muestra preparada como se indica anteriormente, se sumerge en un recipiente.

Se coloca sobre la muestra sobrepeso de 5 libras (esto representa aproximadamente 3” de material).

Por lo tanto si se desea calcular el número de sobrepesos necesarios, se estima el espesor en pulgadas del material que la muestra va a soportar y se divide por 3.

Se coloca un filtro de papel sobre la superficie de la muestra compactada, luego la placa perforada con su vástago y sobre esta los pesos y sobre-pesos requeridos. Se coloca un extensómetro junto con un trípode que sirva para sostenerlo.

Se sumerge la muestra en el recipiente y se deja allí durante cuatro días hasta que esté completamente saturada y no tenga más cambios volumétricos; se debe tomar la lectura de los extensómetros todos los días.

Al cabo de 4 días se saca el molde del agua, se seca y se deja escurrir por espacio de 15 minutos. Se quitan los sobrepesos y se pesa la muestra saturada con el fin de apreciar la cantidad de agua absorbida por el espécimen. La muestra se encuentra lista para la penetración del pistón.

2.7.23.-Procedimiento (Penetración del Pistón)

Se colocan de nuevo los sobrepesos sobre la muestra saturada.

Se coloca la muestra sobre la plataforma de prensa del C.B.R. La muestra debe estar alineada con el pistón; se levanta la plataforma por medio del gato hidráulico hasta que el pistón esté en contacto con la muestra y se le esté aplicando una carga de 10 libras. Después se vuelve a colocar en cero el indicador de carga. Se coloca también el extensómetro en cero.

Se aplica la carga por medio del gato hidráulico de la prensa del C.B.R. a una velocidad de 0.05” por minuto. Se toma la lectura de las cargas, aplicadas a 0.025, 0.050, 0.075, 0.1, 0.3, 0.4 y 0.5” de penetración del pistón.

Se saca la muestra de la prensa del C.B.R. y se toma la muestra de humedad alrededor del orificio dejado por el pistón.

Para sacar la muestra del molde se usa el extractor de muestras con la placa de 6” de diámetro.

2.7.24.-Cálculos para obtener el CBR

Se calculan los Esfuerzos Aplicados dividiendo la carga para el área del pistón. La carga se obtiene multiplicando cada lectura del dial de cargas por la constante del aparato.

Se dibujan las curvas Esfuerzo vs. Penetración para cada molde, colocando en las abscisas cada una de los valores de penetración y en las ordenadas los respectivos esfuerzos.

En cada una de las curvas, el cero debe ser desplazado, para así compensar los errores debidos a irregularidades en la superficie de las muestras y para corregir la curva si esta empieza cóncava hacia arriba.

Curva Esfuerzo vs. Penetración

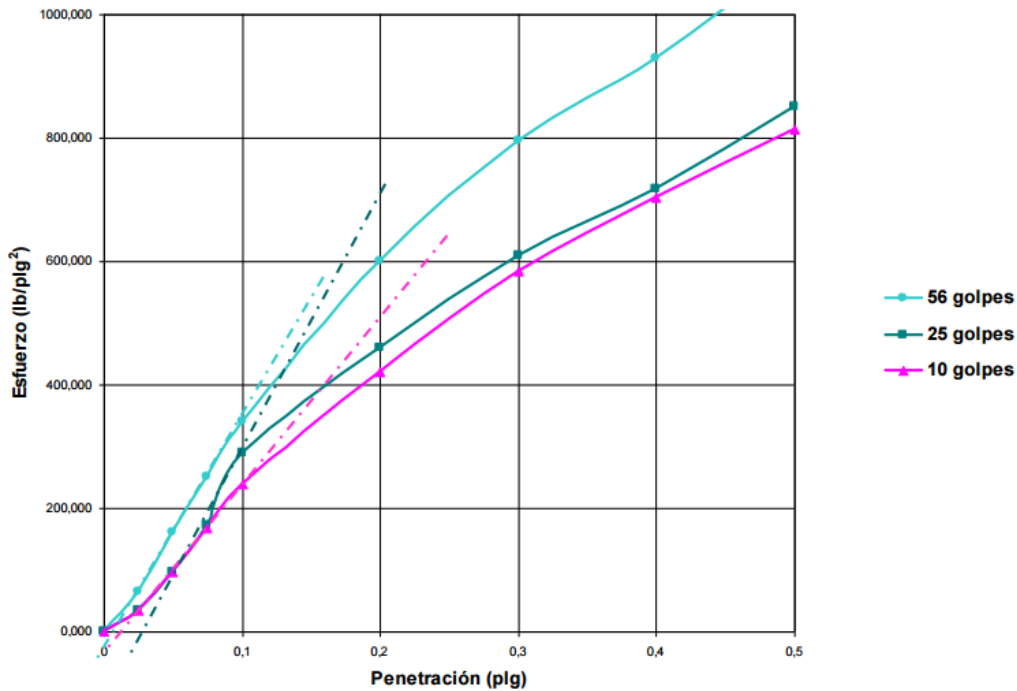


Ilustración 8 Curva Esfuerzo Penetración

Se determina el valor del C.B.R. para cada molde tomando en cuenta que: La relación C.B.R. generalmente se determina para 1” y 2” de penetración, osea para un esfuerzo de 1000 y 1500 libras por pulgada cuadrada en el patrón, respectivamente. De estos dos valores se usa el que sea mayor.

Se grafican los valores respectivos de Densidad Seca (antes de saturar) y C.B.R. de cada molde. Se determina el C.B.R. de la muestra de acuerdo a la Densidad Seca Máxima obtenida en el ensayo de Compactación, como se muestra a continuación:

Para el caso de que la muestra ensayada corresponda a suelo de Subrasante, se reportará el C.B.R. que corresponda al 95% de la Densidad Seca Máxima.

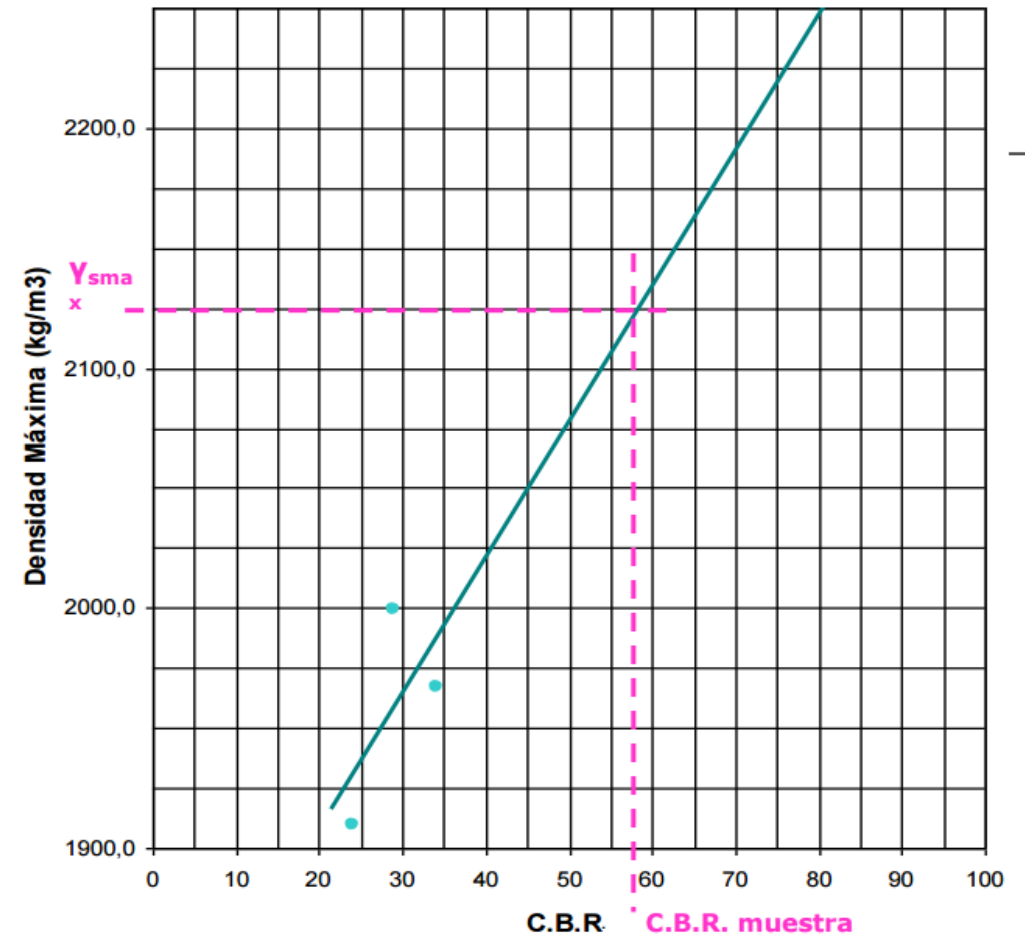


Ilustración 9 Determinación CBR

La finalidad de este ensayo, es determinar la capacidad de soporte de suelos y agregados compactados en laboratorio, con una humedad óptima y niveles de compactación variables. El ensayo mide la Resistencia al cortante (punzonamiento) de un suelo bajo condiciones de humedad y densidad controladas, permitiendo obtener un % de relación de soporte.

El ensayo más utilizado es el CBR, el cual representa la relación, en porcentaje, entre el esfuerzo requerido para penetrar un pistón a cierta profundidad dentro del suelo ensayado y el esfuerzo requerido para penetrar un pistón igual, a la misma profundidad, dentro de una muestra patrón de piedra triturada.

La muestra patrón fue elegida y ensayada por O.J. Potter, en California, en 1929, presentando los siguientes esfuerzos para diferentes profundidades de penetración del pistón:

Tabla 14 Relación Penetración-Esfuerzo

Penetración del pistón	(mm)	2.5	5	7.5	10	12.5
	(pulg)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
Esfuerzo	(Mpa)	6.89	10.34	13.1	15.86	17.93
	(Lb/Pg²)	1000	1500	1900	2300	2600

Fuente: Ensayo Espe

Los valores de índice de CBR oscilan entre 0 y 100. Cuando mayor es su valor, mejor es la capacidad portante del suelo. Valores por debajo de 6, deben descartarse.

Tabla 15 Cuadro clasificación según CBR

CBR	Clasificación cualitativa del suelo	Uso
2-5	Muy mala	Sub-rasante
5-8	Mala	Sub-rasante
8-20	Regular-buena	Sub-rasante
20-30	Excelente	Sub-rasante
30-60	Buena	Sub-base
60-80	Buena	Base
80-100	Excelente	Base

Fuente: Ensayo ESPE

2.7.25.- Pavimentos

El pavimento puede ser definido como la unión de capas puestas unas sobre otras, de manera horizontal, utilizado como superficie para que circulen los vehículos o peatones.

Puede ser clasificado en:

2.7.26.-Pavimento articulado

Posee una capa de hormigón que se caracteriza por ser muy resistente y flexible. Además se le agregan varios elementos como el cemento. Todos los materiales deben ser colocados de tal manera que resulten homogéneos.

Puede ser utilizado durante largos períodos de tiempo ya que resulta muy resistente ante el desgaste y el agua. Es muy utilizado para la circulación de vehículos, además para que el agua no se acumule. Algunos lugares donde se lo ve regularmente en calles, aeropuertos, entrada a puentes, cunetas, muelles, sendas peatonales, entre muchos otros.

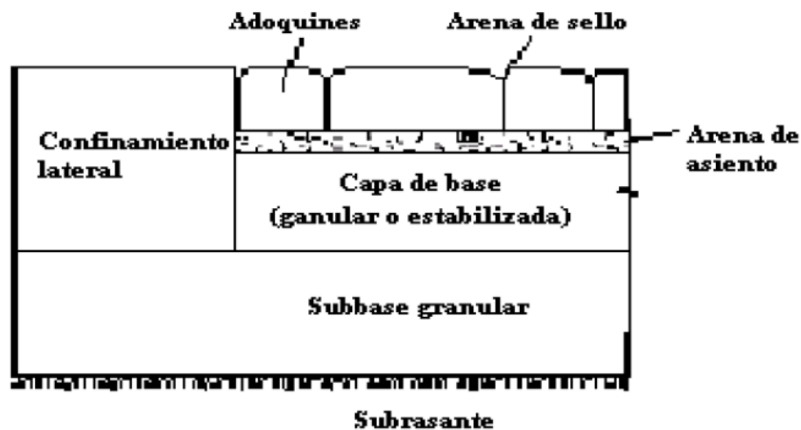


Ilustración 10 Pavimento Articulado

Un gran inconveniente que es normal que se produzca en este tipo de pavimentos, se relaciona con la falla de la base. En este caso el arreglo puede resultar muy costoso.

2.7.27.-Pavimento rígido

Está sostenido sobre una capa de material, está dotado de una losa de cemento hidráulica. Estos tienen la capacidad de soportar cargas pesadas gracias a su base de concreto. Estos tipos de pavimento son bastante económicos, sobre todo a la hora del mantenimiento.

Además al ser muy resistente puede ser utilizado durante mucho tiempo, son fáciles para construir. Existen diversas clases de éste, algunos de ellos son reforzados, simple, pre esforzado, entre otros. Son muy utilizados en las ciudades y fábricas de trabajo industrial.

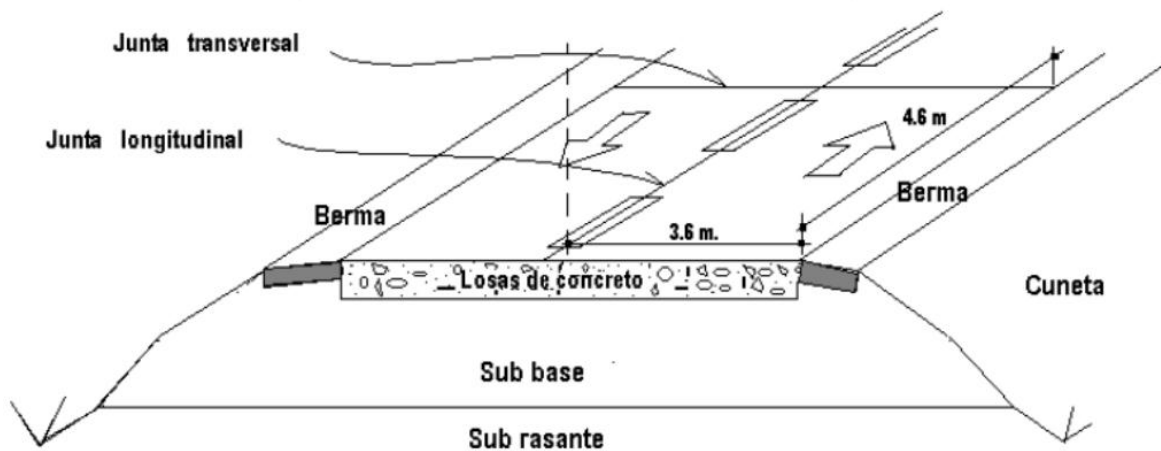


Ilustración 11 Pavimento Rígido

2.7.28.- Pavimento flexible

Reciben este nombre ya que pueden flexionarse o dicho de otra manera son maleables. Estos pavimentos se encuentran sostenidos sobre un par de capas flexibles y de base granular. Este resulta muy costoso, tanto en la construcción, como en el mantenimiento. Es utilizado en zonas donde hay mucho tránsito, como calles, parques de estacionamiento, veredas, entre otros.

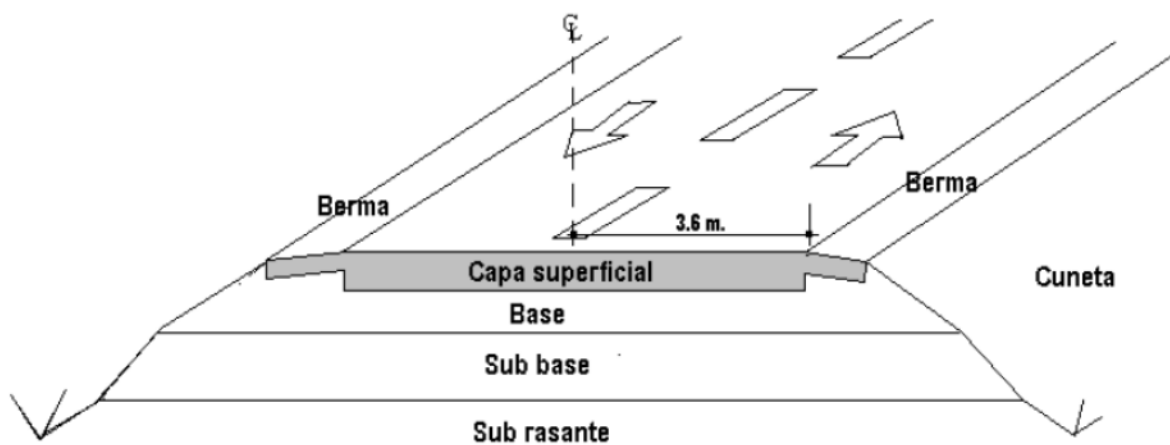


Ilustración 12 Pavimento Flexible

2.7.29.- Pavimento Semi-rígido

Este pavimento, también conocido como pavimento compuesto, es muy similar al flexible, pero también al de tipo rígido. La parte flexible suele estar en la parte superior, mientras que la rígida en la parte inferior.

Además es común que posea una capa de cemento o concreto. Gracias al cemento, es estable y puede soportar cargamentos muy pesados, como aviones o camiones.

2.7.30.-Métodos de Diseño de Pavimentos Flexibles

Método AASHTO-93 para el diseño de pavimentos flexibles

El método AASHTO-1993 para el diseño de pavimentos flexibles, se basa primordialmente en identificar un “número estructural (SN)” para el pavimento, que pueda soportar el nivel de carga solicitado. Para determinar el número estructural, el método se apoya en una ecuación que relaciona los coeficientes, con sus respectivos números estructurales, los cuales se calculan con ayuda de un software, (AASHTO 93) el cual requiere unos datos de entrada como son el número de ejes equivalentes, el rango de serviciabilidad, la confiabilidad y el módulo Resiliente de la capa a analizar; esta ecuación se relaciona a continuación:

$$SN = a_1D_1 + a_2D_2m_2 + a_3D_3m_3$$

Donde:

a_i : *coeficiente estructural de la capa i*

D_i : *espesor, en pulgadas, de la capa i*

m_i : *coeficiente de drenaje de la capa i*

Método racional para el diseño de pavimento flexible

El método racional consiste en asumir unos espesores para cada una de las capas de la estructura del pavimento. A partir del módulo resiliente y los espesores asumidos, se caracterizan dichas capas.

El módulo resiliente se obtiene mediante la siguiente relación:

$$Mr_{Subbase} = 0.206 * (h^{0.45}) * (Mr_{subrasante})$$

Donde:

h = *Espesor de la capa asumida*

Mr = *Modulo Resiliente de la capa inferior a la analizada*

El método racional, al igual que el método de la AASHTO, se apoyan en modelos computacionales, para determinar las deformaciones de la estructura del pavimento ante las cargas de diseño. Para el método racional se usará el DEPAV y se compararán los resultados obtenidos, con las leyes de fatiga.

Método de la Portland Cement Association (PCA)

El propósito de este método al igual que el de los anteriores es determinar los espesores mínimos de pavimento que permiten optimizar costos en una obra.

Este método consiste en una hoja de cálculo que reúne una serie de datos para el análisis de la estructura por fatiga y por erosión. El análisis de fatiga se basa en el cálculo de esfuerzos por carga en el borde de las losas y el análisis de erosión se basa en que la deflexión más crítica ocurre en la esquina de la losa.

2.7.31.-Diseño de Pavimentos Flexibles AASHO-93

El Método de Diseño de la AASHO (hoy AASHTO) introdujo el concepto de falla funcional de un pavimento, en oposición a los métodos tradicionales a la fecha, los cuales se fundamentaban exclusivamente en los conceptos de falla estructural. Para cuantificar esta descripción funcional se introdujeron varios conceptos fundamentales. El primero de ellos se refiere a la “servicapacidad”, es decir a la habilidad que tiene un pavimento para servir al tráfico para el cual fue diseñado.

Otro concepto fue el del “comportamiento” del pavimento, que puede ser definido como su habilidad para servir al tráfico a lo largo del tiempo. Como una consecuencia de estas definiciones, se puede interpretar a) “comportamiento” como la integral de la función de servicapacidad a lo largo del tiempo - o repeticiones de cargas-, o más simplemente como la tendencia de la servicapacidad con el tiempo -o cargas-.

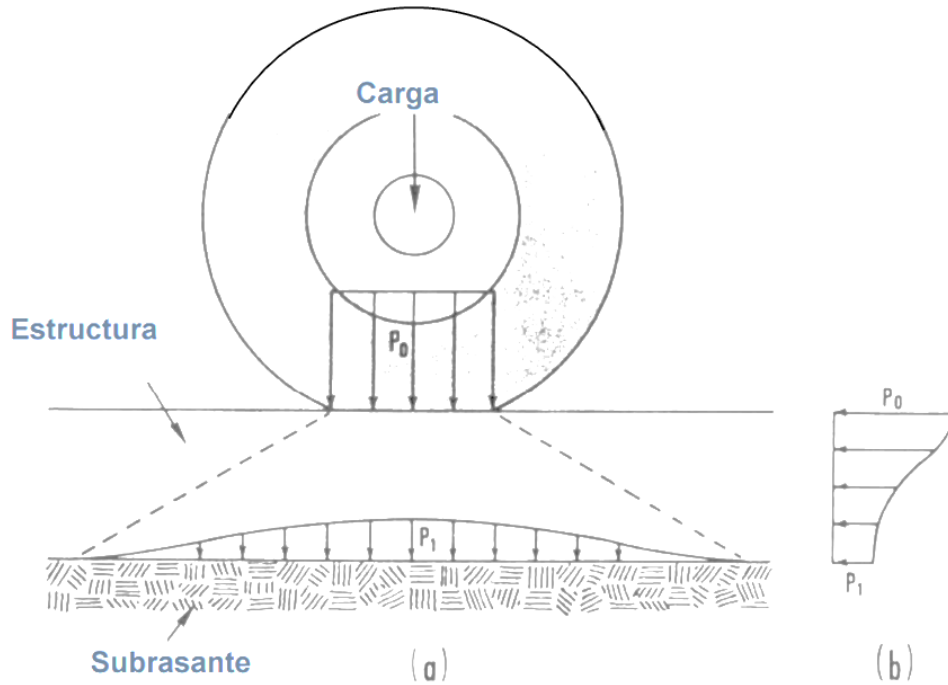


Ilustración 13 Acción de las cargas pavimento

En el Experimento Vial de la AASHO se determinó el comportamiento mediante el conocimiento de su servicapacidad al momento de la construcción, así como a la servicapacidad en varios momentos a lo largo del desarrollo de la prueba. La manera como inicialmente se obtenían las mediciones de servicapacidad, era mediante la calificación que un “panel” de evaluadores efectuaba sobre la calidad del pavimento.

Para ello, con el empleo de la planilla que se presenta en el presente trabajo, se determinaba –o calificaba- el estado del pavimento, en cuanto a su funcionabilidad, entre los valores de mínimo (0), siendo este el valor mínimo o peor nivel, a un máximo de (5) -mejor condición del pavimento-. Esta medida de la servicapacidad, a través de evaluaciones subjetivas de un panel, se definió como el PSR (Present Servidability Rating).

Simultáneamente se ejecutaban análisis estadísticos que permitieran correlacionar algunas propiedades físicas del estado del pavimento con el valor del PSR. La predicción del valor del PSR a partir de tales medidas, se define como PSI (Present Servidability Index), o simplemente "p". Ambos valores de la servicapacidad fueron correlacionados, y se obtuvo la siguiente ecuación para pavimentos flexibles:

$$\text{PSI} = 5,03 - 1,91 \log (1 + \text{SV}) - 1,38 \text{RD}^2 - 0,01 (\text{C} + \text{P})^{0,5}$$

En donde:

SV = varianza de la pendiente longitudinal, que mide la influencia de las deformaciones longitudinales

RD = promedio aritmético de las deformaciones transversales (ahuellamiento transversal)

C = área de grietas por cada 1.000 pié cuadrado de pavimento

P = área reparada por cada 1.000 pié cuadrado de pavimento

La ecuación AASHTO-93 toma la siguiente forma:

$$\log_{10} Wt18 = Z_R * S_o + 9.36 * \log_{10}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right]}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 * \log_{10} M_R - 8.07$$

Variables independientes:

Wt18: Número de aplicaciones de cargas equivalentes de 80 kN acumuladas en el periodo de diseño (n)

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

So: Desviación estándar del sistema, función de posibles variaciones en las estimaciones de tránsito (cargas y volúmenes) y comportamiento del pavimento a lo largo de su vida de servicio.

ΔPSI: Pérdida de Serviciabilidad (Condición de Servicio) prevista en el diseño, y medida como la diferencia entre la “planitud” (calidad de acabado) del pavimento al concluirse su construcción (Serviceabilidad Inicial (po) y su planitud al final del periodo de diseño (Servicapacidad Final (pt)).

MR: Módulo Resiliente de la subrasante y de las capas de bases y sub-bases granulares, obtenido a través de ecuaciones de correlación con la capacidad portante (CBR) de los materiales (suelos y granulares).

Variable dependiente:

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

Solución de la ecuación ASSHTO-93

La ecuación AASHTO-93 solo puede ser solucionada a través de iteraciones sucesivas, ya sea manualmente, u hoy en día por medio de programas de computadora personal, o manual. La Asociación de Pavimentadores de Concreto ofrece un Programa denominado Pavement Analysis System, el cual resuelve dicha ecuación de una manera sencilla y amigable:



Ilustración 14 Software WinPAS

Procedimiento de Diseño AASHTO '93

Variables Generales de Diseño

Se consideran como "Variables Generales de Diseño" aquellas que deben ser consideradas en el diseño y construcción de cualquier estructura de pavimentos. Dentro de esta categoría se incluyen: limitaciones de tiempo (tales como comportamiento y período de análisis), tráfico, confiabilidad y efectos ambientales.

Limitaciones relacionadas con el tiempo (años) de diseño

La selección de varios períodos de diseño y de niveles de servicapacidad — también denominada “serviceabilidad” o “idoneidad”— obligan al Proyectista a considerar estrategias de diseño que vayan desde una estructura que requerirá bajo nivel de mantenimiento, y que prácticamente durará todo el período seleccionado sin mayores acciones sobre él, hasta alternativas de construcción por etapas, que requerirán una estructura inicial más débil y un programa, previamente establecido, de mantenimiento y repavimentación.

Se denomina "período de comportamiento" al lapso que se requiere para que una estructura de pavimento nueva -o rehabilitada- se deteriore de su "nivel inicial de servicapacidad", hasta su nivel establecido de "servicapacidad final", momento en el cual exige de una acción de rehabilitación.

El Proyectista debe, en consecuencia, seleccionar los extremos máximo y mínimo de servicapacidad.

El establecimiento de estos extremos, a su vez, se ve afectado por factores tales como: clasificación funcional del estado de un pavimento, percepción del público usuario de "cuánto debe durar una estructura nueva", fondos disponibles para la construcción inicial, costos asociados con el ciclo de vida de la estructura, y otras consideraciones de ingeniería.

Se define como "período de análisis" al lapso que debe ser cubierto por cualquier estrategia de diseño. Normalmente coincide con el "período de comportamiento"; sin embargo limitaciones prácticas y realísticas en el comportamiento de ciertos casos de diseño de pavimentos, pueden hacer necesario que se consideren varias etapas de construcción, o una rehabilitación programada, que permita el alcanzar el período de análisis deseado.

Los lapsos de diseño sugeridos son:

Tabla 16 Período de Diseño Vía

Tipo de facilidad vial	Período de (en años)	
	análisis	diseño
Urbana de alto volumen	30 – 50	15-20 (30)
Interurbana de alto volumen	20 – 50	15-20 (30)
De bajo volumen		
° pavimentada con asfalto	15 – 25	5-12
° con rodamiento sin tratamiento (Base granular sin capa asfáltica)	10 – 20	5-8

Fuente: Método AASHTO 93

Tráfico

El establecimiento de los espesores de pavimento mediante el Método AASHTO '93, se fundamenta en la determinación de las "Cargas Equivalentes Acumuladas en el Período de Diseño (Wt18)", calculadas de acuerdo al procedimiento establecido para el Método AASHTO '72, y al cual se hace referencia en el Primer Volumen de estos "Apuntes de Pavimentos", y que en esa oportunidad fueron definidas con el término Wt18. Cuando se emplea el método AASHTO '93 deben aplicarse los "factores de equivalencia de cargas —"FEi"—de acuerdo al procedimiento seguido en Venezuela para la estimación de cargas.

Confiabilidad

La "Confiabilidad del Diseño (R)" se refiere al grado de certidumbre (seguridad) de que una determinada alternativa de diseño alcance a durar, en la realidad, el tiempo establecido en el período seleccionado.

La confiabilidad también puede ser definida como la probabilidad de que el número de repeticiones de cargas (Nt) que un pavimento pueda soportar para alcanzar un determinado nivel de capacidad de servicio, no sea excedida por el número de cargas que realmente estén siendo aplicadas (WT) sobre ese pavimento".

Si se ha definido a "Wt18" como las cargas equivalentes de diseño y a "WT" como las cargas actuantes reales, se tendrá en la Figura "B", que el área en blanco representa la probabilidad de éxito del diseño, es decir que $N_t \geq NT$ cuando $p \geq pt$. Esta probabilidad se define como el "Nivel de Confiabilidad (R)" del proceso de diseño-comportamiento, y se expresa:

$$R = 100 * \text{Probabilidad} (N_t \geq NT) = 100 * \text{Prob.} (d \geq 0)$$

Para un nivel determinado de Confiabilidad, (R), habrá un Factor de Confiabilidad -(FR)- que es función de la desviación estandar (So), y la cual, a su vez, toma en consideración la variación esperada en los materiales y el proceso constructivo que predominarán en el pavimento que se diseña, la posibilidad de variación en la predicción del tráfico a lo largo del período de diseño, y la variabilidad normal en el comportamiento del pavimento para un valor de Wt18.

Este valor de "FR", a su vez, multiplica a las cargas equivalentes totales (Wt18 ó N't) -obtenidas según se indicó en el Aparte B.1.2, y se logra, en consecuencia, el verdadero valor de Cargas Equivalentes Totales (Wt18), el cual será introducido en la Ecuación de Diseño. La confiabilidad (R), en el Método AASHTO '93, se establece mediante la correcta selección de este "Factor de Confiabilidad en el Diseño (FR)", y para cuya determinación es necesario transformar la curva del proceso de diseño a una "curva normalizada", mediante la relación:

$$Z = (0 - 0) / S0 = (0 - \log FR) / S0$$

En esta curva normalizada, en el punto donde $0 = 0$, el valor de $Z = ZR$ es decir:

$$ZR = (- \log FR) / S0$$

Para un nivel determinado de confiabilidad, por ejemplo $R = 75\%$, el valor de ZR puede ser obtenido de las curvas de distribución normal (Curvas de Gauss), y corresponde al área en el sector que va desde $(-\infty)$ hasta $(100-R / 100)$. En una curva de Gauss se tiene que para $R = 75\%$, el valor de $ZR = (-0,674)$. La ecuación anterior también puede ser escrita como:

$$\log FR = - ZR * S0$$

ó también como:

$$FR = 10^{-ZR * S0}$$

Ambas ecuaciones pueden ser consideradas como una definición algebraica del Factor de Confiabilidad de Diseño.

La tabla permite obtener los niveles adecuados de Confiabilidad (R) para diferentes tipos de vías, clasificadas por la AASHTO, según su grado de servicio.

Tabla 17 Niveles de Confiabilidad
Niveles Recomendados de Confiabilidad (R)

Clasificación de la vía	Urbana	Rural
Autopistas	85-99,9	80-99,9
Troncales	80-99	75-95
Locales	80-95	75-95
Ramales y Vías Agrícolas	50-80	50-80

Fuente: Método AASHTO 93

Una vez seleccionado el valor de “R” que el Proyectista considere adecuado, se busca el valor de ZR. Sí el Proyectista carece de experiencia en el diseño, evidentemente, ya que mientras mayor sea el valor de “R” mayor será la “confianza” en el diseño, tratará de seleccionar los valores en el rango alto de la tabla.

El valor que representa a la “Confiabilidad” y que es llevado a la ecuación de diseño ASSHTO-93 es, finalmente, el valor ZR.

Tabla 18 Coeficiente de confiabilidad ZR

Confiabilidad (R)	Valor de 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: Método AASHTO 93

Desviación estándar del sistema (so)

El valor de la desviación estándar (So) que se seleccione debe, por otra parte, ser representativo de las condiciones locales. La tabla se recomiendan para uso general, pero estos valores pueden ser ajustados en función de la experiencia para uso local.

Tabla 19 Desviación Estándar

Valores Recomendados para la Desviación Estándar (So)

Condición de Diseño	Desviación Estándar
Variación de la predicción en el comportamiento del pavimento (sin error de tráfico)	0,25
Variación total en la predicción del comportamiento del pavimento y en la estimación del tráfico	0,35 — 0.50 (0.45 valor recomendado)

Fuente: Método AASHTO 93

Criterio de Comportamiento

La servicapacidad de un pavimento se ha definido como su habilidad de servir al tipo de tráfico que utiliza la facilidad vial. La medida fundamental de la servicapacidad, tal como fue establecida en el Experimento Vial de la AASHO, es el Índice de Servicapacidad Actual (PSI), y que puede variar entre los rangos de cero (0) -vía intraficable- a cinco (5) - vía con un pavimento perfecto-. Los índices de servicapacidad inicial (po) y final -o terminal- (pt), deben ser establecidos para calcular el cambio total en servicapacidad que será incorporado en la ecuación de diseño.

El Índice de Servicapacidad Inicial (po) es función del diseño de pavimentos y del grado de calidad durante la construcción. El valor establecido en el Experimento Vial de la AASHO para los pavimentos flexibles fue de 4,2.

El Índice de Servicapacidad Final (pt), es el valor más bajo que puede ser tolerado por los usuarios de la vía antes de que sea necesario el tomar acciones de rehabilitación, reconstrucción o repavimentación, y generalmente varía con la importancia o clasificación funcional de la vía cuyo pavimento se diseña, y son normalmente los siguientes. Para vías con características de autopistas urbanas y troncales de mucho tráfico:

$$pt = 2.5 - 3.0$$

Para vías con características de autopistas urbanas y troncales de intensidad de tráfico normal, así como para autopistas Interurbanas,

$$pt = 2.0 - 2.5$$

Para vías locales, ramales, secundarias y agrícolas se toma un valor de

$$pt = 1.8 - 2.0$$

Determinación de las propiedades de los materiales para el proceso de diseño de pavimentos flexibles.

La base del Método AASHTO '93, para la caracterización de los materiales, tanto de la subrasante como los que conformarán las diferentes capas de la estructura, es la determinación del módulo elástico o resiliente.

Módulo Resiliente Efectivo (Ponderado) del material de subrasante (MR)

Paso 1. El método exige que el valor de módulo elástico del material de fundación que se introduzca en la ecuación de diseño, represente el efecto combinado de los diferentes módulos de ese material a lo largo del año, el cual se modifica en función de las condiciones ambientales a los cuales está sometido durante ese tiempo.

Este valor, por otra parte, cuantifica el daño relativo al cual está sometido un pavimento durante cada época del año, y pondera este daño en una forma global para cualquier momento del año.

A este efecto la determinación del valor de MR puede lograrse por alguno de los procedimientos siguientes:

a. Efectuando ensayos de módulo resiliente en laboratorio (Método AASHTO T-274) sobre muestras representativas, bajo condiciones de esfuerzo y humedad similares aquéllas de las épocas predominantes en el año, es decir las estaciones climatológicas durante las cuales se obtendrán valores significativamente diferentes. Estos resultados permitirán establecer relaciones entre diferentes módulos resilientes y contenidos de humedad, que puedan ser utilizadas conjuntamente con estimaciones de "humedades en sitio" bajo el pavimento, para establecer valores de módulo resiliente para las diversas estaciones climatológicas.

El "Módulo Resiliente (MR)", es el resultado de un ensayo dinámico, y se define como la relación entre el esfuerzo repetido masivo (σ) y la deformación axial recuperable (ϵ_a).

$$Mr = \sigma / \epsilon_a$$

El ensayo se realiza en una celda triaxial equipada con sistemas capaces de transmitir cargas repetidas. La briqueta de ensayo tiene generalmente 10 cm de diámetro por 20 cm de altura.

b. Estimando los valores de módulo resiliente a partir de correlaciones entre mediciones de deflexiones de pavimentos en servicio -en diversos momentos del año.

c. Estimando los valores normales de módulo resiliente de los materiales, a partir de propiedades conocidas, tales como CBR, plasticidad, contenido de arcilla, etc. Luego, mediante la aplicación de relaciones empíricas se estima el módulo resiliente para diferentes épocas del año. Estas relaciones pueden ser del tipo: Módulo Resiliente en invierno = 20 a 30% del Módulo en verano.

1. Para materiales de sub-rasante con CBR igual o menor a 7,2%

$$MR = 1.500 * CBR$$

2. Para materiales de sub-rasante con CBR mayor de 7,2% pero menor o igual a 20,0%

$$MR = 3.000 * (CBR)^{0.65}$$

3. Para materiales de sub-rasante con valores de CBR mayores a 20,0%, se deberán emplear otras formas de correlación, tal como la recomendada por la propia Guía de Diseño AASHTO-93:

$$MR = 4.326 * \ln(CBR) + 241$$

Determinación del Número Estructural (SN/i)

Una vez que las variables de diseño mencionadas en el Aparte C.1 han sido introducidas en la ecuación AASHTO '93, se resuelve la ecuación para obtener el valor de SN. El proceso se simplifica mediante un proceso iterativo, en vez de despejar el valor de SN.

Para esto se sustituyen todas las variables de diseño, excepto Wt18, y se van dando valores al término SN, hasta lograr que con un determinado valor de SN se logre obtener un valor para Wt18 igual al que se conoce como variable de diseño.

Es muy importante señalar que esta ecuación RESUELVE LA POTENCIA ESTRUCTURAL SOBRE LA CAPA CUYO MÓDULO RESILIENTE HA SIDO SUSITITUIDO EN LA ECUACIÓN (SN/i), Y NO PUEDE RESOLVERSE PARA MATERIALES CON MÓDULOS MAYORES A 45.000 psi, lo que es lo mismo que decir que solo se resuelve para materiales a los cuales se les pueda realizar un ensayo del tipo CBR.

Determinación de los espesores de cada capa

Mediante la aplicación de la ecuación indicada anteriormente para SN/i, a saber:

$$SN/i = a_{rod} * e_{rod} + a_{int} * e_{int} + a_b * e_b * m_b + a_{sb} * e_{sb} * m_{sb}$$

El Proyectista puede identificar un conjunto de espesores de capas, que en función de sus correspondientes coeficientes estructurales, se corresponda con el valor de SN/i deseado. en donde:

a_{rod} = coeficiente estructural de la mezcla de concreto asfáltico empleada en la capa de rodamiento

a_{int} = coeficiente estructural de la mezcla de concreto asfáltico empleada en la capa intermedia

a_b = coeficiente estructural del material/mezcla empleado en la capa base

a_{sb} = coeficiente estructural del material/mezcla empleado en la capa sub-base

e_{rod} = espesor, en pulgadas, de la mezcla de concreto asfáltico empleada en la capa de rodamiento

eint = espesor, en pulgadas, de la mezcla de concreto asfáltico empleada en la capa asfáltica intermedia

eb = espesor, en pulgadas, del material/mezcla empleado en la capa base

esb = espesor, en pulgadas, del material/mezcla empleado en la capa sub-base

mb = coeficiente de ajuste del coeficiente estructural en caso de que la capa base esté constituida por material no-tratado. Para MAC y materiales estabilizados con cemento este coeficiente de drenaje es siempre igual a uno (1).

msb = coeficiente de ajuste del coeficiente estructural en caso de que la capa sub-base esté constituida por material no-tratado

Esta ecuación no tiene, en consecuencia, una única solución: existirán muchas posibles combinaciones de espesores que satisfagan un determinado valor de SN. Existen, sin embargo, ciertas condiciones que limitan estas posibles soluciones y evitan la posibilidad de presentar un diseño que fuese impráctico e inconstruible. Estas limitaciones son referidas a:

- a. Análisis multicapa
 - b. Estabilidad y posibilidad de construcción
 - c. Consideraciones económicas
- a. Criterio de Análisis multicapa

La estructura de un pavimento flexible es un sistema multicapa, y debe ser diseñada en forma que cualquier capa de agregado no-tratado reciba esfuerzos verticales que no resulten en deformaciones permanentes, lo cual es, a su vez, función de las imposiciones del tráfico.

Mediante la aplicación de la ecuación de diseño, se obtiene el valor de $SN_{\text{calculado/base}}$ - tomando como dato de entrada para la calidad del material el Módulo Elástico de la base-

El espesor mínimo de la mezcla asfáltica de rodamiento resulta al dividir el $SN_{\text{calculado/base}}$, entre el coeficiente estructural de esta mezcla (a_{rod}), o sea:

$$e_{\text{rod}} (\text{mínimo}) = (SN_{\text{calculado/base}}) / a_{\text{rod}}$$

Debe entonces seleccionarse un valor de espesor de rodamiento que sea igual o mayor al así calculado y que sea posible de construir. Este valor se ha denominado " e_{rod} ", resultando, en consecuencia, que:

$$e_{\text{rod}} \geq (SN_{\text{calculado/base}}) / a_{\text{rod}}$$

y por lo tanto se tendrá que el valor real (de diseño final o construcción) del Número Estructural sobre la base no tratada (SN_{base}), será igual a:

$$(SN_{\text{base}}) = a_{\text{rod}} * e_{\text{rod}} \geq (SN_{\text{calculado/base}})$$

El valor de (SN_{base}) se resta del valor del Número Estructural requerido para proteger la sub-base -el cual ha sido calculado por la misma ecuación de diseño pero con la variable del Módulo Elástico de la sub-base como valor de entrada en la ecuación-, y esta cantidad se divide entre el coeficiente estructural de la base no-tratada y el coeficiente de ajuste por drenaje (m_i), resultando un número que será igual al espesor mínimo de capa de base, es decir:

$$e_{base(m\acute{a}nimo)} = [(SN_{calculado}/subbase) - (SN_{\textcircled{C}}/base)] / a_{base} * m_{base}$$

El valor seleccionado definitivamente para el espesor de la base debe ser igual o mayor a este mínimo-calculado, también en función de los espesores mínimos de construcción. A este valor se le ha identificado como ($e_{\textcircled{C}base}$), y se debe cumplir que

$$e_{\textcircled{C}base} \geq [(SN_{calculado}/subbase) - (SN_{\textcircled{C}}/base)] / a_{base} * m_{base}$$

Se tiene, en consecuencia, que el Número Estructural Real (o de construcción) proporcionado por los espesores ya seleccionados de rodamiento y base, será igual a:

$$SN_{\textcircled{C}}/subbase = a_{rod} * e_{\textcircled{C}rod} + e_{\textcircled{C}base} * a_{base} * m_{Base} \geq SN_{calculado}/subbase$$

El espesor de la sub-base se determina de una manera similar a las anteriores, a partir de la ecuación de diseno, se ha calculado el valor de número estructural sobre la subrasante (empleando para ello el valor de Módulo Resiliente Ponderado de la subrasante), siendo este valor $SN_{calculado}/sr$. De este valor se resta el de $SN_{\textcircled{C}}/subbase$, y el resultado se divide entre el coeficiente estructural de la sub-base y el coeficiente de ajuste por drenaje (m_i), resultando un número que será igual al espesor mínimo de capa de sub-base, es decir :

$$e_{sub-base(m\acute{a}nimo)} = (SN_{calculado}/sr) - [(SN_{\textcircled{C}}/base) + (SN_{\textcircled{C}base})] / a_{subbase} * m_{sub-base}$$

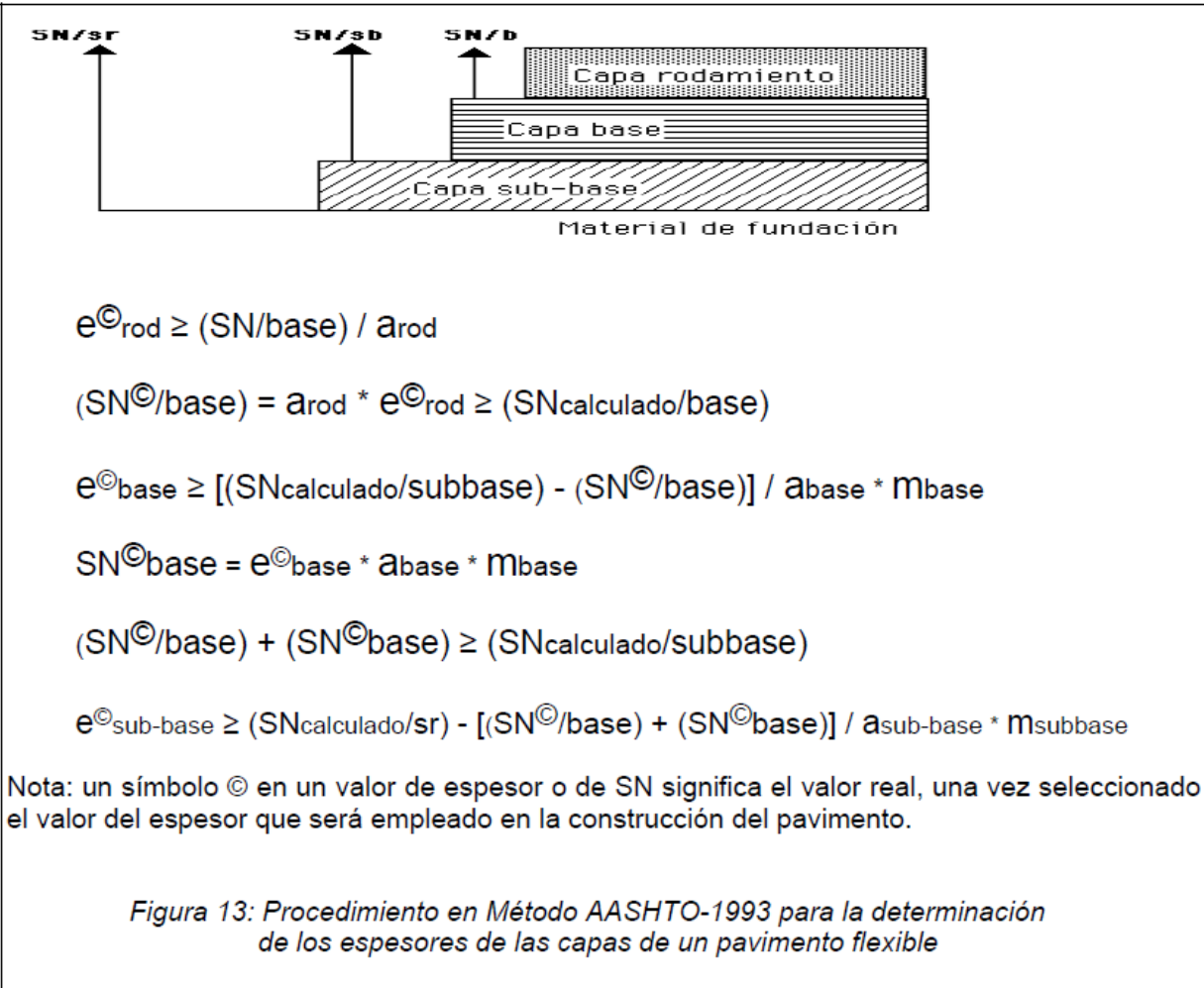


Ilustración 15 Estructura del Pavimento Rígido

Criterios de estabilidad y posibilidad de construcción

Es normalmente impráctico y antieconómico el extender y compactar capas que tengan un espesor menor a determinados mínimos. El tráfico, puede dictaminar otros espesores mínimos recomendables para lograr que las mezclas tengan estabilidad y cohesión satisfactorias.

La tabla que se presenta a continuación, sugiere algunos espesores mínimos para capas de rodamiento y bases, en función de los valores de cargas equivalentes en el período de diseño.

Tabla 20 Espesores Mínimos Asfalto

Espesores mínimos para capas de concreto asfáltico y base,
en función del tráfico esperado

Cargas equivalentes (período diseño)	Espesor mínimo (cm)	
	Mezcla asfáltica (todas las capas)	Base y/o sub- Base granular
< 50.000	2,5 (*)	10,0
50.000 - 150.000	5,0	10,0
150.000 - 500.000	6,25	10,0
500.000 - 2.000.000	7,5	15,0
2.000.000 - 7.000.000	8,75	15,0
> 7.000.000	10,0	15,0

(*) o tratamiento superficial, según tipo de vía

Espesores mínimos por razones constructivas			
Tipo de mezcla	Espesor mínimo (cm) Por cada capa a construir		
Concreto asfáltico	2,5	veces	tamaño nominal máximo del agregado en la mezcla
Base granular			10,0
Sub-base granular			10,0
Suelo-cemento			15,0

Fuente: Método AASHTO 93

Criterio de costos de cada alternativa

Una vez que se ha establecido el espesor mínimo, de acuerdo a los criterios que han sido descritos, debe analizarse en función de los costos unitarios de las diversas alternativas y/o combinaciones de espesores. Para que este análisis sea más práctico y sencillo, normalmente se lleva el costo de cada solución a la unidad de Bs/m², escogiéndose aquella que, cumpliendo con todos los requisitos técnicos, sea la más económica.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1.- ENFOQUE

El enfoque de la presente investigación va a ser de tipo cuali – cuantitativo, cualitativo debido a que se investigará la mejor solución posible para la capa de rodadura durante todo el tramo, para así tener un mejor desarrollo tanto turístico como ganadero de la parroquia San José de Poaló; y un enfoque cuantitativo porque averigua el fondo mismo de los hechos, toma una realidad presente, se basa en normas y técnicas para la investigación.

3.2.- MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN

Investigación de Campo

Se estudiarán las condiciones actuales de la vía Huagrahuasi - Pantza de la parroquia San José de Poaló, Cantón Píllaro, Provincia de Tungurahua realizando los reconocimientos respectivos y la exploración en el sitio.

Investigación Bibliográfica

La investigación intenta averiguar datos o información ya planteada en textos, para así afirmar de mejor forma la misma.

Investigación de Laboratorio

Se realizará modalidad de laboratorio ya que se realizarán los siguientes ensayos.

- Contenido de humedad
- Granulometría
- Compactación
- Ensayo de CBR.

3.3.- NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN

Nivel Exploratorio

Se alcanzó determinar la hipótesis dando como efecto que las condiciones actuales de la vía Huagrahuasi - Pantza de la Parroquia San José de Poaló no se encuentran en un estado adecuado. Existió un reconocimiento de las variables tanto independiente como dependiente que ocasionaron un interés directamente investigativo, por lo cual se ejerció un sondeo general de las condiciones viales.

Nivel Descriptivo

Se procedió a realizar balances de las vías del sector con otros pueblos y además a nivel provincial llevándolo a un estudio con respecto a todo el entorno clasificándolo al elemento u objeto del problema de acuerdo a su conducta particular con todo lo referente al análisis vial.

Asociación de Variables

Se enuncia claramente en la relación que tienen las dos variables, la independiente y dependiente la cual es el mejoramiento de la vía que no se encuentra en condiciones favorables como estudio predominante para mejorar la calidad de vida tanto de los habitantes como de los automotores. Permite además la admisión de la hipótesis formulada conjuntamente consiguiendo el objetivo.

Nivel Explicativo

Describe las procedencias de un hecho, para el caso, los orígenes del Estudio vial para mejorar el buen vivir de los habitantes de la parroquia San José de Poaló, Cantón Píllaro, Provincia de Tungurahua y su consecuencia en la vida de los mismos.

3.4.- POBLACIÓN Y MUESTRA

3.4.1.- Población o Universo (N)

El universo lo componen los habitantes que serán beneficiados en la parroquia San José de Poaló. Para ello vamos a utilizar el número de familias que pertenecen a la parroquia que está comprendida en 650 con lo cual procederemos al cálculo de la muestra.

3.4.2.- Muestra

Se planteó la fórmula para universos finitos, con un porcentaje de confianza correspondiente del 95%, y su coeficiente según la tabla de distribución estándar correspondiente a $z = 1.96$, una desviación estándar de $\sigma = 0.25$ resultado de la multiplicación entre la probabilidad de ocurrencia y no ocurrencia ($0.5*0.5$), límite aceptable de error de $E = 4\%$.

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

N= Tamaño de la población

σ = Desviación estandar

E = Margen de error (1%-9%)

Z= Coeficiente obtenido mediante los valores de confianza

$$n = \frac{650 * 0,25^2 * 1,96^2}{(650 - 1) * 0,04^2 + 0,25^2 * 1,96^2}$$

$$n = 122 \text{ habitantes}$$

3.5.- OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

3.5.1.- Variable Independiente

Mejoramiento de la Vía

Tabla 21 Operacionalización de la Variable Independiente

Contextualización	Indicador	Dimensiones	Ítems	Técnicas e Instrumentos
Se conceptualiza como la realización de un pavimento flexible	Capa de Rodadura	Sub Base	¿Cómo determinar los espesores adecuados?	Normas y Especificaciones Del MTOP
		Base		
	Carpeta Asfáltica	¿Cuál es el estado actual de la vía?	Levantamiento Topográfico	
	Drenaje	Cunetas Alcantarillas	¿Existe actualmente obras de drenaje?	Exploración y sondeos en el sitio

Fuente: Autor

3.5.2.- Variable Dependiente

Desarrollo turístico del sector

Tabla 22: Operacionalización de la Variable Dependiente

Contextualización	Indicador	Dimensiones	Ítems	Técnicas e Instrumentos
El desarrollo turístico se desarrollara con el estudio para el mejoramiento de la vía mediante el tráfico que será atraído al sector	Flujo de Vehículos	Volumen de tráfico	¿Cómo determinar el tráfico que se producirá?	Conteo Vehicular Proyecciones
		Tiempo de Viaje	¿Cuál es el tiempo que se emplea?	Encuestas Entrevistas
		Costos producidos por el viaje	¿Qué tan costoso es transitar por la vía?	Medición de combustible Revisión vehicular y de neumáticos

Fuente: Autor

3.6.- PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Para determinar la población se utilizó datos tomados de las autoridades del sector tanto como el Instituto Nacional de Estadística y Censos INEC de los cuales se obtuvo información confiable que nos ayudará para el presente estudio.

El tráfico será medido mediante métodos para determinar el TPDA, los cuales consisten en conteos visuales en donde mediante matrices vamos a determinar la cantidad y el tipo de vehículos que utiliza la vía y así poder determinar los diferentes volúmenes de tráfico vehicular.

Se procederá a realizar un levantamiento topográfico con equipo de precisión y las herramientas tecnológicas como lo son el GPS que nos proveerá información acerca de la posición y los distintos puntos en el espacio.

El estudio de suelos se realizará tomando muestras y realizando ensayos a cada cierta distancia que esta especificada por las normas para así tipificar el suelo existente analizar su composición y características de soporte y varios aspectos técnicos necesarios para el estudio.

3.7.- PLAN DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

3.7.1.- Procesamiento

Las muestras de laboratorio recibirán el adecuado proceso para su análisis, el cual tratará de lo posible ser realizado con muestras no alteradas que faciliten el análisis de contenidos de humedad y posteriormente los distintos ensayos que se deberán realizar al suelo para obtener un informe final.

La información topográfica será determinada mediante equipo de precisión el cual posteriormente al levantamiento con el equipo y GPS será descargado en la computadora para que mediante el uso de software se realicen los planos en donde se detallará los perfiles y alineamientos tanto vertical como horizontal de la vía basándonos en las normas del MTOP.

Los datos estadísticos se los procederá a realizar mediante entrevistas y encuestas a las personas involucradas que en nuestro caso son los habitantes del sector, por lo cual por medio de encuestas claras y concisas se obtendrá la información requerida para el caso.

El estudio de tráfico será obtenido en el sector mediante el conteo y tipificación del tráfico existente para posteriormente ser analizado e interpretado mediante gráficos.

3.7.2.- Análisis e Interpretación de Resultados

La recolección de la información estadística como los datos de los habitantes son fuentes primarias ya que se utilizará como técnica una encuesta a través de la modalidad de cuestionario.

La información técnica recolectada servirá para lograr asociarla y tomar decisiones en cuanto a los diseños adecuado para la clase de vía que se está diseñando.

Posteriormente a la recolección de información se procediera a analizar y organizar para matemáticamente cuantificar y así obtener conclusiones que sirvan de apoyo para la propuesta.

Los resultados que se obtendrán y se interpretarán están sustentados en el marco teórico investigado.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1.-ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

PREGUNTA 1

¿Qué tan a menudo utiliza la vía Huagrahuasi – Pantza?

OPCION	PERSONAS	PORCENTAJE
Frecuentemente	31	25%
Poco Frecuente	84	69%
No la utilizo	7	6%
TOTAL	122	100%

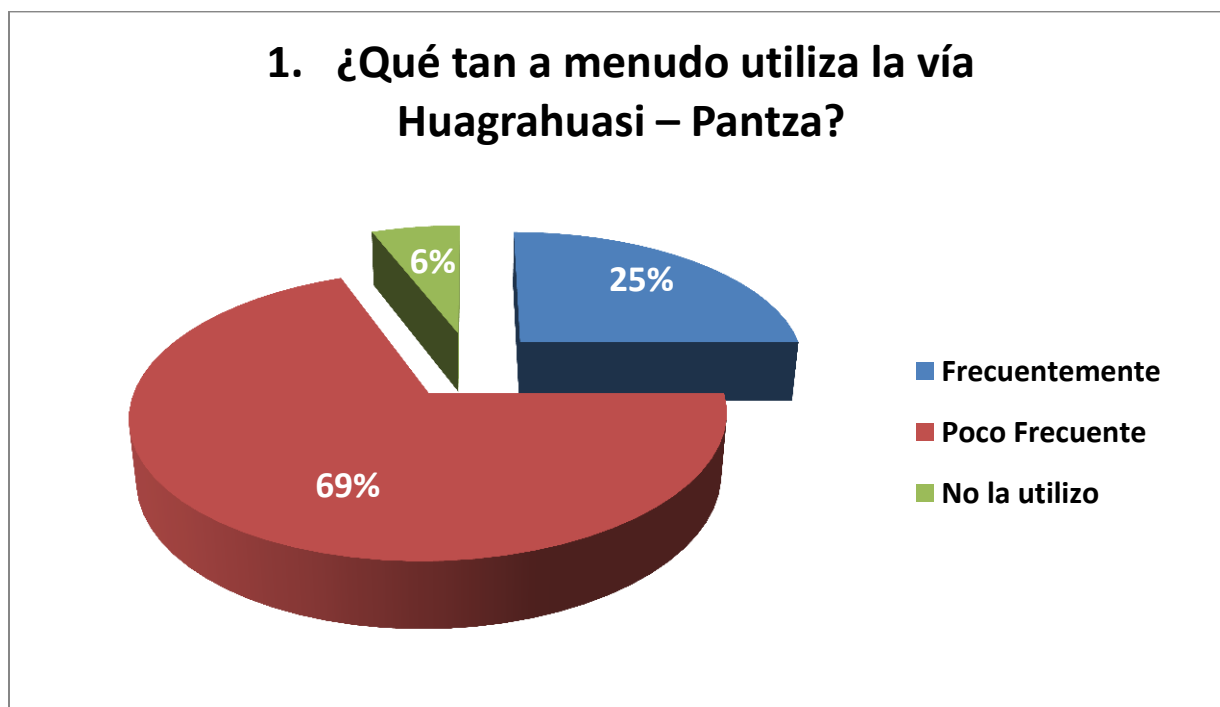


Ilustración 16 Gráfico Pregunta 1

PREGUNTA 2

¿Piensa que esta vía se encuentra en un buen estado?

OPCION	PERSONAS	PORCENTAJE
Si	23	19%
No	99	81%
TOTAL	122	100%

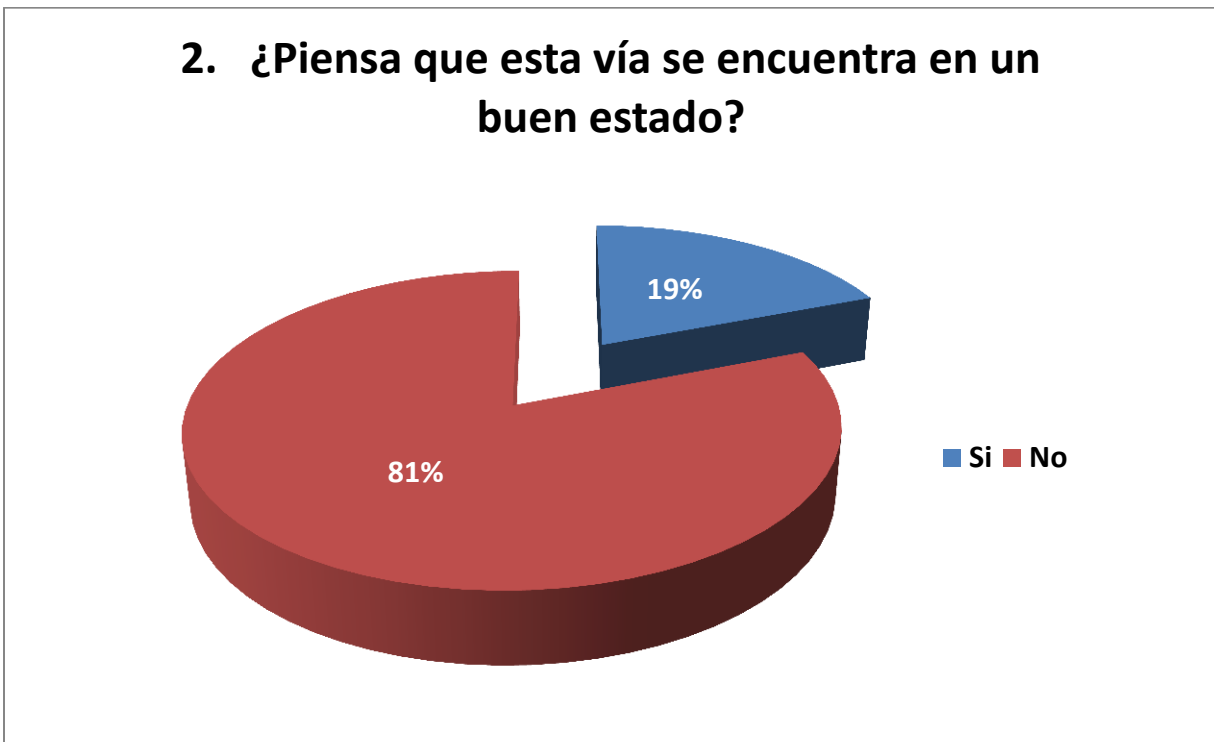


Ilustración 17 Gráfico Pregunta 2

PREGUNTA 3

¿Cree necesario que se lleve a cabo trabajos de mejoramiento en la vía?

OPCION	PERSONAS	PORCENTAJE
Si	122	100%
No	0	0%
TOTAL	122	0%

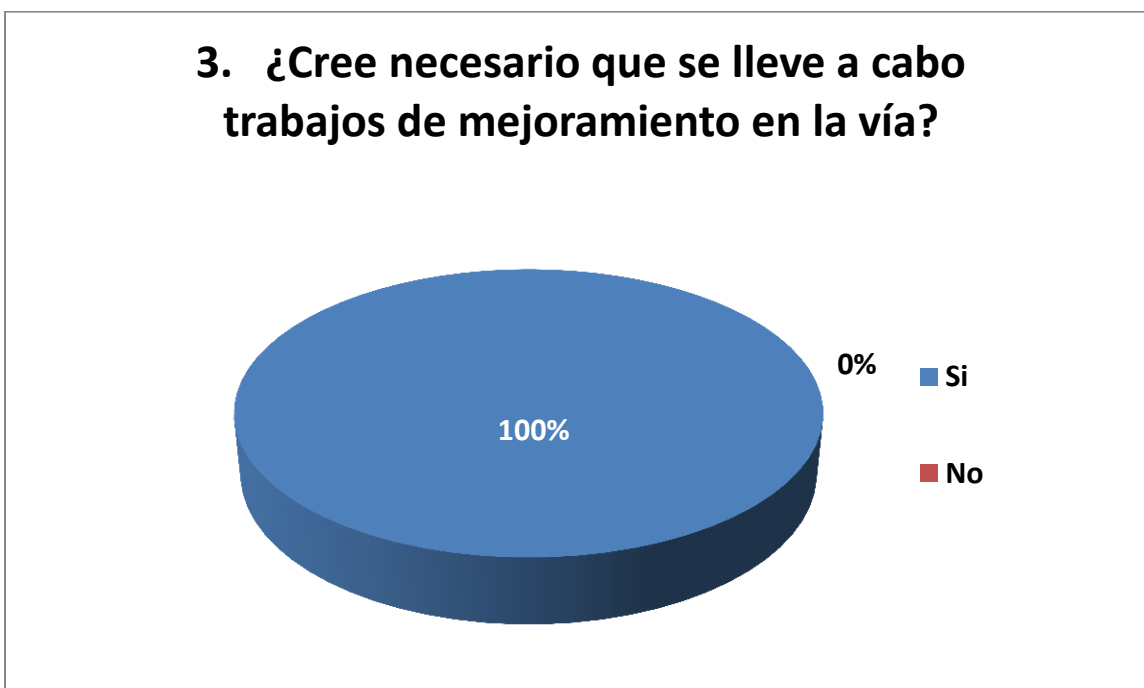


Ilustración 18 Gráfico Pregunta 3

PREGUNTA 4

¿Piensa que el mejoramiento de la misma reactivaría el turismo en el sector?

OPCION	PERSONAS	PORCENTAJE
Si	121	99%
No	1	1%
TOTAL	122	0%



Ilustración 19 Gráfico Pregunta 4

PREGUNTA 5

¿Por lo general en que se transporta?

OPCION	PERSONAS	PORCENTAJE
Auto	72	59%
Camión	50	41%
Bus	0	0%
TOTAL	122	100%

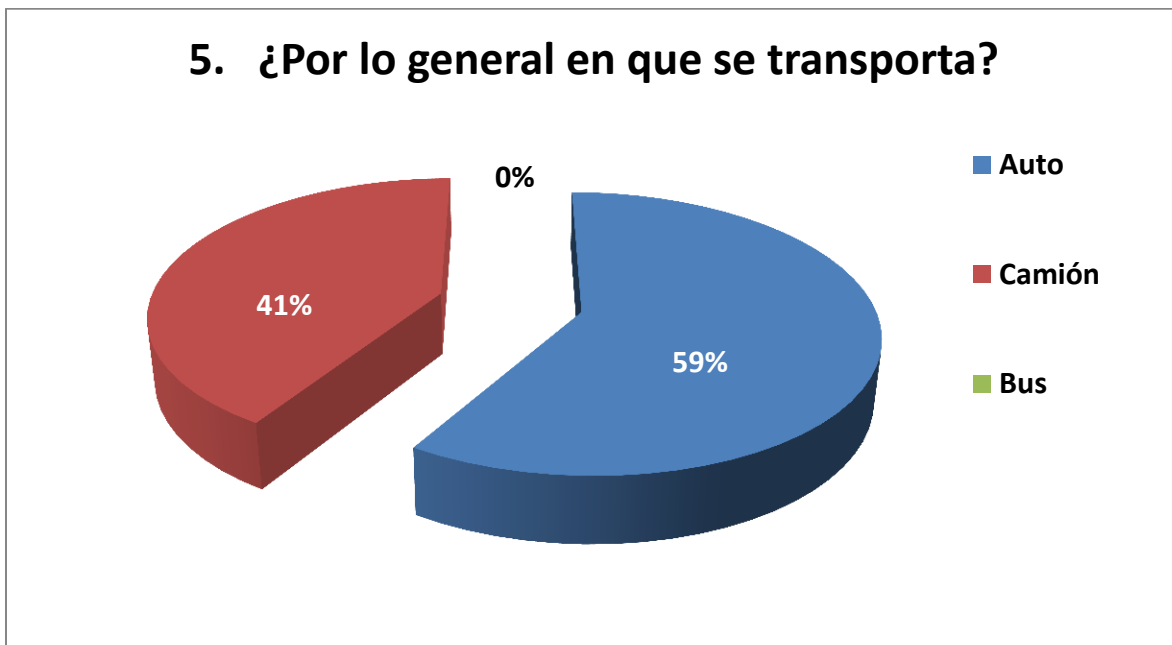


Ilustración 20 Gráfico Pregunta 5

PREGUNTA 6

¿Cuál piensa usted que es el principal factor que afecta el estado de la vía?

OPCION	PERSONAS	PORCENTAJE
Agua	96	79%
Camiones	20	16%
Otros	6	5%
TOTAL	122	100%

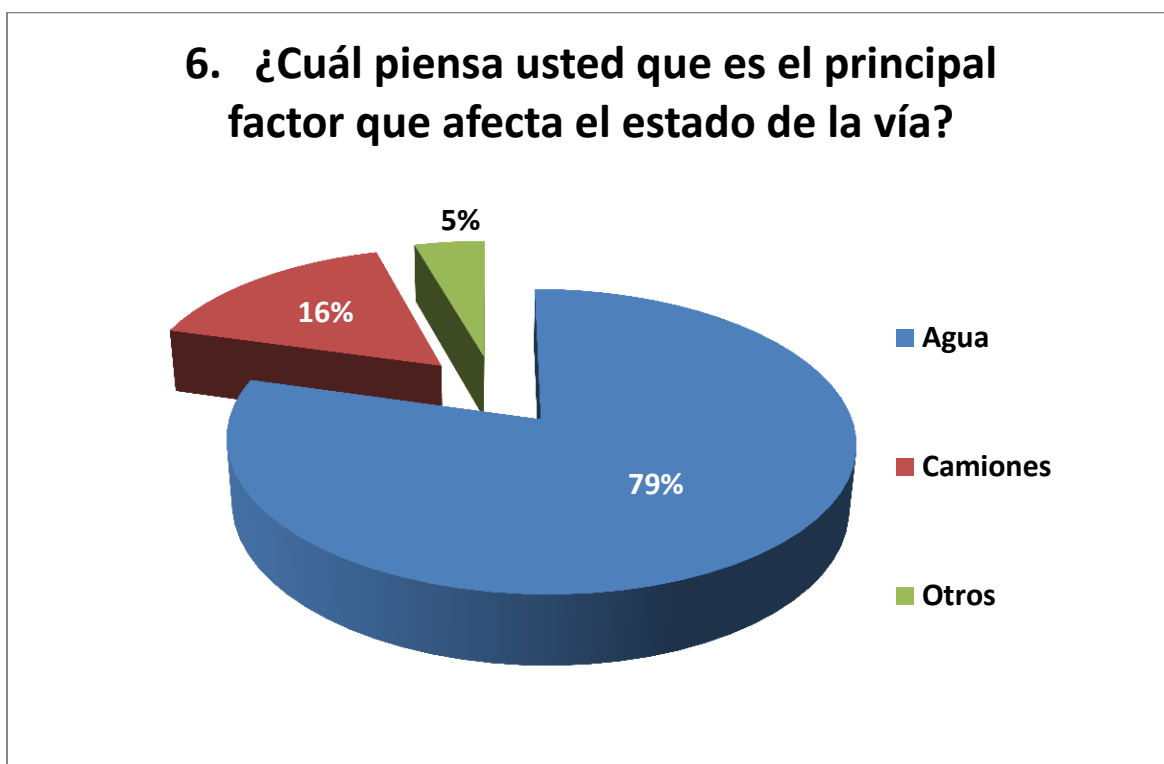


Ilustración 21 Gráfico Pregunta 6

PREGUNTA 7

¿Está de acuerdo que las obras viales favorecen el desarrollo social de un sector?

OPCION	PERSONAS	PORCENTAJE
Si	121	99%
No	1	1%
TOTAL	122	0%



Ilustración 22 Gráfico Pregunta 7

PREGUNTA 8

¿Dispone de auto usted o alguien de su familia para el traslado?

OPCION	PERSONAS	PORCENTAJE
Si	22	18%
No	100	82%
TOTAL	122	100%

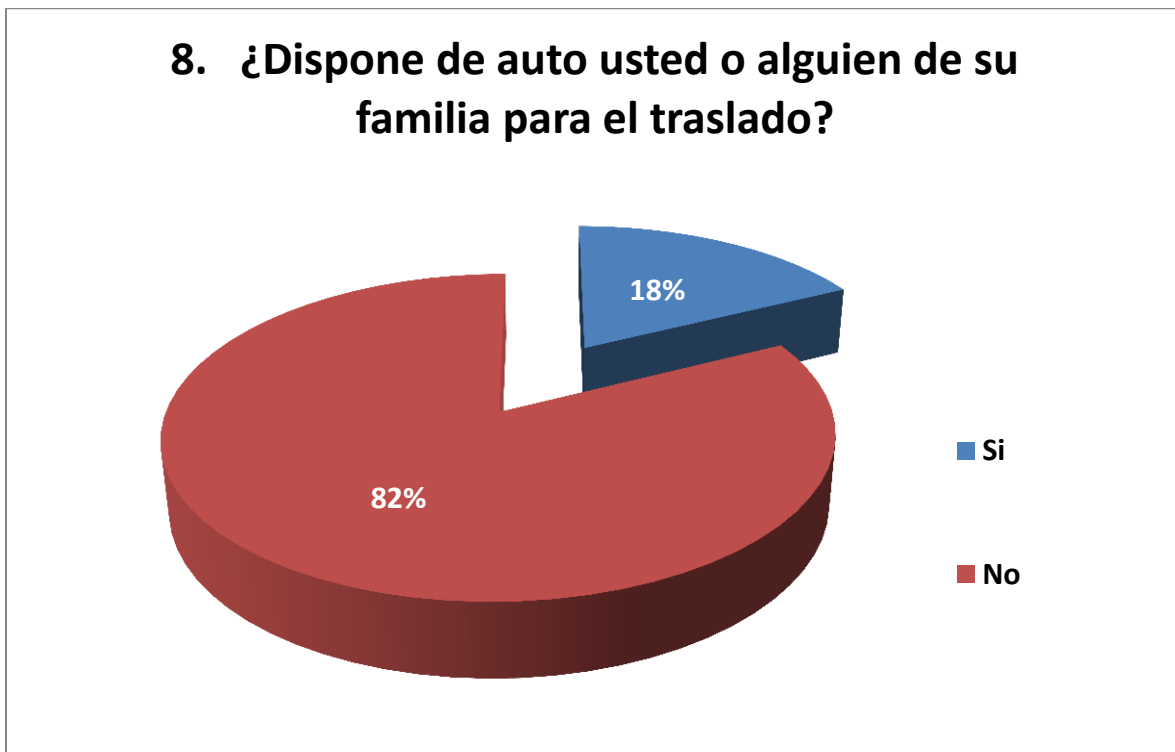


Ilustración 23 Gráfico Pregunta 8

PREGUNTA 9

¿Considera una ventaja disponer de caminos en buen estado?

OPCION	PERSONAS	PORCENTAJE
Si	121	99%
No	1	1%
TOTAL	122	100%



Ilustración 24 Gráfico Pregunta 9

PREGUNTA 10

¿Qué día considera existe mayor tráfico vehicular?

OPCION	PERSONAS	PORCENTAJE
JUEVES	95	78%
VIERNES	7	6%
SABADO	4	3%
DOMINGO	16	13%
TOTAL	122	100%

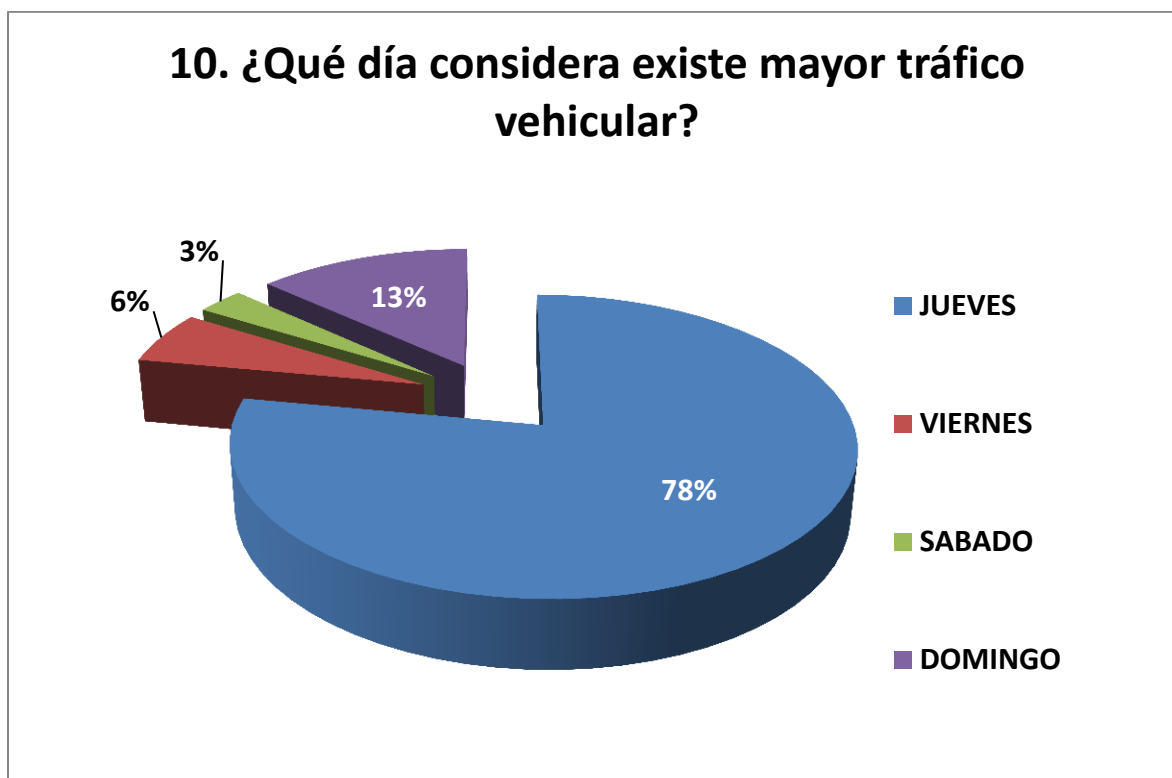


Ilustración 25 Gráfico Pregunta 10

PREGUNTA 11

¿A qué horas del día se produce el mayor tráfico vehicular?

Esta pregunta al ser de carácter abierta fue para obtener parámetros los cuales servirán para el conteo manual de los vehículos, entre las respuestas la mayor parte de la población respondió que el mayor tráfico vehicular que se produce en la vía corresponde al medio día, entre otras respuestas.

4.2.- INTERPRETACIÓN DE DATOS

4.2.1.- Interpretación de las Preguntas

PREGUNTA 1

De los habitantes del sector el 25 % afirma que utiliza frecuentemente la vía Huagrahuasi – Pantza, el 69 % afirma que es poco frecuente el uso de la vía y el 6 % afirma que no utiliza la vía.

PREGUNTA 2

Al ser encuestados el 81 % de los habitantes del sector certifica que la vía no se encuentra en un buen estado, y el 19 % de la población afirma que la vía mencionada se encuentra en un buen estado.

PREGUNTA 3

El 100 % de la población afirma que es necesario que se lleve a cabo los trabajos de mejoramiento de la vía, obteniendo así un mayor desarrollo turístico del sector.

PREGUNTA 4

El 99 % de la población piensa que el mejoramiento de la vía reactivará el turismo en el sector, y tan solo el 1 % de la población piensa que el mejoramiento no ayudará al desarrollo turístico.

PREGUNTA 5

El 59 % de la población afirma que el medio por el cual se transportan son vehículos livianos, el 41 % de la población dice que el medio por el cual se transportan son vehículos pesados, descartando así el traslado o el tránsito por medio de buses.

PREGUNTA 6

El 79 % de la población afirma que el principal factor que afecta al estado de la vía es el agua, el 16% de la población certifica que el principal factor que afecta a la vía son los camiones y un 5 % de la población establece que existen otros factores que afectan el estado de la vía, entre los cuales se puede nombrar el paso de animales y la falta de mantenimiento a la vía.

PREGUNTA 7

El 99% de la población está de acuerdo que las obras viales favorecen el desarrollo social de un sector, y apenas el 1% piensa que las obras viales no favorecen el desarrollo de un sector.

PREGUNTA 8

El 18 % de la población afirma que es poseedor o a su vez algún miembro de su familia disponen de un auto para el traslado, y el 82 % de la población dice que no dispone de vehículo.

PREGUNTA 9

El 99 % de la población considera una ventaja disponer de caminos en buen estado, y el 1 % de la población no está de acuerdo que es una ventaja disponer de caminos en buen estado.

PREGUNTA 10

El 78 % de la población considera que el mayor tráfico se produce el día Jueves, el 13 % de la población considera que el mayor tráfico vehicular se produce el Domingo, el 6 % considera que el mayor tráfico se produce el día viernes y apenas el 3 % considera que el mayor tráfico vehicular se produce el día sábado.

PREGUNTA 11

La pregunta 11 no pudo ser cuantificada más bien se tomó como referencia para el análisis de tráfico, aquí se puede resaltar que la población en su mayoría consideraba que el mayor tráfico vehicular se producía al medio día.

4.2.2.- Interpretación del estudio de tránsito

Tráfico Promedio Diario Anual

Para el tráfico promedio diario anual utilizamos el conteo manual realizado en la vía y tomamos como volumen máximo el obtenido en la hora pico en el día donde existió mayor flujo vehicular, para ello vamos a utilizar la siguiente formula:

$$TPDA = \frac{VHP}{15\%}$$

VHP: Vehículos en hora pico

TPDA: Tráfico promedio diario anual

Debido a que existen dos diferentes tipos de automotores vamos a calcular el TPDA para vehículos livianos y para camiones de 2 ejes.

VEHÍCULOS LIVIANOS

El jueves 12 de febrero de 2015 se registró un volumen de vehículos livianos 24 vehículos comprendido entre las 8H00 y las 9H00 de la mañana.

$$TPDA = \frac{24}{15\%}$$

TPDA= 160 Vehículos

CAMIONES DE 2 EJES

El jueves 12 de febrero de 2015 se registró un volumen de camiones de dos ejes de 13 vehículos comprendido entre las 8H00 y las 9H00 de la mañana

$$TPDA = \frac{13}{15\%}$$

TPDA= 87 Camiones de 2 ejes

Tabla 23 Tráfico Promedio Diario Anual

TIPO DE VEHÍCULOS	VEHICULOS EN HORA PICO	TPDA (vehículos)
LIVIANOS	24	160
CAMIÓN DE 2 EJES	13	87
	TPDA TOTAL =	247

Fuente: Carlos H. Corral Ch.

Tráfico atraído

$$T_{at}=10\% * TPDA$$

T_{at} : Tráfico atraído

TPDA: Tráfico promedio diario anual

VEHÍCULOS LIVIANOS

$$T_{at}=10\% * 160$$

$$T_{at}=16 \text{ Vehículos}$$

CAMIONES DE 2 EJES

$$T_{at}=10\% * 87$$

$$T_{at}=9 \text{ Vehículo}$$

Tabla 24 Tráfico Atraído

TIPO DE VEHÍCULOS	TPDA	TRÁFICO ATRAIDO
LIVIANOS	160	16
CAMIÓN DE 2 EJES	87	9
TOTAL =	247	25

Fuente: Carlos H. Corral Ch.

Tráfico actual

$$\text{Tac} = \text{TPDA} + \text{Tat}$$

Tac: Tráfico actual

Tat: Tráfico atraído

TPDA: Tráfico promedio diario anual

VEHÍCULOS LIVIANOS

$$\text{Tac} = 160 + 16$$

$$\text{Tac} = 176 \text{ Vehículos}$$

CAMIONES DE 2 EJES

$$\text{Tac} = 87 + 9$$

$$\text{Tac} = 96 \text{ Camiones de 2 ejes}$$

Tabla 25 Tráfico Actual

TIPO DE VEHÍCULOS	TPDA	TRÁFICO ATRAIDO	TRÁNSITO ACTUAL	%
LIVIANOS	160	16	176	65%
CAMIÓN DE 2 EJES	87	9	96	35%
TOTAL =	247	25	272	100%

Fuente: Carlos H. Corral Ch.

Tráfico Futuro

$$Tf = Tac (1 + i)^n$$

Tf: Tráfico futuro

Tac: Tráfico actual

i: índice de crecimiento

n: años proyectados

Tabla 26 Índice de crecimiento vehicular

PERIODO	LIVIANOS	CAMIONES
2010-2015	4,47	2,18
2015-2020	3,97	1,94
2020-2025	3,57	1,74
2025-2030	3,25	1,58

Fuente: MTOP 2011

VEHÍCULOS LIVIANOS

$$Tf = 176 (1 + 0.0325)^{20}$$

Tf=334 vehículos

CAMIONES DE 2 EJES

$$Tf = 96 (1 + 0.0158)^{20}$$

Tf=131 vehículos

Tabla 27 Tráfico Futuro

TIPO DE VEHÍCULOS	TRÁFICO ACTUAL	TRÁFICO FUTURO	%
LIVIANOS	176	334	72%
CAMIÓN DE 2 EJES	96	131	28%
TOTAL=	272	465	100%

Fuente: Carlos H. Corral Ch.

TPDA fut= 465 vehículos

4.2.3.- Interpretación del estudio de Suelos

Se realizó un estudio de suelos para determinar así las características del mismo y entre otras cosas saber qué tipo de suelo que compone la rasante y también cuantificar el soporte que nos proporciona, a continuación se presenta el mapa que indica donde fueron obtenidas las muestras.

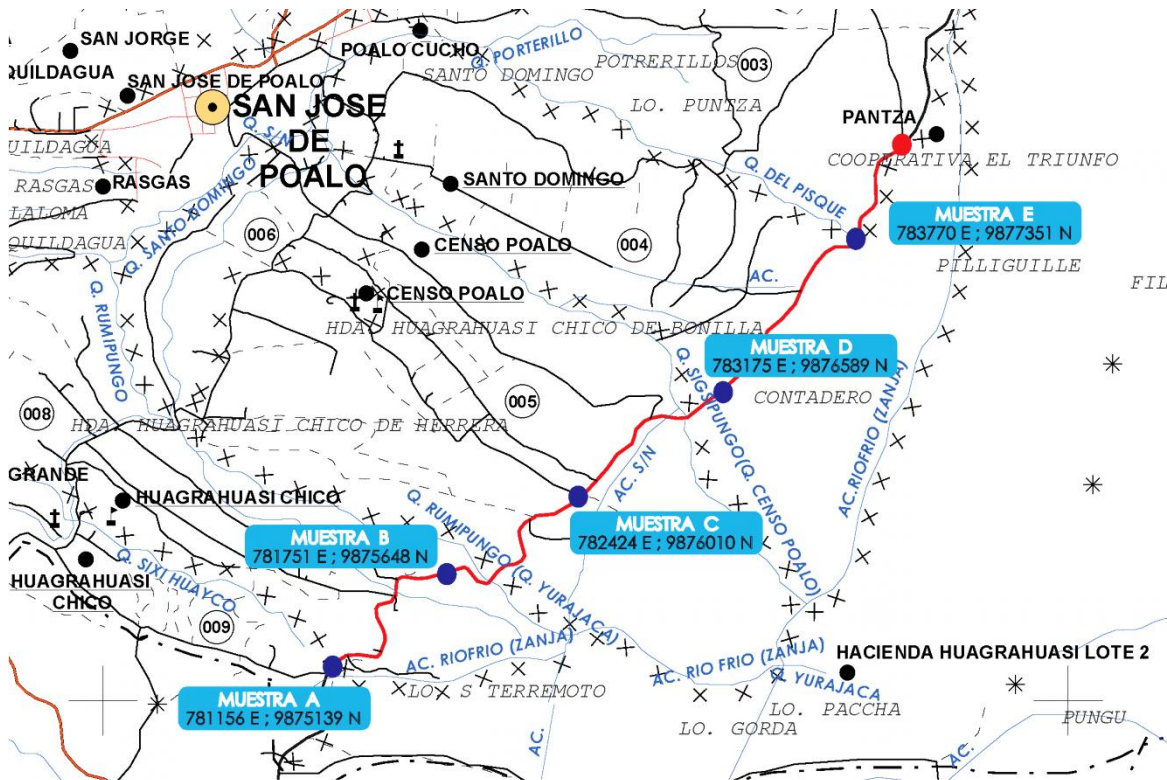


Ilustración 26 Muestras de Suelos

Tabla 28 Coordenadas de las muestras de suelo

UBICACIÓN MUESTRAS				
MUESTRA	ABSCISA	NORTE	ESTE	COTA
A	0+000	9875139	781156	3479
B	1+000	9875648	781751	3545
C	2+000	9876010	782424	3617
D	3+000	9876589	783175	3690
E	4+000	9877351	783770	3758

Fuente: Autor

De lo cual mediante ensayos en laboratorio de suelo los siguientes resultados:

Tabla 29 Resumen del Estudio de Suelos

RESUMEN ESTUDIO DE SUELOS					
MUESTRA	A	B	C	D	E
ABSCISA	0+000	1+000	2+000	3+000	4+000
TIPO SUELO	MH	MH	MH	MH	MH
LIMITE LIQUIDO	77,5	60,6	66	68,25	70,25
LIMITE PLASTICO	61,39	34,29	42,17	53,23	40,71
INDICE PLASTICO	16,11	26,31	23,83	15,02	29,54
DENSIDAD SECA	0,808	0,95	0,791	0,798	0,723
HUMEDAD ÓPTIMA (%)	74,8	56	71	76	72,7
CBR PUNTUAL	4,0	2,9	3,5	2,7	2,9
CBR DISEÑO	2,90				

Fuente: Autor

Para el CBR de diseño se ordenó los CBR puntuales obtenido de cada una de las muestras:

Tabla 30 Cuadro de los CBR Proyectos

CBR DISEÑO		
Nº	CBR	%
4	2,7	100
3	2,9	75
2	3,5	50
1	4	25

Fuente: Carlos H. Corral Ch.

Mediante el cálculo de los ejes equivalentes pudimos saber el porcentaje para obtener el CBR de diseño.

Tabla 31 Límites de CBR de Diseño

Límites para la selección de resistencia	
Número de ejes equivalentes de 8.2 Ton en el carril de diseño	Porcentaje a seleccionar para hallar la resistencia
<10 ⁴	60
10 ⁴ - 10 ⁶	75
>10 ⁶	90

Fuente: Autor

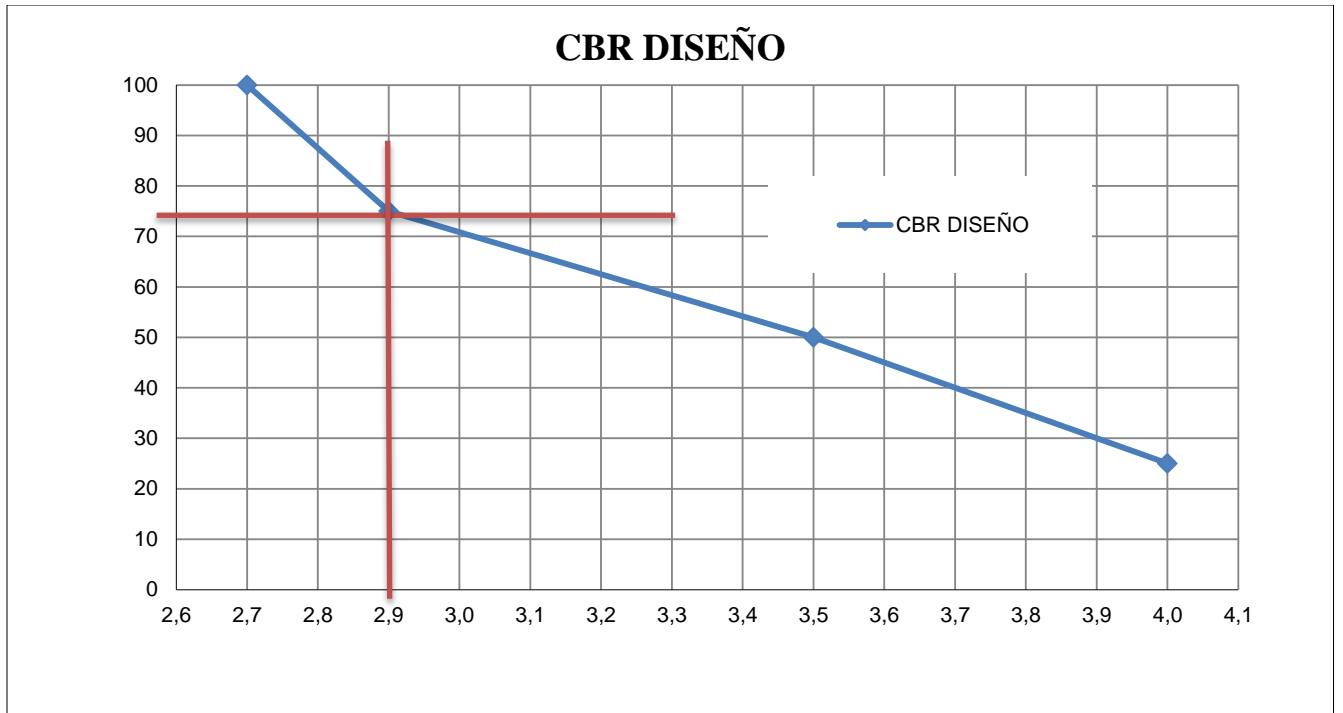


Ilustración 27 CBR Diseño

El CBR de diseño obtenido corresponde al valor que corresponde con el 75% de los CBR de todas las muestras obtenidas en el campo.

CBR DISEÑO	2,90
-----------------------	-------------

4.3.- VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS

4.3.1.- Hipótesis

El mejoramiento de la vía Huagrahuasi- Pantza de la parroquia San José de Poaló, del cantón de Píllaro, provincia Tungurahua, incidirá en el desarrollo turístico del sector.

4.3.1.- Verificación

De acuerdo a la información obtenida en las encuestas podemos destacar que existe un alto sector que frecuenta la vía el cual podría aumentarse con el mejoramiento de la misma debido a que la mayoría de los habitantes respondieron que la vía no se encuentra en un buen estado y en su totalidad espera piensa que se debería llevar un mejoramiento de la misma, cabe decir que un importantes sector dice que el mejoramiento de la misma reactivará el turismo del sector y está de acuerdo que las obras viales favorecen el desarrollo social del sector, aunque son muy pocas personas las que poseen un auto propio casi en su totalidad considera una ventaja disponer de caminos en buen estado con lo que la hipótesis planteada fue verificada.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1.- CONCLUSIONES

- La vía en su totalidad se encuentra en un mal estado, lo cual fue comprobado por medio de las encuestas realizadas a los usuarios de la misma y verificada mediante visitas a la misma.
- Mediante los estudios de suelos se determinó que el suelo que compone la rasante pertenece a un limo de alta plasticidad (MH).
- La vía mediante el cálculo del TPDA se determinó que es de Clase III lo que nos quiere decir que es una colectora en base a esto realizaremos el diseño de la misma.
- El suelo con el que cuenta la vía es de características pobres, altamente esponjoso y ofrece un pobre capacidad de soporte (CBR=2,9), por ende necesita un mejoramiento de las condiciones.
- De acuerdo a las encuestas realizadas a los pobladores del sector la adecuación de la vía producirá un desarrollo en el sector lo cual reactivará el turismo.
- Debido a que el sector en el que se encuentra la vía es agrícola, ganadero y además próximo al Parque Nacional Los Llanganates se determinó mediante el conteo manual de vehículos que el tránsito que circula por el mismo corresponde a vehículos livianos en su mayoría y camiones.

5.2.- RECOMENDACIONES

- Para el mejoramiento de la vía se deberá tomar en cuenta que la cantidad de agua debido a lluvias y a la escorrentía producida por el páramo es alta, por ende hay que realizar un diseño de obras adicionales que garanticen la evacuación de las aguas para que las mismas no afecten a la vía.
- Cuando se plantee la construcción de las obras que se considera en este estudio, se deberá respetar las especificaciones generales que se establecen para la construcción de caminos y puentes del MTOP.
- Se deberá constatar que los materiales que se emplearán deberán garantizar las características esperadas tales como los hormigones, la base, la sub base y el asfalto que se requiera.
- Es importante en el momento de realizar los trabajos en la vía se tenga en cuenta la señalización para que esta sea clara y visible para tanto los vehículos como los peatones que utilizan la misma.
- Se debe garantizar a los usuarios de la vía rutas alternas en el caso de cierre de las mismas para que la circulación no sea interrumpida.
- Es recomendable que exista una socialización con los pobladores de la zona para que los mismos estén enterados de los trabajos a realizarse y por ende tomen las respectivas providencias durante los trabajos de mejoramiento de la vía.
- Es imprescindible que se tenga un control del medio ambiente debido a que la vía esta próxima a un parque Nacional, tanto en la fauna como en la flora del sector de tal manera que no se afecte el equilibrio que existe en la misma.

CAPÍTULO VI

PROPUESTA

6.1.- DATOS INFORMATIVOS

6.1.1.- Ubicación

La vía en estudio está ubicada en la provincia de Tungurahua, cantón Píllaro, en la parroquia de San José de Poaló, inicia en la coordenada 781128 E; 9875126N sector de Huagrahuasi tiene una extensión de 5,06 Km hasta en el sector de Pantza coordenada 784157E; 9877889N en donde se encuentra la entrada al Parque Nacional Los Llanganates.

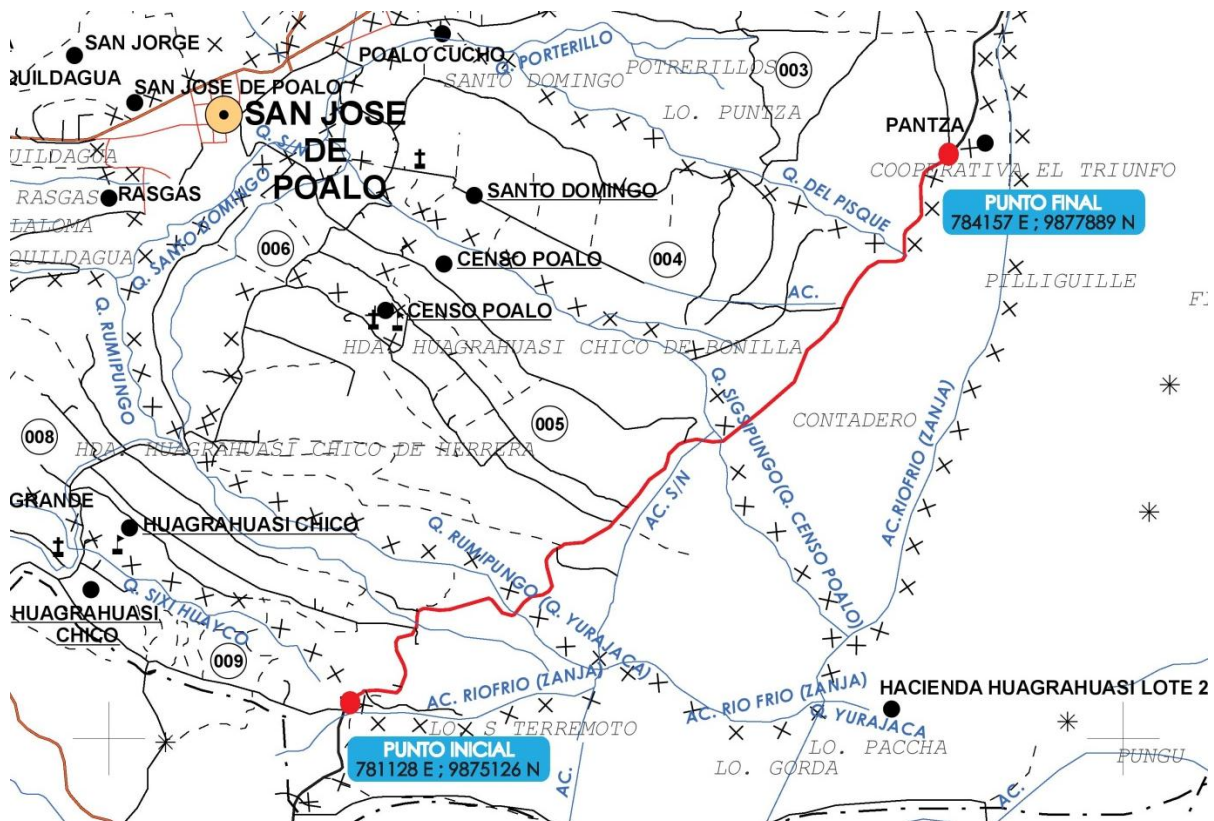


Ilustración 28 Mapa del Proyecto

Tabla 32 Datos Geográficos del Proyecto

SECTOR	LATITUD N (Mts.)	LONGITUD E (Mts.)	COTA (m.s.n.m.)	ABSCISA	DESCRIPCION
Hacienda Huagraguasig	9875126	781128	3560	0 + 000	Inicio del Proyecto
Sector de Pantza (Entrada Parque los Llanganates)	9877889	784157	3880	4 + 430	Final del Proyecto

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos

6.1.2.- Situación Actual

La vía es de tipo colectora, la misma no se encuentra en un buen estado, la superficie que la compone cuenta con una capa de lastre para mitigar en parte el suelo de la rasante, el mismo que en tiempos de lluvia se torna pésimo para la circulación y en algunos casos inaccesible para los vehículos en especial pequeños.

La producción del sector se basa en la ganadería y agricultura siendo Huagraghuasi una de las haciendas conocidas a nivel nacional por su ganado bravo, el ecosistema que compone la vía es de características de páramo debido a la altura a la que se encuentra superior a los 3000 m.s.n.m., por ende la pluviosidad y las escorrentías son altas en especial en épocas de invierno donde las lluvias son constantes, el medio es atractivo para los visitantes por ende se lo denominó como un sector turístico, cabe decir que existen varios proyectos de riego que se encargan de canalizar, almacenar y distribuir el agua proveniente de los páramos para que las mismas sean aprovechados y no se desperdicien en los cauces de las cuencas.

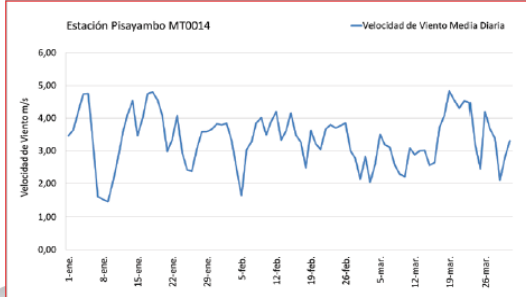
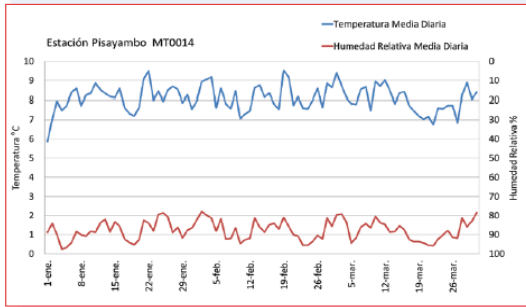
6.1.3.- Análisis Meteorológico

Tabla 33 Datos Meteorológicos del Sector

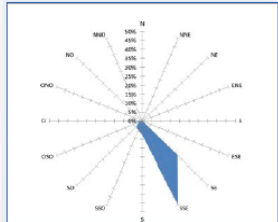
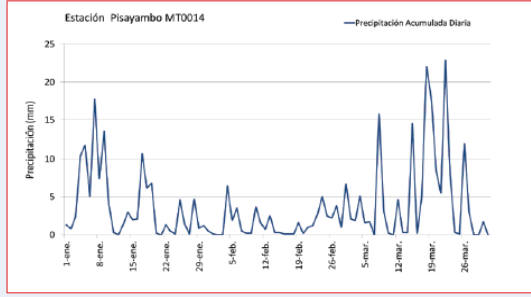
Análisis Meteorológico Cantonal						
Estación	Temperatura Media Trimestral °C			Humedad Relativa Media Trimestral %		
	Máxima	Minima	Media	Máxima	Minima	Media
Cantón Ambato						
Chiquirco	8,81	73,84	7,38	97,14	73,84	84,96
Cunchibamba	16,00	69,90	14,07	90,60	69,90	80,53
Aeropuerto	16,60	64,40	14,69	92,10	64,40	79,15
Calamaca	10,66	66,57	9,15	95,86	66,57	81,19
Mula Corral	8,39	71,50	6,82	95,10	71,50	84,45
Quisapincha	9,47	75,24	8,12	99,99	75,24	90,12
Cantón Pillaro						
Pisayambo	9,66	76,60	8,09	97,60	76,60	87,71
Col. J. Álvarez	14,97	69,57	13,22	97,43	69,57	84,77
Escuela Tasinteo	11,30	76,40	9,73	100,00	76,40	91,16
Cantón Patate						
Col. A. J. Sucre	14,99	74,34	13,15	98,49	74,34	88,12
Guadalupe	19,60	64,60	17,54	88,10	64,60	76,46
Col. Araujo INAMHI	27,00	0,00	16,60	96,90	79,50	91,10
Cantón Baños						
Parque de la Familia	20,30	68,00	18,06	96,50	68,00	84,62
Cantón Mocha						
Pampas de Salasaca	9,00	0,00	7,18	----	----	----
Cantón Cevallos						
Col. Pedro F. Cevallos	14,80	61,60	13,16	89,40	61,60	75,08
Col. Pedro F. Cevallos INAMHI	24,00	0,00	13,53	90,10	62,50	78,59

Parámetro	Precipitación Acumulada Mensual (mm)					
	Enero	Febrero	Marzo	Acumulada Trimestral	Número de días con Precipitación	Intensidad máxima de precipitación (mm/hora)
Cantón Ambato						
Chiquirco	98,80	43,40	148,80	292,00	49	19,20 (15/03/2014)
Cunchibamba	75,80	26,20	92,50	194,50	36	13,30 (08/03/2014)
Aeropuerto	46,60	4,40	46,80	97,80	18	10,10 (26/01/2014)
Calamaca	65,80	17,00	109,00	191,80	38	5,60 (04/30/03/2014)
Mula Corral	86,00	38,80	116,20	241,00	43	7,50 (11/03/2014)
Quisapincha	125,10	28,05	90,30	243,45	45	30,20 (24/01/2014)
Pucará Alto	49,45	36,40	78,40	164,25	43	9,80 (30/03/2014)
Pitahuín INAMHI	67,30	22,70	87,60	177,60	37	18,00 (29/03/2014)
Cantón Pillaro						
Pisayambo	122,40	43,40	165,00	330,80	56	5,90 (01/03/2014)
Col. J. Álvarez	45,20	12,20	79,80	137,20	27	9,70 (14/03/2014)
Tasinteo	148,70	12,00	109,20	269,90	38	16,40 (26/01/2014)
Cantón Patate						
Col. A. J. Sucre	75,80	26,20	92,50	194,50	36	6,90 (15/03/2014)
Guadalupe	30,30	22,80	49,10	102,20	25	9,80 (21/02/2014)
Col. Araujo	36,90	16,90	58,30	112,10	24	10,80 (08/01/2014)
Col. Araujo INAMHI	33,40	19,30	54,90	107,60	23	13,50 (08/01/2014)
Cantón Baños						
Parque de la Familia	77,00	14,00	1,30	92,30	24	5,50 (21/01/2014)
Río Verde	184,40	121,00	222,90	528,30	65	17,60 (26/03/2014)
Río Verde INAMHI	170,20	120,80	242,90	534,00	60	14,60 (25/03/2014)
Cantón Mocha						
Pampas de Salasaca	91,90	62,20	159,70	313,80	53	14,90 (05/02/2014)
Cantón Cevallos						
Col. Pedro F. Cevallos	38,90	11,70	57,00	107,60	26	6,90 (27/03/2014)
Col. Pedro F. Cevallos INAMHI	37,20	9,60	56,70	103,50	25	7,30 (27/03/2014)
Cantón Pelileo						
Huambaló	46,90	23,10	78,70	148,70	30	7,50 (04/03/2014)
Huambaló INAMHI	34,00	21,70	73,70	129,40	31	6,50 (03/03/2014)
Cantón Tisaleo						
Tisaleo INAMHI	60,60	17,70	61,70	140,00	35	16,00 (07/01/2014)

Estación Pisayambo (PÍLLARO) (MT-0014)



Boletín Meteorológico



De la estación MT-0014 se destaca el siguiente comportamiento:

El día 22 de Marzo se presenta una lluvia de 22,90 mm en 24 horas, y en fecha 01 de Marzo una intensidad máxima de 5,90 mm/hora. La precipitación promedio diaria del trimestre es 3,68 mm.

La dirección de viento predominante es del Sur Sur Este con una velocidad promedio de 3,35 m/s. La velocidad máxima se presentó el día 19 de Marzo con 4,83 m/s del Sur Este

Fuente: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI)

6.2.- ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA

La vía en estudio cuenta con una superficie lastrada, la misma que se ha venido perdiendo con el paso del tiempo y el tránsito de los automotores en especial de los camiones, esta superficie no proporciona un seguro y cómodo viaje para sus usuarios; existe épocas del año donde las lluvias tienen una mayor intensidad y esto produce la socavación de la superficie en especial en las curvas donde existe cruces de agua y en sectores donde las pendientes cambian.

La superficie actual es vulnerable a los cambios de clima y al paso de los automotores, según las encuestas esta combinación hace que la vía se deteriore con el paso del tiempo; las aguas que se recolectan por esorrentías del páramo y lluvias se destinan a los costados de la vía, el sistema que se emplea son canales de tierra los cuales como se observa en las imágenes han llegado a niveles altos de socavación y en curvas al no poseer sistemas de alcantarillas ha provocado que la vía ceda y se produzcan deslizamientos de tierra, en muchos de los casos peligrosos para quienes circulan por la vía.

El sector no ha tenido el desarrollo de turismo esperado debido a que la vía no presta las garantías de seguridad y movilidad para los automotores, por ello es necesario que se ejecuten trabajos de mejoramiento de la vía los cuales podrían ser el asfaltado de la misma; al no contar con un suelo que brinde una capacidad de soporte adecuada es necesario que el mismo sea analizado para su sustitución o a su vez combinación con otro lo cual elevaría las características físicas.

6.3.- JUSTIFICACIÓN

El presente estudio tiene como finalidad poner en práctica los conocimientos obtenidos durante toda la carrera para beneficiar un sector, el cual al ser analizado mediante la ayuda de varios instrumentos como encuestas a los habitantes, ensayos de laboratorio y levantamientos topográficos permitió determinar las carencias existentes en nuestro caso en el objeto de análisis y proponer una solución técnica, adecuada y económica que tiene como finalidad desarrollar el turismo en el sector.

La presente vía que se plantea mejorar es de tipo colectora por ende es de gran importancia para el sector tanto en el ámbito agrícola – ganadero como el sector turístico, utilizando la información recolectada se pudo plantear que en una gran mayoría los habitantes están de acuerdo que se deberían efectuar trabajos de mejoramiento de la misma y que sería una ventaja contar con una vía en buen estado.

Se ha destacado el desarrollo que tendrá el sector turístico con el mejoramiento de la misma debido a que esta vía conduce a uno de los Parques Nacionales del Ecuador Los Llanganates el cual tiene una gran riqueza de flora y fauna como también es catalogado como una de las más grandes fuentes hídricas de la zona centro el mismo que se menciona es de difícil acceso.

A esto sumamos que la vía conduce a la hacienda Huagrahuasi la cual es reconocida a nivel nacional por su ganado bravo así como también lechero que poseen excelentes características y

contribuyen de una gran forma a la economía del sector; dado los mencionados argumentos es claro que la vía que se plantea brindar un mejoramiento presta las características para que se realicen los trabajos y por ende se invierta recursos económicos que beneficiarán al sector y a más de eso podrán ser justificados con el desarrollo que se dará en los años futuros.

6.4.- OBJETIVOS

6.4.1.- General

Diseñar la estructura del pavimento y obras adicionales de la vía Huagrahuasi – Pantza de la provincia de Tungurahua, cantón Píllaro.

6.4.2.- Específicos

- Establecer el mejoramiento más adecuado para elevar las características del suelo que compone la rasante
- Determinar las dimensiones de cunetas y alcantarillas para la evacuación de las aguas.
- Diseñar las diferentes capas que componen el pavimento para el tráfico que se producirá en la vía.
- Plantear los planos mediante el diseño geométrico de la vía para los trabajos de adecuamiento.

6.5.- ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD

Factibilidad técnica: las mejoras que se plantean en la vía se las puede efectuar ya que el lugar cuenta con suficiente espacio y vías alternas como para poder ejecutar todo lo mencionada anteriormente, además de que dentro de la vía se ha venido dando trabajos entre ellos cabe recalcar el relleno de los deslizamientos de tierra por parte del GAD parroquial.

Factibilidad Económica: en la actualidad los Gobiernos Autónomos Descentralizados Parroquiales consiguen operar un presupuesto para las obras viales debido a que el gobierno central ha optado por el desarrollo vial en los últimos años.

Factibilidad Social: con la ayuda de encuestas realizadas a los habitantes se ha evidenciado la aceptación que tienen los habitantes y la conformidad de los mismos para que se realicen trabajos de mejoramiento en la vía descrita.

Factibilidad Ambiental: el proyecto va a tratar en lo posible de no afectar el entorno, de tal forma que no se causará mayor impacto, cabe decir que no existe mayores movimientos de tierra puesta que la vía en su totalidad se encuentra conformada.

6.6.- FUNDAMENTACIÓN

Las normas de diseño geométrico que se emplearon en el diseño de la vía son las del Ministerio de Transporte y Obras Públicas.

Tabla 34 Normas diseño víaMOP

NORMAS	CLASE I 3 000 – 8 000 TPDA ⁽¹⁾						CLASE II 1 000 - 3 000 TPDA ⁽¹⁾						CLASE III 300 – 1 000 TPDA ⁽¹⁾					
	RECOMENDABLE			ABSOLUTA			RECOMENDABLE			ABSOLUTA			RECOMENDABLE			ABSOLUTA		
	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M
Velocidad de diseño (K.P.H.)	110	100	80	100	80	60	100	90	70	90	80	50	90	80	60	80	60	40
Radio mínimo de curvas horizontales (m)	430	350	210	350	210	110	350	275	160	275	210	75	275	210	110	210	110	42
Distancia de visibilidad para parada (m)	180	160	110	160	110	70	160	135	90	135	110	55	135	110	70	110	70	40
Distancia de visibilidad para rebasamiento (m)	830	690	565	690	565	415	690	640	490	640	565	345	640	565	415	565	415	270
Peralte	MÁXIMO = 10%																	
Coefficiente “K” para: ⁽²⁾																		
Curvas verticales convexas (m)	80	60	28	60	28	12	60	43	19	43	28	7	43	28	12	28	12	4
Curvas verticales cóncavas (m)	43	38	24	38	24	13	38	31	19	31	24	10	31	24	13	24	13	6
Gradiente longitudinal ⁽³⁾ máxima (%)	3	4	6	3	5	7	3	4	7	4	6	8	4	6	7	6	7	9
Gradiente longitudinal ⁽⁴⁾ mínima (%)	0,5%																	
Ancho de pavimento (m)	7,3			7,3			7,0			6,70			6,70			6,00		
Clase de pavimento	Carpeta Asfáltica y Hormigón						Carpeta Asfáltica						Carpeta Asfáltica o D.T.S.B.					
Ancho de espaldones ⁽⁵⁾ estables (m)	3,0	2,5	2,0	2,5	2,0	1,5	3,0	2,5	2,0	2,5	2,0	1,5	2,0	1,5	1,0	1,5	1,0	0,5
Gradiente transversal para pavimento (%)	2,0						2,0						2,0					
Gradiente transversal para espaldones (%)	2,0 ⁽⁶⁾ - 4,0						2,0 - 4,0						2,0 - 4,0					

Fuente: Normas MOP

6.7.- METODOLOGÍA

6.7.1.-Determinación de los volúmenes de tráfico actual

Se calcula en base a los vehículos que circulan en ambas direcciones, los mismos fueron clasificados en: livianos, buses y pesados. Estos vehículos se registran en un punto o una estación de control durante un tiempo o período específico que puede ser horas, días o semanas lo que da como resultado el tráfico: horario, diario y semanal.

Se ejecutó el conteo durante cinco días (jueves, viernes, sábado, domingo, lunes y martes) en el siguiente horario de 8H00 hasta las 18H00. Consiguiendo los siguientes resultados para el día con mayor flujo de tráfico vehicular (jueves), los demás días en los cuales se realizaron los conteos se encuentran en los anexos:

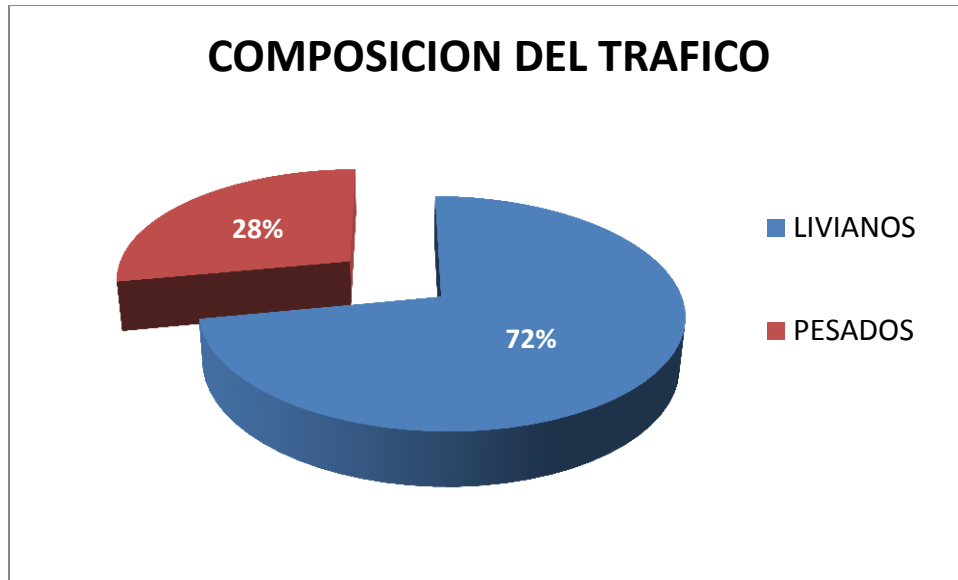


Ilustración 29 Composición Tránsito

De lo obtenido posteriormente se llegó a determinar la siguiente composición que tendrá el tráfico futuro de vehículos que es con el que se va a efectuar el diseño:

Tabla 35 TPDA Futuro

TIPO DE VEHÍCULOS	TRÁFICO ACTUAL	TRÁFICO FUTURO	%
LIVIANOS	176	334	72%
CAMIÓN DE 2 EJES	96	131	28%
TOTAL=	272	465	100%

TPDA fut= 465 vehículos

6.7.2.-Clasificación actual de la vía

Una vez conocido la cantidad de vehículos que se proyecta en la vía para los años futuros se puede determinar así la clasificación de la misma.

Tabla 36 Selección tipo vía

FUNCION	CLASE DE CARRETERA (según MOP)	TPDA (1) (AÑO FINAL DE DISEÑO)
CORREDOR ARTERIAL	RI - RII (2)	>8000
	I	3000-8000
COLECTORA	II	1000-3000
	III	300 – 1000
VECINAL	IV	100 – 300
	V	< 100

Fuente: Autor

Debido a que el tráfico que se espera para los próximos 20 años está entre 300 a 1000 vehículos diarios se identifica que la vía corresponde a una colectoras de clase III.

6.7.3.-Estudio topográfico

Ya que la vía del proyecto es un camino existente, se realizó un levantamiento planimétrico y altimétrico con el objetivo de escoger un eje para plasmar el polígono en el terreno. El procedimiento que se realizó para la topografía fue el siguiente:

Levantamiento del eje que corresponde a la vía de 5,0 Km de longitud, con una faja de terreno de 30 metros a cada costado para así obtener la información necesaria del terreno.

El polígono fue abscisado a cada 20 metros en las partes consideradas rectas y a cada 10 metros en las curvas circulares y también en los puntos de inflexión, como son los bordes superiores, inferiores y fondos de esteros, ríos, quebradas, drenajes etc., tomando como partida cotas referidas al nivel del mar. Todo esto fue realizado con equipo estacionario que fue la base y una antena GPS la cual iba grabando cada uno de los puntos y los almacenaba en la computadora.

Antes de proceder con el levantamiento topográfico, se efectuó un reconocimiento completo de la vía. Luego de obtener las coordenadas de partida con un GPS, se continuó con el cálculo de las coordenadas de los diversos PI's resultantes en la vía, y de esta manera adquirir los datos necesarios y suficientes para la elaboración de los planos topográficos en modelo digital. El alineamiento horizontal, vertical y transversal de la vía ha sido efectuado con Software electrónico trasladando directamente la información desde equipo GPS a la computadora.

Se han seguido las normas viales del MTOP y los mejores criterios de ingeniería aplicables a la naturaleza del proyecto para la ejecución del diseño cuya secuencia fue la siguiente:

- Revisión de los datos de los equipos
- Descarga de datos del equipo Gps
- Exportación de los datos a la computadora
- Verificación de los puntos
- Dibujo de la topografía
- Definición de los perfiles topográficos
- Dibujo del proyecto planimétrico y altimétrico
- Cálculo de los volúmenes.

6.7.4.-Diseño Geométrico

Sección transversal de la vía

La sección transversal de una vía en cualquier punto de la misma es el corte vertical perpendicular al alineamiento vertical, el mismo nos permite definir y apreciar las dimensiones de los elementos que corresponden o que conforman la estructura de nuestra vía en relación al terreno natural.

Para cada tipo de vía existe una norma que determinar las secciones transversales así como los elementos y dimensiones que la componen, se tiene en cuenta la importancia del proyecto así como el tránsito, las condiciones de terreno, entre otros factores de tal manera que la sección de diseño va influir de forma directa en la capacidad de la vía así como en el costo de construcción, mejoramiento rehabilitación y mantenimiento. Los elementos que conforman la sección transversal son los siguientes:

- Ancho o derecho de vía
- Corona
- Calzada
- Bermas
- Carriles
- Bordillos
- Cunetas
- Taludes
- Elementos Complementarios

Determinación del tipo de terreno

Terreno llano (tipo 1)

Tiene pendientes transversales al eje de la vía menor o iguales al 10% y sus pendientes longitudinales son por lo general menores de tres por ciento (3%), demandando un mínimo de movimiento de tierras, por lo que no presenta mayores dificultades en su trazado.

Terreno ondulado (tipo 2)

Tiene pendientes transversales al eje de la vía entre 11% y 50% y sus pendientes longitudinales se encuentran entre 3% y 6 %, demandando un moderado movimiento de tierras, lo que permite alineamientos más o menos rectos, sin mayores dificultades en el trazado.

Terreno Montañoso (tipo 3)

Tiene pendientes transversales al eje de la vía entre 51% y el 100% y sus pendientes longitudinales predominantes se encuentran entre 6% y 8%, por lo que requiere importantes movimientos de tierras, razón por la cual presenta dificultades en el trazado.

Una vez analizada la topografía de nuestra vía vemos que corresponde a un **Terreno Montañoso** por lo que el diseño de vía va estar enfocada a esos parámetros.

Vehículo de diseño

Las características físicas y la proporción de vehículos de distintos tamaños que circulan por las carreteras, son elementos clave en su definición geométrica. Por ello, se hace necesario examinar todos los tipos de vehículos, establecer grupos y seleccionar el tamaño representativo dentro de cada grupo para su uso en el proyecto.

Estos vehículos seleccionados, con peso representativo, dimensiones y características de operación, utilizados para establecer los criterios de los proyectos de las carreteras, son conocidos como vehículos de diseño.

Al seleccionar el vehículo de diseño hay que tomar en cuenta la composición del tráfico que utiliza o utilizará la vía. Normalmente, hay una participación suficiente de vehículos pesados para condicionar las características del proyecto de carretera. Por consiguiente, el vehículo de diseño normal será el vehículo comercial rígido (camiones y/o buses).

Las características de los vehículos tipo indicados, definen los distintos aspectos del dimensionamiento geométrico y estructural de una carretera. Así, por ejemplo:

- El ancho del vehículo adoptado incide en los anchos del carril, calzada, bermas y sobreebanco de la sección transversal, el radio mínimo de giro, intersecciones y gálibo.

- La distancia entre los ejes influye en el ancho y los radios mínimos internos y externos de los carriles.
- La relación de: peso bruto total/potencia, guarda relación con el valor de las pendientes admisibles.

Vehículos ligeros

La longitud y el ancho de los vehículos ligeros no condicionan el proyecto, salvo que se trate de una vía por la que no circulan camiones, situación poco probable en el proyecto de carreteras.

Para el cálculo de distancias de visibilidad de parada y de adelantamiento, se requiere definir diversas alturas, asociadas a los vehículos ligeros, que cubran las situaciones más favorables en cuanto a visibilidad.

- h : altura de los faros delanteros: 0,60 m.
- h_1 : altura de los ojos del conductor: 1,07 m.
- h_2 : altura de un obstáculo fijo en la carretera: 0,15 m.
- h_4 : altura de las luces traseras de un automóvil: 0,45 m.
- h_5 : altura del techo de un automóvil: 1,30 m

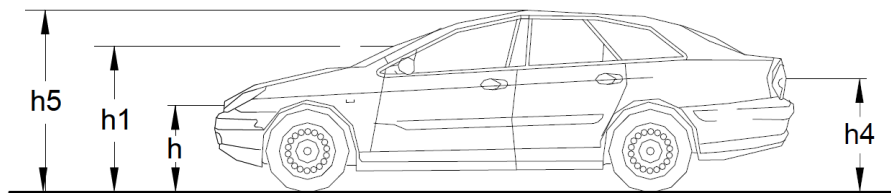


Ilustración 30 Vehículo de diseño

El vehículo ligero es el que más velocidad desarrolla y la altura del ojo de piloto es más baja, por tanto, estas características definirán las distancias de visibilidad de sobrepaso, parada, zona de seguridad en relación con la visibilidad en los cruces, altura mínima de barreras de seguridad y antideslumbrantes, dimensiones mínimas de plazas de aparcamiento en zonas de estacionamiento, miradores o áreas de descanso.

Vehículos pesados

Las dimensiones máximas de los vehículos a emplear en la definición geométrica son las establecidas por el MTOP. Para el cálculo de distancias de visibilidad de parada y de adelantamiento, se requiere definir diversas alturas, asociadas a los vehículos ligeros, que cubran las situaciones más favorables en cuanto a visibilidad.

- h: altura de los faros delanteros: 0,60 m.
- h3: altura de ojos de un conductor de camión o bus, necesaria para la verificación de visibilidad en curvas verticales cóncavas bajo estructuras: 2,50 m.
- h4: altura de las luces traseras de un automóvil o menor altura perceptible de carrocería: 0,45 m.
- h6: altura del techo del vehículo pesado: 4,10 m

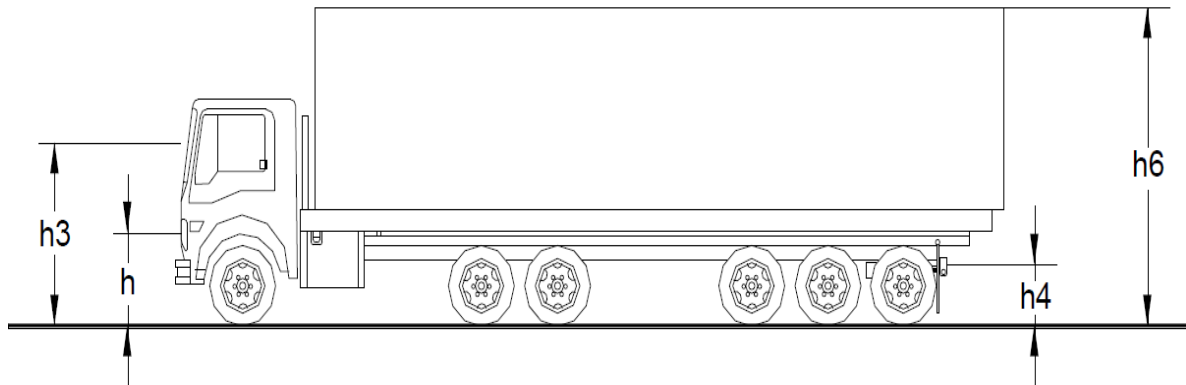


Ilustración 31 Camión de diseño

Velocidad de diseño

Es la velocidad escogida para el diseño, entendiéndose que será la máxima que se podrá mantener con seguridad y comodidad, sobre una sección determinada de la carretera, cuando las circunstancias sean favorables para que prevalezcan las condiciones de diseño.

En el proceso de asignación de la Velocidad de Diseño, se debe otorgar la máxima prioridad a la seguridad vial de los usuarios. Por ello, la velocidad de diseño a lo largo del trazado, debe ser tal, que los conductores no sean sorprendidos por cambios bruscos y/o muy frecuentes en la velocidad a la que pueden realizar con seguridad el recorrido.

La velocidad de diseño recomendada por el MTOP para terrenos montañosos es 60 Km/h y va a ser con la que trabajaremos para el diseño de la vía.

Velocidad de Circulación

Es la velocidad máxima a la que pueden circular los vehículos en un determinado tramo de una carretera, en función a la velocidad de diseño, bajo las condiciones prevalecientes del tránsito, estado del pavimento, meteorológicas y grado de relación de ésta con otras vías y con la propiedad adyacente.

Si el tránsito y las interferencias son bajas, la velocidad de operación del vehículo es del orden de la velocidad de diseño por tramo homogéneo, no debiendo sobrepasar a esta. A medida que el tránsito crece, la interferencia entre vehículos aumenta, tendiendo a bajar la velocidad de operación del conjunto.

Este concepto es básico para evaluar la calidad del servicio que brinda una carretera, así como parámetro de comparación, entre una vía existente con características similares a una vía en proyecto, a fin de seleccionar una velocidad de diseño por tramos homogéneos, lo más acorde con el servicio que se desee brindar. Un concepto utilizado para la mejor estimación de la velocidad de operación, es el denominado percentil 80 de la velocidad, que consiste en determinar la velocidad bajo la cual circula el 80% de los vehículos.

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

$$V_c = 0,8*(40 \text{ Km/h}) + 6,5$$

$$V_c = 38,5 \text{ Km/h} \approx 39 \text{ Km/h}$$

Radio Mínimo de Curvatura Horizontal.

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

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

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

Dónde:

R = Radio mínimo de una curva horizontal, m.

V = Velocidad de diseño, Km/h.

f = Coeficiente de fricción lateral.

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

Debido a que la velocidad de circulación obtenida fue de 55 Km/h vamos a determinar el factor de fricción máxima con la ayuda de la tabla y un peralte máximo establecido por la norma del 10% para nuestro tipo de vía.

Tabla 37 Radios Mínimos de Curvatura

Velocidad de Diseño(Km/h)	Factor de Fricción Máxima	Peralte máximo 8%			Peralte máximo 10%		
		Radio (m)		Grado de Curva	Radio (m)		Grado de Curva
		Calculado	Recomendado		Calculado	Recomendado	
30	0.17	28.3	30	38° 12'	26.2	25	45° 50'
40	0.17	50.4	50	22° 55'	46.7	45	25° 28'
50	0.16	82.0	80	14° 19'	75.7	75	15° 17'
60	0.15	123.2	120	9° 33'	113.4	115	9° 58'
70	0.14	175.4	175	6° 33'	160.8	160	7° 10'
80	0.14	229.1	230	4° 59'	210.0	210	5° 27'
90	0.13	303.7	305	3° 46'	277.3	275	4° 10'
100	0.12	393.7	395	2° 54'	357.9	360	3° 11'
110	0.11	501.5	500	2° 17'	453.7	455	2° 31'
120	0.09	667.0	665	1° 43'	596.8	595	1° 56'

Fuente: Normas MOP

$$R = \frac{39^2}{127 * (0,10 + 0,155)}$$

$$R = 46,95 \text{ m} \approx 47 \text{ m}$$

Criterios para adoptar los valores del radio mínimo:

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

Distancia de Visibilidad de Parada

Cuando el vehículo circula en curva, sea esta horizontal o vertical, el factor visibilidad actúa en forma determinante en su normal circulación, por lo que la distancia de visibilidad de parada es la distancia mínima necesaria para que un conductor que transita a ó cerca de la velocidad de diseño, vea un objeto en su trayectoria y pueda parar su vehículo antes de llegar a él. Por lo tanto es la mínima distancia de visibilidad que debe proporcionarse en cualquier punto de la carretera.

La mínima distancia de visibilidad (d) para la parada de un vehículo es igual a la suma de dos distancias; una, la distancia (d1) recorrida por el vehículo desde el instante en que el conductor avizora un objeto en el camino hasta la distancia (d2) de frenaje del vehículo, es decir, la distancia necesaria para que el vehículo pare completamente después de haberse aplicado los frenos.

$$\mathbf{D_p = d_1 + d_2}$$

Dónde:

D_p = distancia de visibilidad de parada (m)

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

d₂ = distancia de frenado (m)

V_c = velocidad de circulación (km/h)

f = coeficiente de fricción longitudinal

Ficción Longitudinal

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

$$f = \frac{1,15}{55^{0,3}}$$

$$f = 0,345$$

Distancia recorrida durante el tiempo de percepción más reacción

$$d1 = 0,7 * Vc$$

$$d1 = 0,7 * 55$$

$$d1 = 38,5 \text{ m}$$

Distancia de frenado

$$d2 = \frac{Vc^2}{254 * f}$$

$$d2 = \frac{55^2}{254 * 0,345}$$

$$d2 = 34,52 \text{ m}$$

Distancia de visibilidad de parada

$$D_p = (38,5 + 34,52) \text{ m}$$

$$D_p = 73,02 \text{ m} \approx 75 \text{ m}$$

Tabla 38 Distancia de Visibilidad de Parada Mínimos

Criterio de Diseño: pavimentos Mojados

<u>Clase de Carretera</u>				<u>Valor</u>			<u>Valor</u>			
				<u>Recomendable</u>						
				<u>Absoluto</u>						
				<u>L</u>	<u>O</u>	<u>M</u>	<u>L</u>	<u>O</u>	<u>M</u>	
R-I	o R-II	>	8.000	TPDA	220	180	135	180	135	110
1	3.000	a	8.000		180	160	110	160	110	70
II	1.000	a	3.000		160	135	90	135	110	55
III	300	a	1.000		135	110	70	110	70	40
IV	100	a	300		110	70	55	70	35	25
V	Menos	de	100		70	55	40	55	35	25

Fuente: Normas MOP

Distancias de visibilidad de rebasamiento D_r

La distancia de visibilidad para el rebasamiento se determina en base a la longitud de carretera necesaria para efectuar la maniobra de rebasamiento en condiciones de seguridad. Aunque puede darse el caso de múltiples rebasamientos simultáneos, no resulta práctico asumir esta condición; por lo general, se considera el caso de un vehículo que rebasa a otro únicamente. Usualmente, los valores de diseño para el rebasamiento son suficientes para facilitar ocasionalmente rebasamientos múltiples.

Para el cálculo de la distancia mínima de rebasamiento en carreteras de dos carriles, se asume lo siguiente:

1. El vehículo rebasado circula con velocidad uniforme.
2. Cuando llega a la zona de rebasamiento, el conductor del vehículo rebasante requiere de corto tiempo para percibir dicha zona y reaccionar iniciando la maniobra.
3. El vehículo rebasante acelera durante la maniobra y su velocidad promedio durante la ocupación del carril izquierdo es de 16 kilómetros por hora, mayor a la del vehículo rebasado.
4. Cuando el vehículo rebasante regresa a su propio carril del lado derecho, existe un espacio suficiente entre dicho vehículo y otro que viene en sentido contrario por el otro carril.

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

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

Las distancias parciales arriba indicadas se calculan por las siguientes fórmulas:

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

Dónde:

D_r = distancia de visibilidad de rebasamiento (m)

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

$$D_r = (9,54 * 55) - 218$$

$$D_r = 742,7 \text{ m}$$

Sin embargo obtenida por el cálculo 742,7 m; la norma nos recomienda una distancia de visibilidad de rebasamiento mínima de $D_r = 415 \text{ m}$.

Peralte máximo

Como la vía del proyecto es de tipo III o tipo Colectora con una velocidad de diseño de $V=60$ km/h menor a 70 km/h según lo que establece las Normas de diseño geométrico de carreteras del MOP el valor del peralte máximo es de 10%.

Según las Normas de diseño geométrico del Ministerio de Obras Públicas (MOP 2003), una vía tipo III o Colectora tiene las siguientes características:

- Velocidad de diseño: 55 Km/h
- Radio mínimo de curvas horizontales: 100 m
- Distancia de visibilidad para parada: 75 m
- Distancia de visibilidad para rebasamiento: 415 m
- Peralte: 10 %
- Ancho de pavimento: 6.00 m

6.7.5.-Diseño del Pavimento Flexible Método AASHTO 93

El método AASHTO-1993 para el diseño de pavimentos flexibles, se basa primordialmente en identificar un “número estructural (SN)” para el pavimento, que pueda soportar el nivel de carga solicitado.

Para determinar el número estructural, el método se apoya en una ecuación que relaciona los coeficientes a_{123} , con sus respectivos números estructurales, los cuales se calculan con ayuda de un software, (AASHTO 93) el cual requiere unos datos de entrada como son el número de ejes equivalentes, el rango de serviciabilidad, la confiabilidad y el módulo Resiliente de la capa a analizar; esta ecuación se relaciona a continuación:

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

Donde:

a_i : *coeficiente estructural de la capa i*

D_i : *espesor, en pulgadas, de la capa i*

m_i : *coeficiente de drenaje de la capa i*

La ecuación AASTHO – 93 esta expresada de la siguiente forma:

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

Periodo de diseño

Se define como el tiempo elegido al iniciar el diseño, para el cual se determinan las características del pavimento, evaluando su comportamiento para distintas alternativas a largo plazo, con el fin de satisfacer las exigencias del servicio durante el periodo de diseño elegido, a un costo razonable.

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

Los periodos de diseño recomendados por la AASHTO se muestran en la tabla IV.1.

Tabla 39 Designación Periodo Diseño Vía

Tabla IV.1. Periodos de Diseño en Función del Tipo de Carretera

Tipo de Carretera	Periodo de Diseño (Años)
Urbana de tránsito elevado.	30 – 50
Interurbana de tránsito elevado	20 – 50
Pavimentada de baja intensidad de tránsito	15 – 25
De baja intensidad de tránsito, pavimentación con grava	10 – 20

Fuente: AASHTO, Guide for Design of Pavement Structures 1993

Fuente: Normas MOP

Confiabilidad

El nivel de confianza es uno de los parámetros importantes introducidos por la AASHTO al diseño de pavimentos, porque establece un criterio que está relacionado con el desempeño del pavimento frente a las solicitudes exteriores.

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

Tabla 40 Designación nivel de confiabilidad

Niveles Recomendados de Confiabilidad (R)

Clasificación de la vía	Urbana	Rural
Autopistas	85-97	80-95
Troncales	80-95	75-90
Locales	75-85	70-90
Ramales y Vías Agrícolas	50-75	50-75

Fuente: Método AASHTO 93

Para el presente diseño se va a tomar el valor promedio de confiabilidad que es 80 con el cual vamos a tener un factor Zr:

Tabla 41 Designación Coeficiente ZR

Confiabilidad (R)	Valor de 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: Carlos H. Corral Ch.

Como trabajamos con una confiabilidad del 80% se toma un factor Z_r de -0,841

Desviación estándar Global

Valores de “S0” en los tramos de prueba de AASHTO no incluyeron errores en la estimación del tránsito; sin embargo, el error en la predicción del comportamiento de las secciones en tales tramos, fue de 0.25 para pavimentos rígidos y 0.35 para los flexibles, lo que corresponde a valores de la desviación estándar total debidos al tránsito de 0.35 y 0.45 para pavimentos rígidos y flexibles respectivamente.

Módulo de Resiliencia

La parte fundamental para caracterizar debidamente a los materiales, consiste en la obtención del Módulo de Resiliencia, con base en pruebas de laboratorio, realizadas en materiales a utilizar en la capa subrasante (Método AASHTO T-274).

Lo anterior se hace con muestras representativas (esfuerzo y humedad) que simulen las estaciones del año respectivas. El módulo de resiliencia “estacional” será obtenido alternadamente por correlaciones con propiedades del suelo, tales como el contenido de arcilla, humedad, índice plástico, etc.

Finalmente, deberá obtenerse un “módulo de resiliencia efectivo”, que es equivalente al efecto combinado de todos los valores de módulos estacionales. Para la obtención del módulo estacional, o variaciones del M_r a lo largo de todas las estaciones del año se ofrecen dos procedimientos:

- 1) Obteniendo la relación en el laboratorio entre el módulo de resiliencia y el contenido de humedad de diferentes muestras en diferentes estaciones del año
- 2) Utilizando algún equipo para medición de deflexiones sobre carreteras en servicio durante diferentes estaciones del año.

$Mr \text{ (psi)} = 1500 * CBR$ **(sugerida por AASHTO) CBR < 10%**

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

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

Obtenido una vez el CBR de diseño de la vía (2,9) vamos a calcular el Mr de la siguiente manera:

$$Mr = 1500 * 2,9$$

$$Mr = 4350 \text{ psi} \approx 4,35 \text{ ksi}$$

Índice de Serviciabilidad

Para la AASHTO índice de servicio original de 0 a 5 para caminos intransitables hasta carreteras perfectas, respectivamente.

Sin embargo, se sugiere que el criterio para definir el índice de servicio terminal o mínimo de rechazo (menor índice tolerado antes de realizar alguna operación de rehabilitación, reencarpado o reconstrucción) esté en función de la aceptación de los usuarios de la carretera.

Para el caso de diseños de pavimentos en climas muy extremos, en especial los fríos, la guía de diseño del método actual recomienda evaluar adicionalmente la pérdida del índice de servicio original y terminal debida a factores ambientales por congelamiento y deshielo, que producen cambios volumétricos notables en la capa subrasante y capas superiores de la estructura del pavimento.

Serviciabilidad Inicial

Po = 4.5 para pavimentos rígidos

Po = 4.2 para pavimentos flexibles

Serviciabilidad final

° Para vías con características de autopistas urbanas y troncales de mucho tráfico:

$$\mathbf{pt = 2.5 -3.0}$$

° Para vías con características de autopistas urbanas y troncales de intensidad de tráfico normal, así como para autopistas Interurbanas,

$$\mathbf{pt = 2.0-2.5}$$

Para vías locales, ramales, secundarias y agrícolas se toma un valor de

$$\mathbf{pt = 1.8-2.0}$$

Pérdida de Serviabilidad

Pérdida o diferencia entre índices de servicio inicial y Terminal.

El cambio o pérdida en la calidad de servicio que la carretera proporciona al usuario, se define en el método así:

PSI=Índice de Servicio Presente

$$\Delta\text{PSI} = \text{PSIf} - \text{PSIo}$$

Dónde:

ΔPSI = Diferencia entre los índices de servicio inicial y el final deseado

PSIo = Índice de servicio inicial

PSIf = Índice de servicio final

La pérdida de serviciabilidad la calcularemos de la siguiente manera:

$$\Delta\text{PSI} = \text{PSIf} - \text{PSIo}$$

$$\Delta\text{PSI} = 4.2 - 2.0 = 2.2$$

Ejes equivalentes

Dado que los vehículos livianos no contribuyen significativamente al daño estructural de las capas del pavimento, se consideran sólo los vehículos pesados para estimar la cantidad de solicitaciones que afectarán al camino durante su vida de servicio.

La guía utiliza para el diseño los Ejes Equivalentes acumulados para el período de diseño. Para determinar los Ejes Equivalentes de diseño se requerirá de la siguiente información:

- Período de diseño estructural
- TMDA y Tasa de Crecimiento
- Estratigrafía de carga de vehículos pesados

Con esta información la guía propone una metodología simplificada para la estimación de los Ejes Equivalentes de diseño. La información debe ser lo más cercana a la realidad y no se recomienda aplicar factores de seguridad propios debido a que la cartilla resume la información en cinco rangos de Ejes Equivalentes y utiliza valores discretos en su metodología.

En la guía de diseño, se definen los vehículos pesados de acuerdo a la clasificación utilizada por la Dirección Nacional de Vialidad, es decir, buses, camiones de 2 ejes y camiones de más de 2 ejes.

Cada uno de estos vehículos definidos anteriormente posee limitaciones de carga máxima, las cuales se presentan en el cuadro, y deben ser muy bien controladas durante la vida de servicio, particularmente en los pavimentos de bajo volumen de tránsito. Esto último, debido a que las sobrecargas se tornan críticas para el desempeño de los pavimentos, particularmente estas capas de rodadura de bajo espesor.

Tasa de Crecimiento

La estimación de los flujos de tránsito es una de las etapas críticas durante el proceso de diseño estructural de pavimentos, primero porque no es muy usual contar con buenos registros de tránsito en este tipo de vías, segundo porque normalmente presentan importantes variaciones estacionales de tránsito y tercero debido a la gran incertidumbre que existe sobre el comportamiento del futuro flujo vehicular una vez realizado los mejoramientos de estándar del camino.

La estimación del tránsito generado que producen los cambios de estándar de caminos de bajo volumen de tránsito, son uno de los mayores problemas a los cuales se enfrenta el diseñador al momento de estimar los flujos futuros de tránsito. Si bien existen casos especiales en que este aspecto se transforma en un problema real, los estudios internacionales analizados en general no consideran este efecto significativo, debido a que la tasa de crecimiento tiende a estabilizarse en los años posteriores al cambio de estándar.

La guía considera este efecto por medio del manejo de las tasas de crecimiento en el cálculo de los flujos totales de tránsito para todo el período de diseño. De esta forma, las tasas de crecimiento utilizadas fueron de 4 % para el caso normal y de 7 % para el caso de existir tránsito generado.

Factor de Daño

Para expresar el daño que produce el tráfico, en términos del deterioro que produce un vehículo en particular, hay que considerar la suma de los daños producidos por cada eje de ese tipo de vehículo.

De este criterio nace el concepto de Factor de Camión, que se define como el número de ESAL's por número de vehículo. Este factor puede ser calculado para cada tipo de camiones, o para todos los vehículos como un promedio de una determinada configuración de tráfico.

Se ha demostrado que el eje delantero tiene una mínima influencia en el daño producido en el pavimento, por ejemplo en el ahuellamiento, la fisuración y la pérdida de serviciabilidad su participación varía de 0,13 al 2,1 %. Por esta razón el eje delantero no está incluido en los factores de equivalencia de carga, lo cual no afecta a la exactitud del cálculo.

Tabla 42 Factor de Daño Vehículos

TIPO	SIMPLE	SIMPLE DOBLE		TANDEM		TRIDEM		FACTOR DAÑO	
	Ton	P/6.6	Ton	P/8.2	Ton	P/15	Ton		P/23
BUS	4.0	0.13	8	0.91					1.04
C-2P	2.5	0.02							1.29
	7.0	1.27							
C-2G	6.0	0.68	11	3.24					3.92
C-3	6.0	0.68			18	2.08			2.76
C-4	6.0	0.68					25	1.4	2.08
C-5	6.0	0.68			18	2.08			2.76
C-6	6.0	0.68			18	2.08	25	1.4	4.16

Fuente: Método AASHTO 93

Ecuación para calcular W (tránsito en ejes equivalentes acumulados para el período de diseño) en el carril de diseño.

$$W=DD*DL*WE$$

Dónde:


W=Tránsito acumulado en el primer año, en ejes equivalentes sencillos de 8.2 ton, en el carril de diseño.

D_D =Factor de distribución direccional; se recomienda 50% para la mayoría de las carreteras, pudiendo variar de 0.3 a 0.7, dependiendo de en qué dirección va el tránsito con mayor porcentaje de vehículos pesados.

D_L =Factor de distribución por carril, cuando se tengan dos o más carriles por sentido. Se recomiendan los siguientes valores:

WE=Ejes equivalentes acumulados en ambas direcciones

Tabla 43 Cálculo de Ejes equivalentes

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CALCULO DE LOS EJES EQUIVALENTES VIA HUAGRAHUASI - PANTZA									
AÑO	% CRECIMIENTO		TRAFICO PROMEDIO DIARIO			CAMIONES		W18 ACUM ULADO	ACUMUL ADO POR HORA
	AUTO	CAMION	TPDA TOTAL	AUTOS	CAMION	C-2P	C-2G		
2015	3,97	1,94	250	176	74	30	44	52399	26200
2016	3,97	1,94	258	183	75	31	45	53416	26708
2017	3,97	1,94	267	190	77	31	46	54452	27226
2018	3,97	1,94	276	198	78	32	47	55509	27754
2019	3,97	1,94	286	206	80	32	48	56585	28293
2020	3,57	1,74	294	213	81	33	48	51736	25868
2021	3,57	1,74	303	221	83	34	49	52637	26318
2022	3,57	1,74	313	228	84	34	50	53553	26776
2023	3,57	1,74	322	237	86	35	51	54484	27242
2024	3,57	1,74	332	245	87	35	52	55432	27716
2025	3,25	1,74	342	253	89	36	53	56397	28198
2026	3,25	1,74	352	261	90	37	54	57378	28689
2027	3,25	1,74	362	270	92	37	55	58377	29188
2028	3,25	1,74	372	279	94	38	55	59392	29696
2029	3,25	1,74	383	288	95	39	56	60426	30213
2030	3,25	1,74	394	297	97	39	57	61477	30739
2031	3,25	1,74	405	307	98	40	58	62547	31273
2032	3,25	1,74	417	317	100	41	59	63635	31818
2033	3,25	1,74	429	327	102	41	60	64743	32371
2034	3,25	1,74	441	337	104	42	62	65869	32935
2035	3,25	1,74	454	348	106	43	63	67015	33508

Fuente: Carlos H. Corral Ch.

Diseño de los espesores

La estructura del pavimento flexible está formada por un sistema de varias capas, por lo cual debe dimensionarse cada una de ellas considerando sus características propias.

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

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

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

Dónde:

SN = número estructural.

a_1 , a_2 y a_3 = coeficientes estructurales de la carpeta, base, sub-base respectivamente.

d_1 , d_2 y d_3 = espesores de cada una de las capas que conforman la estructura del pavimento.

m_2 y m_3 = coeficientes de drenaje de sub-base y base respectivamente.

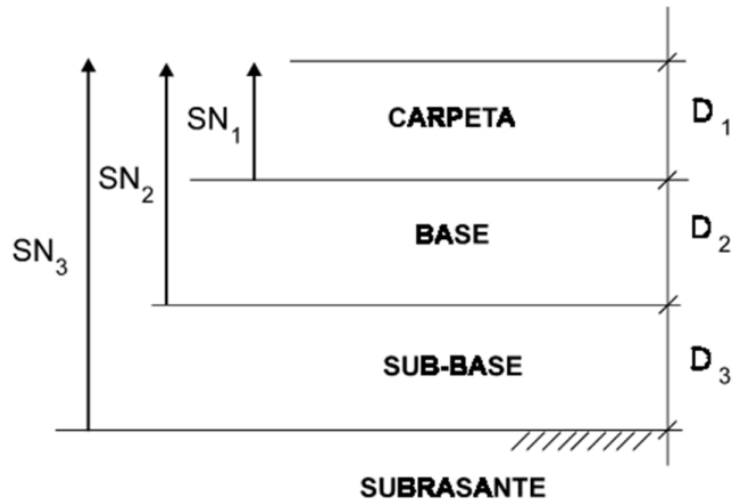


Ilustración 32 Capas Asfalto

Se tiene que tomar en cuenta que los espesores tienen relación con el número de ejes equivalentes de la vía por lo que no pueden ser menores a los valores que establece la norma AASHTO – 93 los cuales son:

Tabla 44 Espesor mínimo según TPDA

Tránsito (ESAL's) En Ejes Equivalentes	Carpetas De Concreto Asfáltico	Bases Granulares
Menos de 50,000	1,0 ó T.S.	4,0
50,001 – 150,000	2,0	4,0
150,001 – 500,000	2,5	4,0
500,001 – 2'000,000	3,0	6,0
2'000,001 – 7'000,000	3,5	6,0
Mayor de 7'000,000	4,0	6,0

T.S. = Tratamiento superficial

Fuente: AASHTO, Guide for Design of Pavement Structures 1993.

La tabla expresa el espesor mínimo dado en pulgadas debido a que nuestro número de ejes equivalentes es $W_{18} = 33508$ la carpeta asfáltica no podrá ser menor a 1 plg. (2,54 cm) o a su vez la misma podrá tener un tratamiento superficial y el espesor de las bases granulares no serán menores a 4 plg. (10,16 cm).

Coefficiente a_1 Carpeta Asfáltica

Los materiales usados en cada una de las capas de la estructura de un pavimento flexible, de acuerdo a sus características ingenieriles, tienen un coeficiente estructural “ a_1 ”. Este coeficiente representa la capacidad estructural del material para resistir las cargas solicitantes.

Estos Coeficientes están basados en correlación es obtenidas a partir de la prueba AASHO de 1958-60 y ensayos posteriores que se han extendido a otros materiales y otras condiciones para generalizar la aplicación del método.

En el caso del proyecto no se dispuso del módulo de la elasticidad de la mezcla asfáltica razón por la cual se empleó la estabilidad de Marshall para obtener el coeficiente, la estabilidad de Marshall mínima escogida fue 1800 lb según lo establecido en la tabla 405.5.4, de las Especificaciones Generales para Caminos y Puentes del MOP.

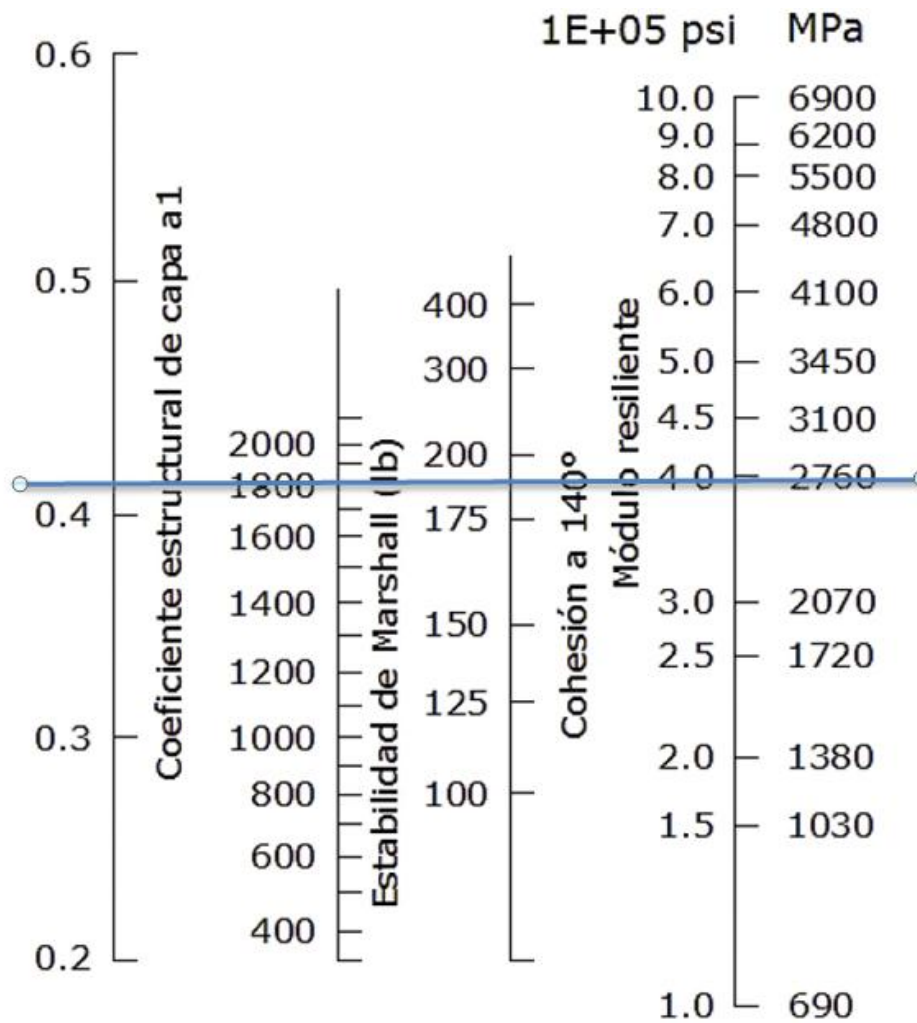


Ilustración 33 Nomograma a1

Por medio de nomograma se obtuvo el coeficiente $a_1 = 0,41$ y un módulo resiliente de la carpeta asfáltica de $3,90E+05$ psi.

Coefficiente a_2 Base

Se describió cuáles son las propiedades deben tener las bases de agregados, según la sección 404 “Bases” en las Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes del MOP las bases de agregados deberán tener un $CBR \geq 80\%$, en base a este dato mediante el siguiente nomograma se determinó el coeficiente estructural de la capa base.

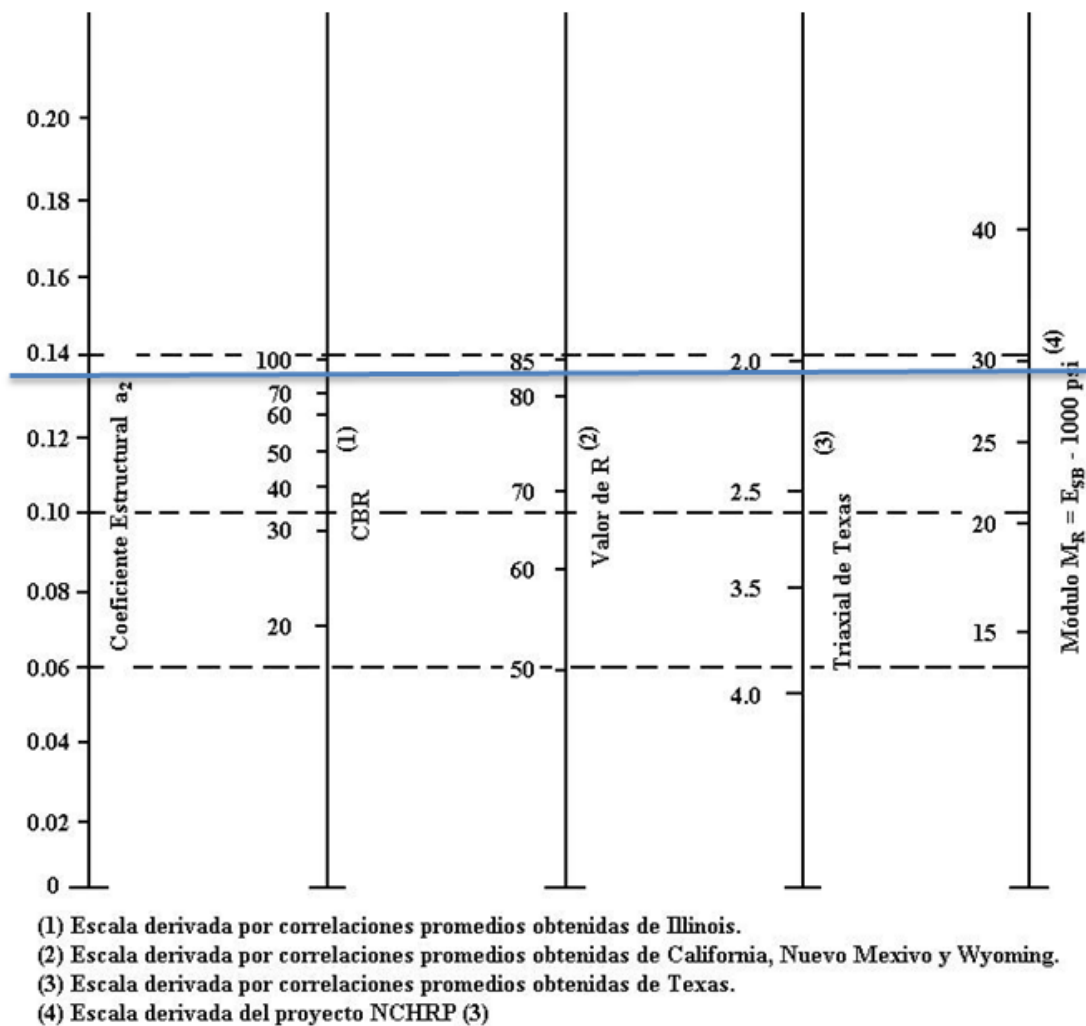


Ilustración 34 Nomograma a_2

Por medio de nomograma se obtuvo el coeficiente $a_2 = 0,133$ y un módulo resiliente de la sub base de $29,0E+03$ psi.

Coefficiente a_3 Sub Base

Se mencionó cuáles son las características que deben tener las sub-bases de agregados, según las Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes del MOP en la sección 403 “Sub-bases” describe que las sub140 bases de agregados deberán tener un $CBR \geq 30\%$, en base a este dato mediante el siguiente nomograma se encontró el coeficiente estructural de la capa sub-base.

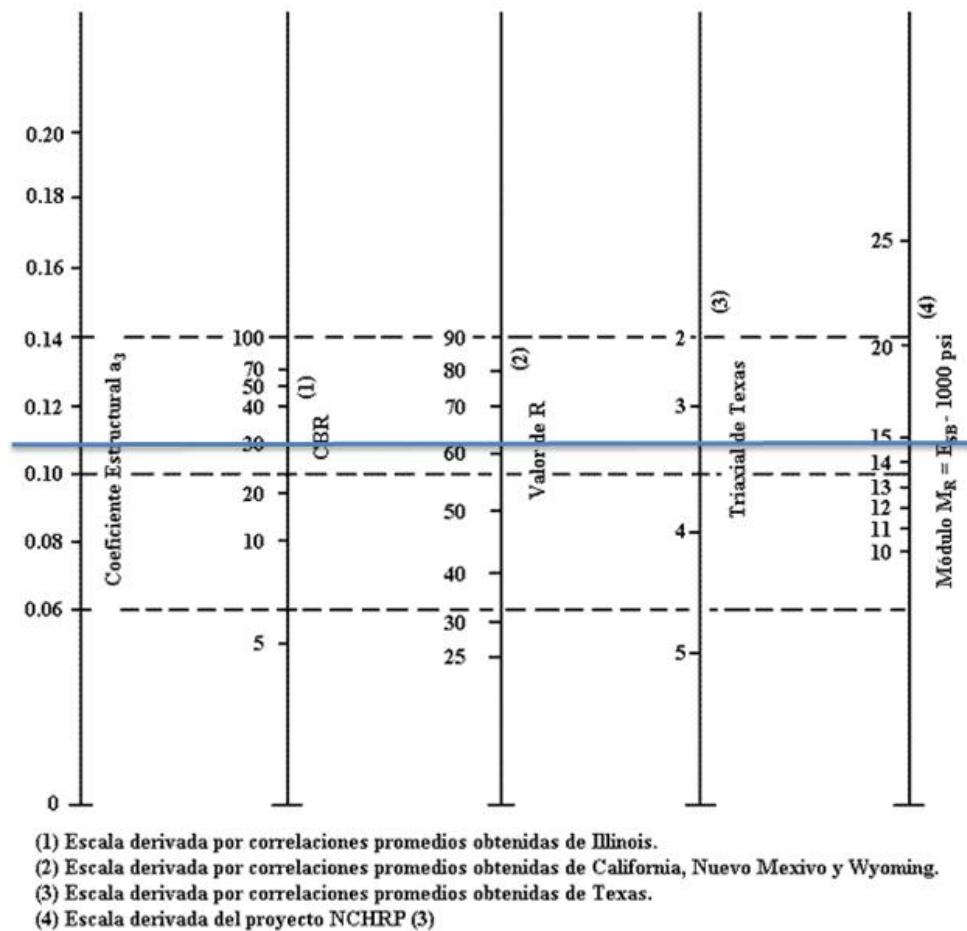


Ilustración 35 Nomograma a_3

Por medio de nomograma se obtuvo el coeficiente $a_3 = 0,135$ y un módulo resiliente de la sub base de $14,9E+03$ psi.

Coeficiente de Drenaje

El Método AASHTO '93 para el diseño de pavimentos flexibles proporciona un sistema para ajustar los coeficientes estructurales en forma tal que tomen en consideración de los niveles de drenaje sobre el comportamiento del futuro pavimento. Los niveles de drenaje que han sido definidos en este método son:

Tabla 45 Características Drenaje

Características de drenaje del material de base y/o sub-base granular

Nivel de Drenaje	Agua eliminada dentro de
Excelente	Dos (2) horas
Buena	Un (1) día
Regular	Una (1) semana
Pobre	Un (1) mes
Muy pobre	El agua no drena

Fuente: Método AASHTO 93

El efecto de la calidad del drenaje sobre la estructura del pavimento se toma en cuenta a través de un "factor de ajuste (m)", y por el cual se multiplican los coeficientes estructurales de la base (ab) o de la sub-base (asb), sólo en el caso de que los materiales/mezclas que constituyan estas capas sean del tipo no-tratados.

Tabla 46 Calidad Drenaje

Calidad de Drenaje de la Base o sub-base	<i>Porcentaje del tiempo durante el cual la estructura del pavimento está sometido a condiciones de humedad cercanas a saturación</i>			
	Menos del 1 %	Entre el 1 y 5 %	Entre el 5 y 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	1,05 - 0,80	0,80
Pobre	1,15 - 1,05	1,05 - 0,80	0,80 - 0,60	0,60
Muy pobre	1,05 - 0,95	0,95 - 0,75	0,75 - 0,40	0,40

Fuente: Método AASHTO 93

Para nuestro caso vamos a determinar un buen calidad de drenaje tanto para base como para sub base es decir nuestro coeficiente va a ser igual a 1.

Número Estructural

Para determinar el número estructural se empleo un programa el cual nos ayudo a resolver la formula, el programa “Ecuación AAHTO 93” nos permite en base al ingreso de los valores de confiabilidad, desviación estándar, serviciabilidad inicial, serviciabilidad final, el módulo resiliente de la subrasante y el número de ejes equivalentes acumulados al final del período de diseño determinar el número estructural **SN** o a su vez en base al número estructural determinar los ejes equivalentes **W₁₈**.

The screenshot shows the 'Ecuación AASHTO 93' software window. It contains several input fields and buttons. The 'Tipo de Pavimento' section has 'Pavimento flexible' selected. The 'Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So)' section has '80 % Zr=-0.841' selected for reliability and '0.45' for standard deviation. The 'Serviciabilidad inicial y final' section has '4.2' for initial PSI and '2' for final PSI. The 'Módulo resiliente de la subrasante' section has '4350 psi' for Mr. The 'Información adicional para pavimentos rígidos' section has empty fields for E_c, S_c, J, and C_d. The 'Tipo de Análisis' section has 'Calcular SN' selected, showing 'W18 = 33508'. The 'Número Estructural' section shows 'SN = 2.24'. There are 'Calcular' and 'Salir' buttons at the bottom.

Ilustración 36 Cálculo del número estructural

Tabla 47 Diseño de los espesores de la vía

DISEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES METODO AASHTO 1993			
PROYECTO : Vía Huagrahuasi-Pantza	TRAMO : Diseño		
SECCION 1 : km 0+000 - km 5+000	FECHA : 03/04/2015		

DATOS DE ENTRADA (INPUT DATA) :

1. CARACTERISTICAS DE MATERIALES	DATOS
A. MODULO DE ELASTICIDAD DE LA MEZCLA ASFALTICA (ksi)	370,00
B. MODULO DE ELASTICIDAD DE LA BASE GRANULAR (ksi)	28,00
C. MODULO DE ELASTICIDAD DE LA SUB-BASE (ksi)	15,00
2. DATOS DE TRAFICO Y PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE	
A. NUMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTAL (W18)	3,35E+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)	4,35
D. SERVICIABILIDAD INICIAL (pi)	4,2
E. SERVICIABILIDAD FINAL (pf)	2,0
F. PERIODO DE DISEÑO (Años)	20
3. DATOS PARA ESTRUCTURACION DEL REFUERZO	
A. COEFICIENTES ESTRUCTURALES DE CAPA	
Concreto Asfáltico Convencional (a1)	0,410
Base granular (a2)	0,133
Subbase (a3)	0,135
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})	2,23
NUMERO ESTRUCTURAL CARPETA ASFALTICA (SN _{CA})	1,03
NUMERO ESTRUCTURAL BASE GRANULAR (SN _{BG})	0,34
NUMERO ESTRUCTURAL SUB BASE (SN _{SB})	0,87

ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO PROPUESTA

	TEORICO	PROPUESTA	
		ESPESOR	SN (calc)
ESPESOR CARPETA ASFALTICA (cm)	6,4 cm	5,0 cm	0,81
ESPESOR BASE GRANULAR (cm)	6,5 cm	10,0 cm	0,52
ESPESOR SUB BASE GRANULAR (cm)	16,3 cm	20,0 cm	1,06
ESPESOR TOTAL (cm)		35,0 cm	2,39

RESPONSABLE :

HOJA DISEÑADA POR: Carlos Corral AMBATO - ECUADOR
--

Fuente: Carlos H. Corral Ch.

Capa de Mejoramiento

Debido a que la subrasante mediante los ensayos de suelos se determinó que esta compuesto de un suelo de características muy pobres requiere que el mismo sea mejorado para esto es necesario revisar el CBR de diseño obtenido ($CBR_{DISEÑO} = 2,9$); puesto a que la norma AASTHO nos indica que suelos con CBR menor a 6% deben ser descartados es necesario efectuar un mejoramiento de la capa.

Para aumentar la capacidad de soporte de la rasante y mejorar las propiedades de la misma se ha decidido colocar material pétreo sobre su superficie, pero para ello es necesario determinar el espesor que se necesita D_4 ; a continuación se presenta un método propuesto por la AASTHO para determinar el espesor de la capa de mejoramiento en base a la capacidad de soporte CBR de suelo que se desea mejorar.

Tabla 48 Altura para capa de mejoramiento según CBR

ALTURA DE MEJORAMIENTO	
C.B.R.	H (Mejoramiento) cm
0,5	110
1,0	81
1,5	65
2,0	55
2,5	47
3,0	41
3,5	35
4,0	31
4,5	27
5,0	24
5,5	21
6,0	18
6,5	15
7,0	13
7,5	11
8,0	9
9,0	6
10,0	3
10,8	0

Fuente: Método AASTHO para determinar espesor de capa de mejoramiento

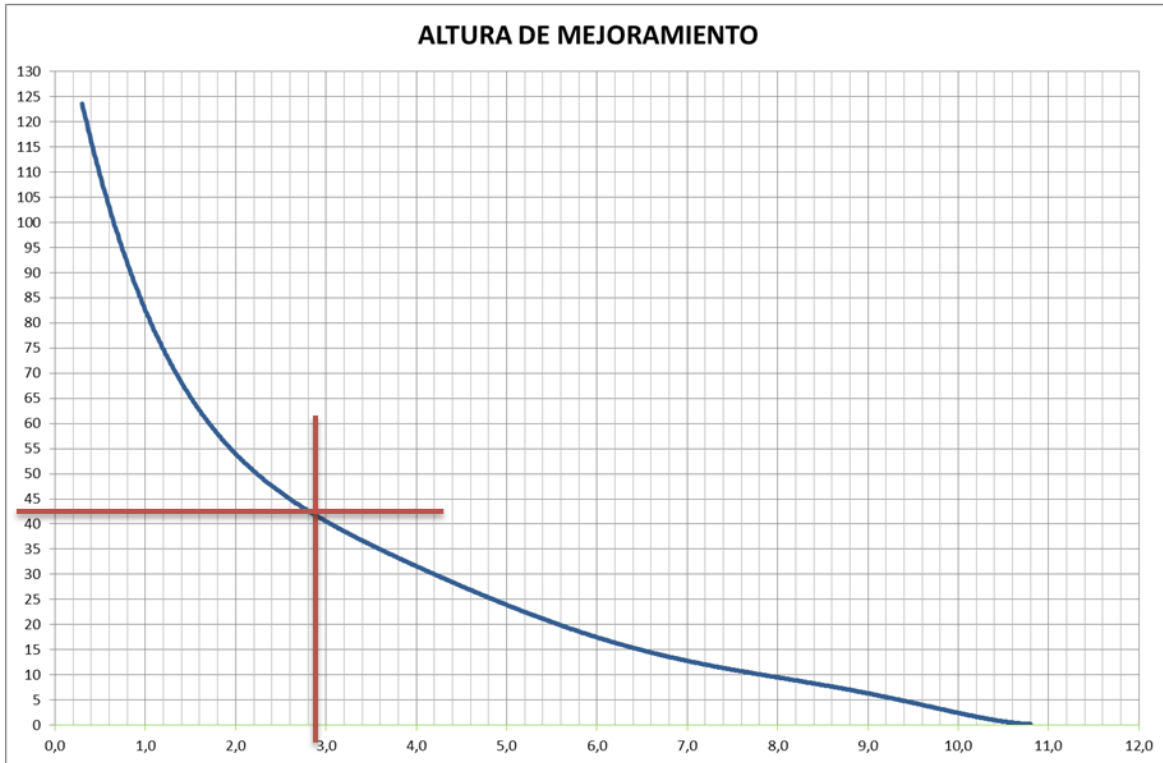


Ilustración 37 Curva para determinar espesor de material de mejoramiento

Con la ayuda del gráfico que nos propone la AASHTO para el cálculo del espesor de la capa de mejoramiento se determinó que es necesario un espesor de 43 cm, debido a que no nos proporciona mayores datos del material de mejoramiento con el que se realizó este estudio, es necesario aumentar el espesor propuesto garantizando así que el mejoramiento del mismo sea el adecuado.

El espesor de la capa de mejoramiento para el proyecto se eligió de 60 cm, el cual se extenderá a lo largo de toda la rasante conformada.

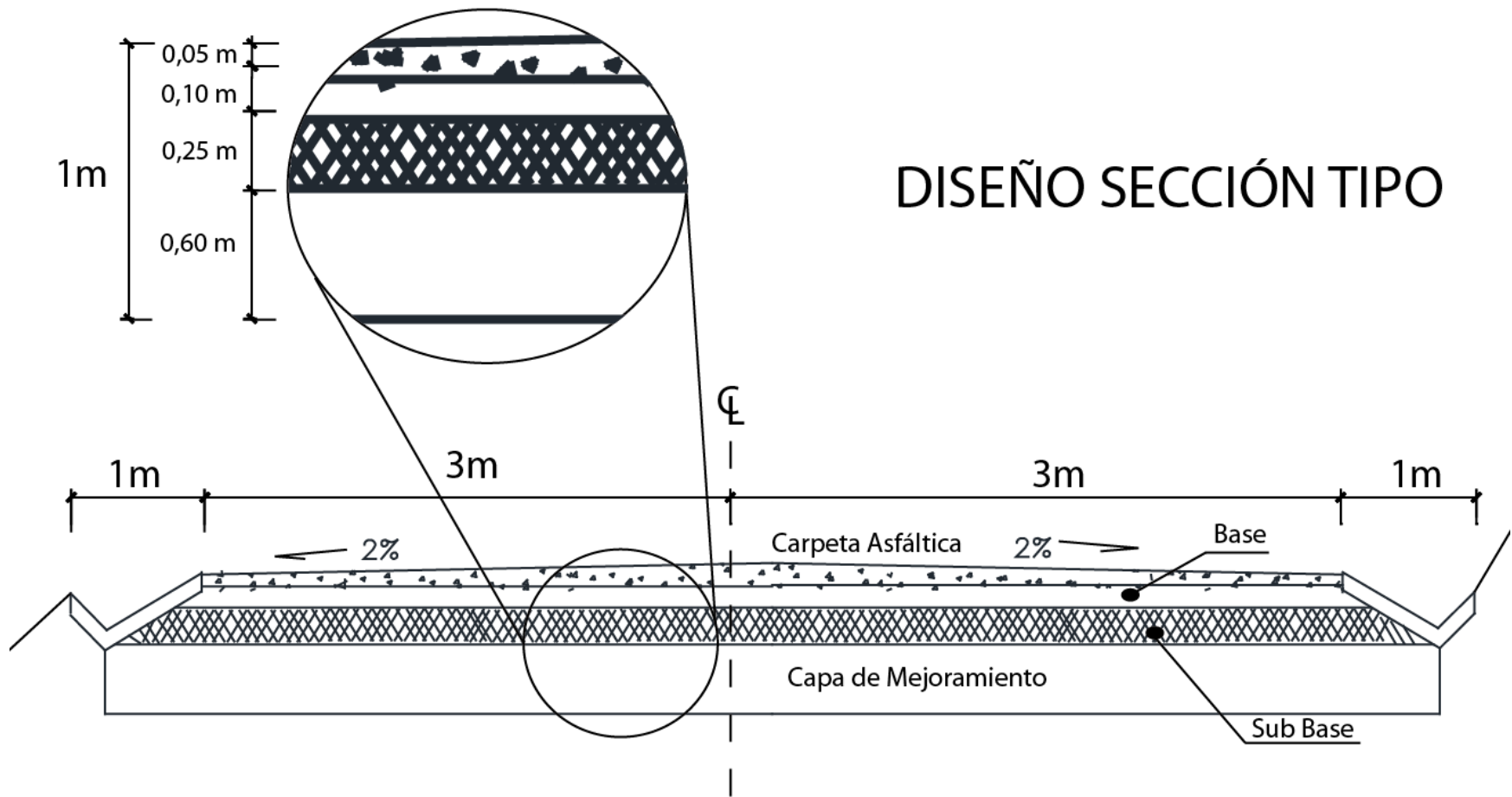


Ilustración 38 Gráfico del diseño de la estructura del pavimento

Fuente: Carlos H. Corral Ch.

6.7.6.- Sistemas de Drenaje

Cunetas

Para el cálculo de la cuneta vamos a imponernos las dimensiones de un tipo de cuneta y a continuación mediante fórmulas de canales vamos a determinar que la misma es capaz de soportar el caudal esperado, de tal forma que la misma estructura nos va a garantizar el drenaje de las aguas pluviales. Para el cálculo de la cuneta vamos a utilizar las siguientes ecuaciones:

$$V = \left(\frac{1}{n}\right) * (R)^{\frac{2}{3}} * (J)^{\frac{1}{2}}$$

Velocidad del flujo expresada en (m/s)

$$Q = (A) * (V)$$

Caudal del flujo de agua

$$R = \left(\frac{A}{P}\right)$$

Radio hidráulico del flujo de agua

NOMENCLATURA:

V: Velocidad (m/s)

n: Coeficiente de Rugosidad de Manning

J: Pendiente Hidráulica

Q: Caudal de diseño (m³/s)

A: Área de la sección de la corriente (m²)

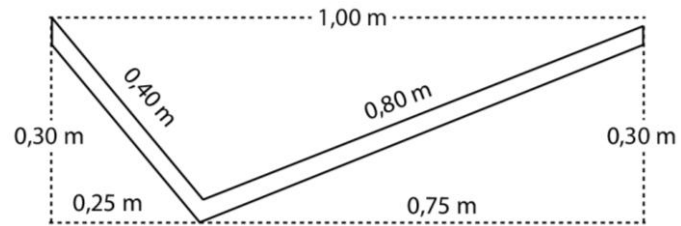
P: Perímetro Mojado (m)

R: Radio Hidráulico (m)

Debido a que vamos a tener que trabajar con las condiciones más críticas vamos a considerar que la cuneta va a estar llena:

b: Base de la sección = 1 m

h: Profundidad de la cuneta = 0,3 m



Determinamos el área mojada (A_m) de la cuneta considerando que la sección de la misma va a estar llena.

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

$$A_m = \frac{1 * 0,3}{2}$$

$$A_m = 0,15 \text{ m}^2$$

Perímetro mojado (P_m).

$$P = (0,4) m + (0,8) m$$

$$P = 1,2 \text{ m}$$

Radio Hidráulico

$$R = \frac{A_m}{P_m}$$

$$R = \frac{0,15 \text{ m}^2}{1,2 \text{ m}}$$

$$R = 0,125 \text{ m}$$

Determinamos el coeficiente de Manning en función del revestimiento que se le va a dar a la cuneta que va a ser de hormigón.

Tabla 49 Coeficiente de Rugosidad

Conductos Abiertos Revestidos y de Alineamiento Recto :

Revestimiento	Calidad Buena	Calidad Regular
Concreto vaciado en formaletas sin acabado	0,013	0,017
Concreto alisado a boca de cepillo	0,013	0,015
Concreto emparejado con llana	0,012	0,014
Mortero lanzado, sección buena	0,016	0,019
Piedras irregulares, unidas con mortero cemento	0,017	0,020
Mampostería de piedra bruta y mortero de cemento frisado	0,016	0,020

NOTA: Cuando la calidad de la construcción es mala usar los mayores valores de "n".

Fuente: Cálculo de canales abiertos Manning.

n=0,014 (Concreto emparejado con llana)

Utilizando la ecuación de continuidad de Manning:

$$V = \left(\frac{1}{0,014} \right) * (0,125)^{\frac{2}{3}} * (J)^{\frac{1}{2}}$$

$$V = 17,86 * (J)^{\frac{1}{2}}$$

Reemplazando la ecuación de la velocidad en la ecuación del caudal se tiene:

$$Q = (0,15) * \left(17,86 * (J)^{\frac{1}{2}} \right)$$

$$Q = 2,68 (J)^{\frac{1}{2}}$$

Tenemos una pendiente mínima del 2%

Tabla 50 Velocidades según Gradiente

J%	J	V(m/s)	Q(m³/s)
0,500	0,005	1,264	0,170
1,000	0,010	1,787	0,241
1,500	0,015	2,189	0,295
2,000	0,020	2,527	0,341
2,500	0,025	2,825	0,381
3,000	0,030	3,095	0,417
3,500	0,035	3,343	0,451
4,000	0,040	3,574	0,482
4,500	0,045	3,791	0,511
5,000	0,050	3,996	0,539
5,500	0,055	4,191	0,565
6,000	0,060	4,377	0,590
6,500	0,065	4,556	0,614
7,000	0,070	4,728	0,638
7,500	0,075	4,894	0,660
8,000	0,080	5,054	0,682
8,500	0,085	5,210	0,703
9,000	0,090	5,361	0,723
9,500	0,095	5,508	0,743
10,000	0,100	5,651	0,762

Fuente: Cálculo de canales abiertos Manning.

$$Q = (0,15) * \left(17,86 * (0,02)^{\frac{1}{2}} \right)$$

$$Q = 0,38 \text{ m}^3/\text{seg}$$

Caudal Máximo Probable

Área de drenaje

Longitud máxima de drenaje = 563 m

Ancho máximo = (ancho de carril) + (cuneta)

Ancho máximo = (6m / 2) + (1m)

Ancho máximo = 4.0 m

$$\text{Área} = (\text{Longitud} * \text{ancho})$$

$$\text{Área} = (840) \text{ m} * (4.0) \text{ m}$$

$$\text{Área} = 3360 \text{ m}^2$$

$$A = 0.336 \text{ Ha}$$

Intensidad Máxima de Lluvia

La ecuación pluviométrica de la localización se expresa de la siguiente forma:

$$I_{TR} = \frac{K * Id_{TR}}{t^n}$$

Dónde:

I_{TR} = intensidad de precipitación para cualquier período de retorno (mm/h)

Id_{TR} = intensidad diaria para un período de retorno dado (mm/h)

TR = período de retorno

t = tiempo de duración de la lluvia

K y n = constantes de ajuste para cada localidad

Intensidad diaria para un período de retorno dado $I_{d_{TR}}$

La precipitación máxima en 24 horas se obtendrá de los registros de las estaciones pluviométricas más cercana a la zona del proyecto, cuando no se disponen de tales datos se podría recurrir al mapa de isolíneas del INAHMI, en correlación con la zonificación con la que han sido determinadas las ecuaciones (MOP, 2003)

La precipitación máxima en 24 horas de la estación fue $P_{\text{máx}24 \text{ horas}} = 122,9 \text{ mm}$

Por lo tanto la intensidad diaria se calculó con la siguiente expresión:

$$P_{\text{máx}}(\text{mm}) = I_{d_{TR}}(\text{mm/h}) * 24 \text{ h}$$

$$I_{d_{TR}} = \frac{P_{\text{max}}}{24}$$

$$I_{d_{TR}} = \frac{122,9 \text{ mm/h}}{24 \text{ h}}$$

$$I_{d_{TR}} = 5,12 \text{ mm}$$

Período de retorno (años)

Vamos a diseñar el sistema con un período de retorno mínimo de 10 años para cunetas.

Tiempo de duración de la lluvia o de concentración t_c (min)

Se estableció que la longitud más crítica es de 563 m y un desnivel de 45,23 m.

$$t_c = 0,0195 * \left(\frac{563^3}{45,23} \right)^{0.385}$$

$$t_c = 6,75 \text{ min}$$

Ecuación pluviométrica

El proyecto se halla dentro de la zona 29 del mapa de zonificación de intensidades del INAMHI, por lo tanto la ecuación de intensidad correspondiente a esta zona es:

Para $5 \text{ min} < t_c < 120 \text{ min}$

$$I_{TR} = 75,204 * \frac{1}{t^{0,4828}} * Id_{TR}$$

$$I_{TR} = 75,204 * \frac{1}{(6,75)^{0,4828}} * 5,12$$

$$I_{TR} = 153,15 \text{ mm/h}$$

Coefficiente de escorrentía

Tabla 51 Coeficiente de Escorrentía

COBERTURA DEL SUELO	TIPO DE SUELO	PENDIENTE (%)				
		> 50	20-50	5-20	1-5	0-1
Sin vegetación	Impermeable	0,80	0,75	0,70	0,65	0,60
	Semipermeable	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50
	Permeable	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30
Cultivos	Impermeable	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50
	Semipermeable	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40
	Permeable	0,40	0,35	0,30	0,25	0,20
Pastos,	Impermeable	0,65	0,60	0,55	0,50	0,45
vegetación ligera	Semipermeable	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35
	Permeable	0,35	0,30	0,25	0,20	0,15
Hierba	Impermeable	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40
	Semipermeable	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30
	Permeable	0,30	0,25	0,20	0,15	0,10
Bosque, vegetación densa	Impermeable	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35
	Semipermeable	0,45	0,40	0,35	0,30	0,25
	Permeable	0,25	0,20	0,15	0,10	0,05

Fuente: Cálculo de canales abiertos Manning.

$$C = 0,65$$

Utilizando el método racional vamos a obtener el caudal admisible de la cuneta

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

Q = Caudal máximo esperado

C = Coeficiente de escurrimiento

I = Intensidad de precipitación máxima

A = Número de hectáreas tributarias

$$Q = \frac{(0,65) * (153,15) * (0,336)}{360}$$

$$Q = 0,093 \text{ m}^3/\text{seg}$$

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

$$0.378 \text{ m}^3/\text{s} > 0.093 \text{ m}^3/\text{s} \text{ Cumple}$$

La cuneta propuesta en la condición más crítica va a conducir el agua de forma óptima ante el caudal máximo esperado.

Alcantarillas

La lluvia que cae sobre la superficie de la tierra, una parte escurre inmediatamente reuniéndose en corrientes de agua; otra se evapora y el resto se infiltra en el terreno.

Cuando el agua de escurrimiento o de infiltración alcanza la carretera, si no se dispone de los elementos necesarios para conducirla o desviarla, puede ocasionar la inundación de la calzada, el debilitamiento de la estructura de la carretera y la erosión o el derrumbe de los taludes, con graves perjuicios para el usuario de la vía y para la economía de la nación.

La remoción de las aguas superficiales, ya sea que éstas caigan directamente sobre la plataforma de la vía o sobre las cuencas tributarias de las corrientes que debe cruzar la carretera, se logra a través de las obras de drenaje superficial; la remoción de las aguas subterráneas, mediante los sub-drenajes. Numerosos factores deben hacerse intervenir en el estudio de los drenajes de una carretera: la Topografía, la Hidrología y la Geología de la zona; variadas ramas de la ingeniería participan en la solución del problema: la estadística, la hidráulica, el diseño estructural, etc.

Debido a las diferencias en las características topográficas, hidrológicas y geológicas, los métodos de diseño de los drenajes y los coeficientes que se utilizan en las fórmulas pueden variar mucho de un sitio a otro. Ello obliga, en este texto, a una exposición de carácter fundamental, donde se señalen las prácticas de mayor aceptación.

La función de los drenajes superficiales de una carretera es la de proveer las facilidades necesarias para el paso de aguas de un lado a otro de la vía, y para el drenaje de las aguas que caen directamente encima de la plataforma y de otras áreas que desagüen en ella.

En el orden enunciado, esta función es cumplida por las alcantarillas, los puentes, por las zanjas, cunetas y desagües pluviales. Una alcantarilla es un conducto que lleva agua a través de un terraplén. Es un paso a nivel para el agua y el tráfico que pasa sobre ella. A diferencia con la plataforma de los puentes, la parte superior de las alcantarillas, generalmente no forma parte del pavimento de la carretera.

Estudios previos al diseño de alcantarillas

Los estudios previos al diseño de las alcantarillas se pueden dividir en los siguientes grupos:

1. Estudios Hidrológicos.
2. Estudios Topográficos.
3. Estudios Hidráulicos

La Fórmula Racional

Fue desarrollada originalmente para estimar el escurrimiento en áreas urbanas. El uso de esta fórmula se remonta a 1889, cuando Emil Kuichling la menciona por primera vez. El método racional se puede considerar para las áreas hasta 500 hectáreas.

La fórmula racional expresa que la descarga es igual a un porcentaje de la precipitación multiplicado por el área de la cuenca. La duración mínima de la lluvia seleccionada deberá ser el tiempo necesario, en minutos, para que una gota de agua llegue a la estructura de drenaje desde el punto más alejado de la cuenca. Ese tiempo se llama tiempo de concentración:

Así puede escribirse:

$$Q = C_f CIA$$

Dónde:

Q: Descarga en litros por segundo.

Cf: Factor de saturación

C: Coeficiente de escorrentía

I: Intensidad de la precipitación correspondiente al tiempo, de concentración, en litros por segundo por hectárea

A: área de la cuenca en hectáreas.

El coeficiente de factor de saturación es un factor que se toma en cuenta respecto a la frecuencia de retorno de un evento máximo (avenidas) y se da de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 52 Frecuencia de Retorno

Frecuencia de Retorno (años)	C_f
2, 5, 10	1.0
25	1.1
50	1.2
100	1.25

Fuente: Cálculo de canales abiertos Manning.

El período de retorno es un factor que influye en el diseño de alcantarillas ya que puede variar de 5 a 100 años de acuerdo a la importancia de la vía que se tiene, o del lugar donde se necesite la alcantarilla y de acuerdo a la economía para el diseño, estas frecuencias se dan en la siguiente tabla:

Tabla 53 Período de diseño drenajes

Tipo de Obra de drenaje	Frecuencia de Diseño			
	Autopistas		Carreteras	
	Urbanas	Rurales	Tipo A y B	Tipo C y D
Pontones	50	50	50	25
Alcantarillas de Sección Transversal mayor de 4m2	50	25	25	10
Alcantarillas de Sección Transversal menor de 4m2	25	25	15	10

Fuente: Cálculo de canales abiertos Manning.

La fórmula racional de Krimgold, está basada en ciertas hipótesis, estas son:

1. El escurrimiento resultante de cualquier intensidad de lluvia es un máximo cuando esa intensidad de lluvia dura, al menos, tanto como el tiempo de concentración.
2. El escurrimiento resultante de una intensidad de lluvia, con duración igual o mayor que el tiempo de concentración, es una fracción de la precipitación.
3. La frecuencia de la máxima descarga es la misma que la de la intensidad de lluvia para el tiempo de concentración dado.
4. La relación entre máxima descarga y tamaño del área de drenaje es la misma que la relación entre duración e intensidad de precipitación.
5. El coeficiente de escorrentía es el mismo para lluvias de diversas frecuencias.
6. El coeficiente de escorrentía es el mismo para todas las lluvias en una cuenca dada.

Para hallar este valor existen varias fórmulas empíricas entre ellas el Manual de Drenajes MOP. Sugiere la siguiente:

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

Dónde:

Tc: Tiempo de concentración, minutos.

L: Longitud del cauce principal, metros.

H: Diferencia de elevación, metros

Intensidad de lluvia I (mm/h)

El proyecto se basó en el resultado de las investigaciones del Instituto de Meteorología e Hidrología (INAMHI) a través de las ecuaciones pluviométricas para cada una de las “zonas de intensidades” en que está dividido el país y en los análisis estadísticos que el INAMHI publica periódicamente.

Intensidad diaria para un período de retorno dado Id (mm/h)

Este dato es el mismo que se empleó en el análisis hidrológico para cunetas laterales

$$Id = 5,9 \text{ mm/h}$$

Período de retorno (años)

Por ser obras de drenaje menor se tomó un período de retorno de 25 años.

Tiempo de duración de la lluvia o tiempo de concentración t_c (min)

Por la información limitada se tomó al tiempo de duración de la lluvia como el tiempo de concentración. El t_c se calculó con la expresión de Rowe:

Determinamos que la longitud del cauce principal fue 9640 con un desnivel de 421 m

$$t_c = 0,0195 * \left(\frac{9640^3}{421} \right)^{0.385}$$

$$t_c = 76,08 \text{ min}$$

Ecuación pluviométrica

El proyecto se halla dentro de la zona 29 del mapa de zonificación de intensidades del INAMHI, por lo tanto la ecuación de intensidad correspondiente a esta zona es:

Para $5\text{min} < t_c < 120 \text{ min}$

$$I_{TR} = 75,204 * \frac{1}{t^{0,4828}} * I_{d_{TR}}$$

$$I_{TR} = 75,204 * \frac{1}{(76,08)^{0,4828}} * 5,09$$

$$I_{TR} = 47,28 \text{ mm/h}$$

Coefficiente de escorrentía, C

Tabla 54 Coeficiente de Escorrentía

Características de la superficie	Período de retorno (años)						
	2	5	10	25	50	100	500
Area de cultivos							
Plano, 0-2%	0.31	0.34	0.36	0.40	0.43	0.47	0.57
Promedio, 2-7%	0.35	0.38	0.41	0.44	0.48	0.51	0.60
Pendiente, superior a 7%	0.39	0.42	0.44	0.48	0.51	0.54	0.61
Pastizales							
Plano, 0-2%	0.25	0.28	0.30	0.34	0.37	0.41	0.53
Promedio, 2-7%	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58
Pendiente, superior a 7%	0.37	0.40	0.40	0.46	0.49	0.53	0.60
Bosques							
Plano, 0-2%	0.22	0.25	0.28	0.31	0.35	0.39	0.48
Promedio, 2-7%	0.31	0.34	0.36	0.40	0.43	0.47	0.56
Pendiente, superior a 7%	0.35	0.39	0.41	<u>0.45</u>	0.48	0.52	0.58

Fuente: Cálculo de canales abiertos Manning.

$$C = 0.45$$

Área de drenaje, A

Se refiere al área de aportación que drenará cada alcantarilla, esto se estableció por medio de mapas cartográficos del sector, con la topografía del lugar. El área máxima de aportación fue 65 Ha.

Caudal máximo de diseño

Se empleó el Método Racional para determinar el caudal máximo por ser áreas pequeñas menores a 400 Ha.

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

Dónde:

Q= caudal máximo probable (m³/s)

C= coeficiente de escurrimiento

I=intensidad de precipitación pluvial (mm/h)

A= área de drenaje (Ha)

$$Q = \frac{0,45 * 47,27 * 65}{360}$$

$$Q=3,84 \text{ m}^3/\text{seg}$$

Diseño hidráulico

La sección que vamos a necesitar para cada alcantarilla se calculó con la siguiente expresión empírica de Talbot:

$$A = 0,183 * C_T * \sqrt[4]{H^3}$$

Dónde:

A= área libre de la alcantarilla en m²

C_T= coeficiente de Talbot

H= área que desea drenar en Ha

El coeficiente CT depende del terreno drenado, para diversos tipos de topografía se recomienda lo siguiente:

Tabla 55 Coeficiente de Talbot CT

Tipo de terreno y topografía	Valores de Ct
Suelo rocoso y pendientes abruptas	1
Terreno quebrado con pendientes moderadas	2/3
Vales irregulares, muy anchos con comparación de su largo	1/2
Terrenos agrícolas ondulados, en los que el largo del valle es de 3 a 4 veces el ancho	1/3
Zonas a nivel, no afectadas por acumulación de nieve o inundaciones fuerte	1/5

Fuente: Cálculo de canales abiertos Manning.

Área libre de la alcantarilla

$$A = 0,183 * 1/3 * \sqrt[4]{65^3}$$

$$A = 1,39 \text{ m}^2$$

Diámetro de la alcantarilla

$$D = \sqrt{\frac{4 * 1,39}{\pi}}$$

$$D = 1,26 \text{ m} \approx 1,2 \text{ m}$$

Gráfico de la Alcantarilla

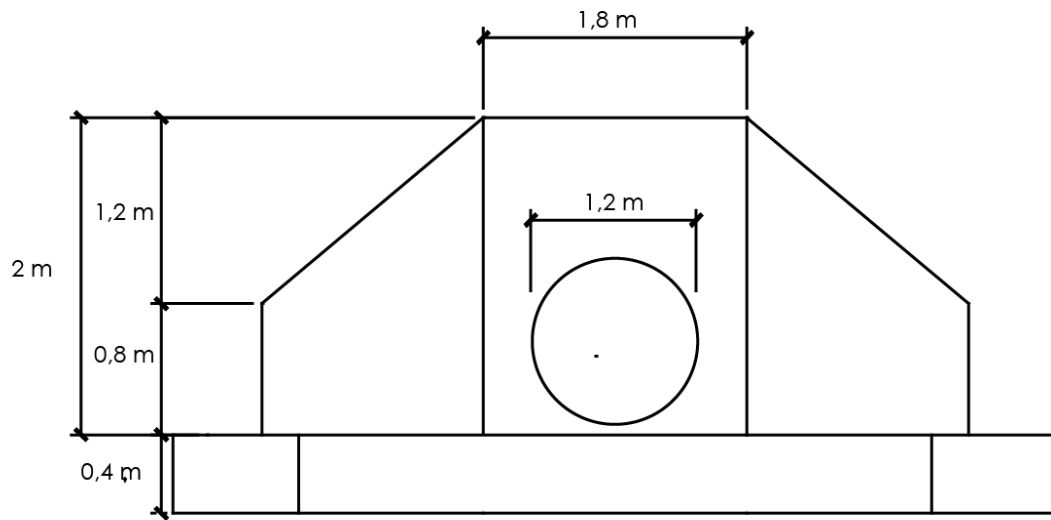


Ilustración 39 Vista Frontal de Alcantarilla

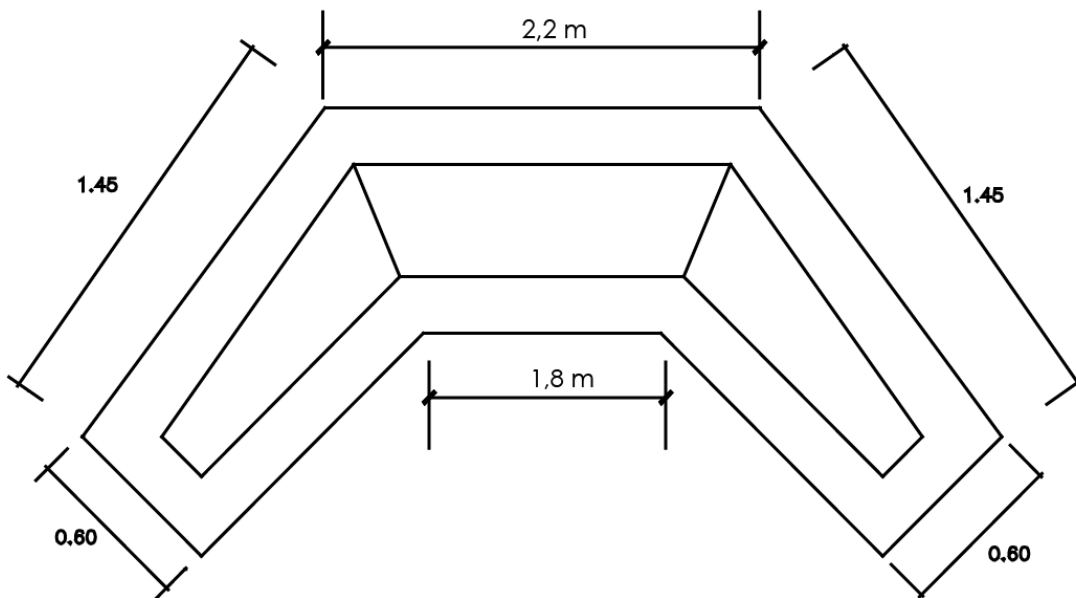


Ilustración 40 Vista en planta Alcantarilla



Ilustración 41 Vista en planta Alcantarillado

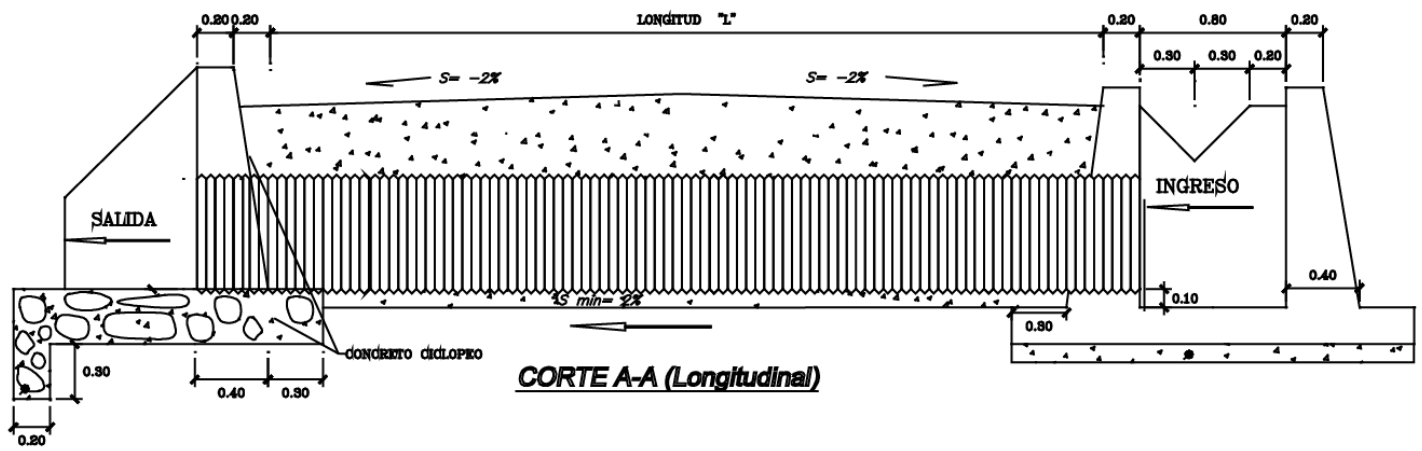


Ilustración 42 Vista en corte Alcantarilla

6.7.7.- Señalización

Las señales de tránsito se utilizan para ayudar al movimiento seguro y ordenado del tránsito de peatones y vehículos. Contiene instrucciones las cuales deben ser obedecidas por los usuarios de las vías, previenen de peligros que pueden no ser muy evidentes o, información acerca de rutas, direcciones, destinos y puntos de interés; los medios empleados para transmitir información, constan de la combinación de un mensaje, una forma y un color. El mensaje de la señal de tránsito puede ser una leyenda, un símbolo o un conjunto de los dos.

Señalización Vertical

Todas aquellas señales de tránsito colocadas en forma vertical en relación al pavimento.

Placas generalmente metálicas adheridas a estructuras como postes o tubos y se dividen en cinco tipos que son:

1. Señales Restrictivas o Reglamentarias
2. Señales Preventivas
3. Señales Informativas de Servicios y Turismo
4. Señales Informativas de destino y Distancia
5. Señales de prevención de obra

Codificación de señales

El sistema de codificación que se utiliza es el siguiente:

- a) Una letra de identificación de la señal que se usa.
- b) Un número que indica la serie o grupo de señales.
- c) Un número de la señal dentro de la serie o grupo.
- d) Las letras D (derecha) o I (Izquierda) cuando la señal tiene un significado direccional.
- e) Una letra que indica el tamaño de la señal.

Código de letra de identificación

Las letras de identificación usadas son las siguientes:

Tabla 56 Código de Señales de Tránsito

R	Señales Regulatorias
P	Señales Preventivas
I	Señales Informativas
D	Señales especiales delineadoras
T	Señales y dispositivos para trabajos en la vía y propósitos especiales
E	Señales Escolares
SR	Señales de Riesgo

Fuente: Normas INEN (2011)

Uniformidad de Diseño



El octógono se usa exclusivamente para la señal de PARE



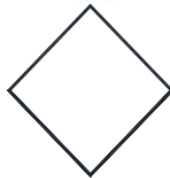
El triángulo equilátero con un vértice hacia abajo se usa exclusivamente para la señal de CEDA EL PASO.



El rectángulo con el eje mayor vertical se usa generalmente para señales regulatorias



El círculo se usa para señales en los cruces de ferrocarril.



El rombo se usa para señales preventivas y trabajos en la vía con pictogramas.



La cruz diagonal amarilla se reserva exclusivamente para indicar la ubicación de un cruce de ferrocarril a nivel.



El rectángulo con el eje mayor horizontal se usa para señales de información y guía; señales para obras en las vías y propósitos especiales, así como placas complementarias para señales regulatorias y preventivas



El escudo se usa para señalar las rutas



El pentágono se usa para señales en zona escolar

Ilustración 43 Formas de Señales de Tránsito

Color de las señales

Tabla 57 Colores para señales

ROJO	Se usa como color de fondo de la señales de PARE, señales relacionadas con movimientos de flujo prohibidos y reducción de velocidad; en paletas y banderas de PARE, en señales especiales de peligro y señales de entrada a un cruce de ferrocarril; como un color de borde en señales de CEDA EL PASO, triángulo preventivo y PROHIBIDO EL PASO en caso de riesgos; como un color asociado con símbolos o ciertas señales de regulación, como un color alternativo de fondo para banderolas de CRUCE DE NIÑOS
NEGRO	Se usa como color de símbolos, leyendas y flechas para las señales que tienen fondo blanco, amarillo, verde y naranja, en marcas de peligro, además se utiliza para leyenda y fondo de direccionamiento de vías.
BLANCO	Se usa como color de fondo para la mayoría de señales regulatorias, delineadoras de rutas, nomenclatura de calles y señales informativas; y en las señales que tienen fondo verde, azul, negro, rojo o café, como un color de leyendas, símbolos como flechas y orlas.
AMARILLO	Se usa como color de fondo para señales preventivas, señales complementarias de velocidad, distancia y leyendas, señales de riesgo, además en señales especiales delineadoras.
NARANJA	Se usa como color de fondo para señales de trabajos temporales en las vías y para banderolas en CRUCES DE NIÑOS.
VERDE	Se usa como color de fondo para las señales informativas de destino, peajes, control de pesos y riesgo; también se utiliza como color de leyenda, símbolo y flechas para señales de estacionamiento no tarifados con o sin límite de tiempo.
AZUL	Se usa como color de fondo para las señales informativas de servicio; también, como color de leyenda y orla en señales direccionales de las mismas, y en señales de estacionamiento en zonas tarifadas.
CAFE	Se usa como color de fondo para señales informativas turísticas y ambientales.

Fuente: Normas INEN (2011)

Señalizaciones reglamentarias (Código R).

Regulan el movimiento del tránsito e indican cuando se aplica un requerimiento legal, la falta del cumplimiento de sus instrucciones constituye una infracción de tránsito (INEN, 2011).

Leyenda y borde retroreflectivo blanco
Fondo retroreflectivo rojo



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 - 1 C	900 x 900	280 Ca

Símbolo y orla negros
Círculo rojo retroreflectivo
Fondo blanco retroreflectivo



Código No.	Dimensiones (mm)
R4-1 A	600 x 600
R4-1 B	750 x 750
R4-1 C	900 x 900



R4-4

Código No.	Dimensiones (mm)
R4-4 A	750x600
R4-4 B	900x1200
R4-4 C	1500x1200

Ilustración 44 Señales Reglamentarias

Señales preventivas (Código P).

Advierten a los usuarios de las vías, sobre condiciones inesperadas o peligrosas en la vía o sectores adyacentes a la misma (INEN, 2011).

Símbolo y orla negros
Fondo amarillo retroreflectivo

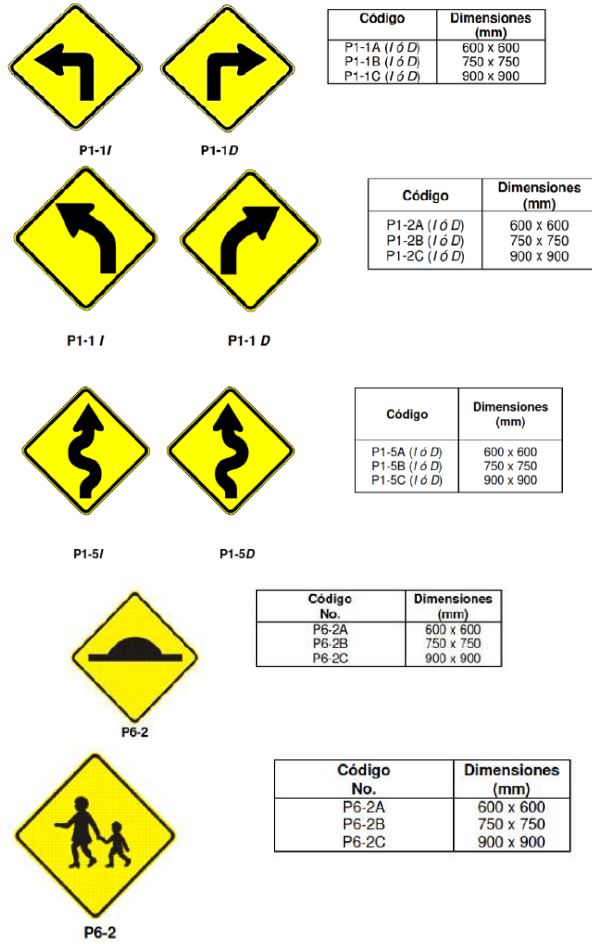


Ilustración 45 Señales Preventivas

Señales de información (Código P).

Advierten a los usuarios de las vías, sobre condiciones inesperadas o peligrosas en la vía o sectores adyacentes a la misma (INEN, 2011).

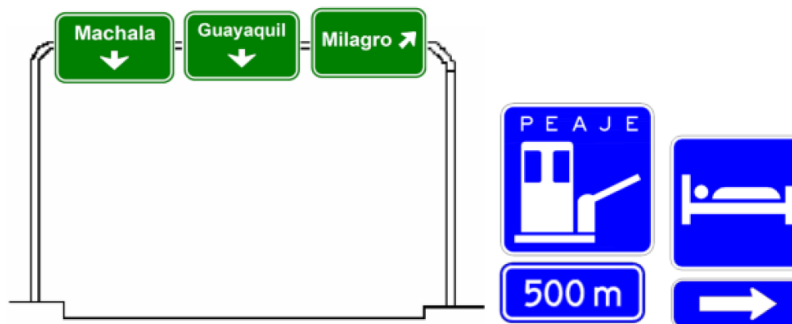
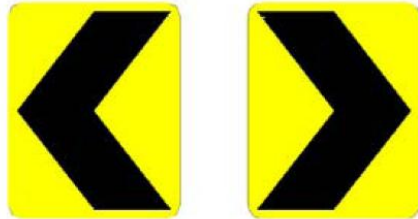


Ilustración 46 Señales de información

Señales especiales delineadoras (Código D).

Delinean al tránsito que se aproxima a un lugar con cambio brusco (ancho, altura y dirección) de la vía, o la presencia de una obstrucción en la misma (INEN, 2011).



D6-2I

D6-2D

Franjas color negro mate
Fondo retroreflectivo amarillo

Código No.	Dimensión (mm)
D6-2A (I o D)	600 x 750
D6-2B (I o D)	750 x 900
D6-2C (I o D)	900 x 1200

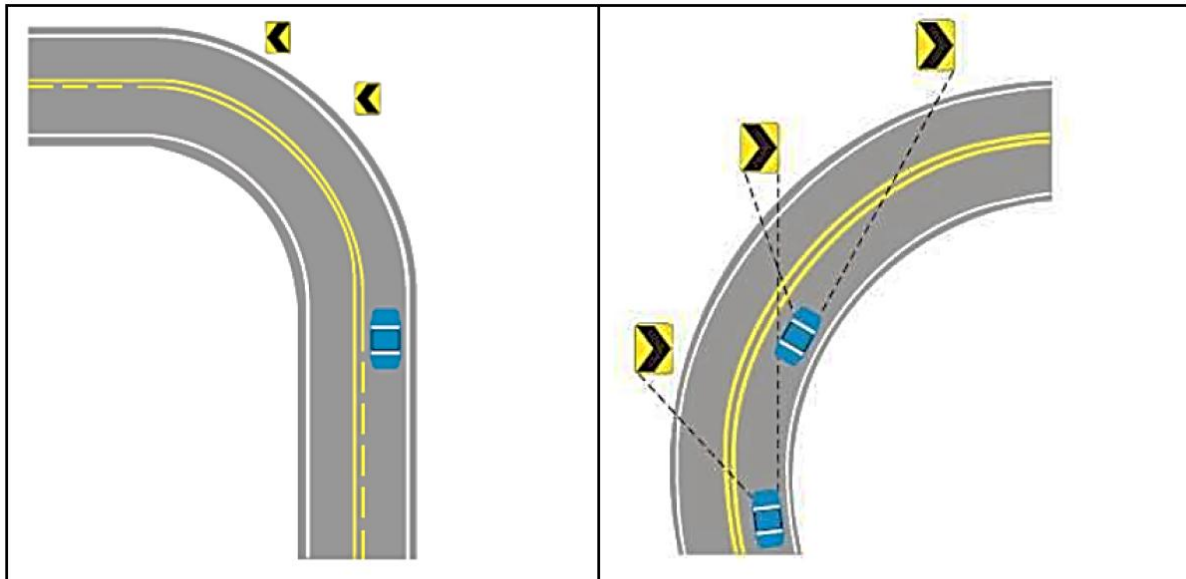


D6-1I



D6-1D

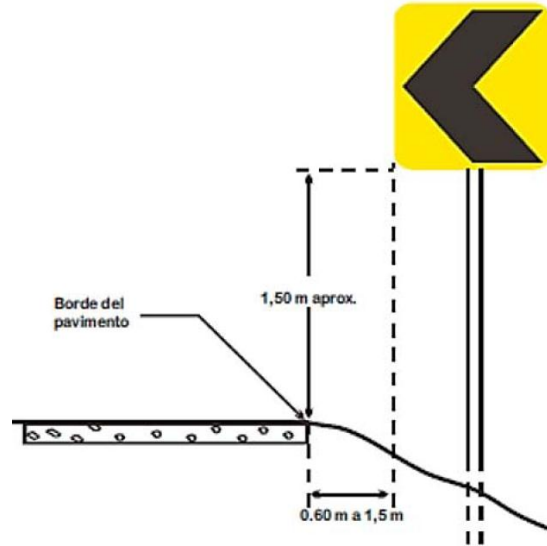
Código No.	Dimensión (mm)
D6-1A (I o D)	1600 x 400
D6-1B (I o D)	3200 x 800



Curva a la izquierda

Curva a la derecha

Ilustración 47 Señales especiales delineadoras



Señales para trabajos en la vía y propósitos especiales (Código T).

Advierten, informan y guían a los usuarios viales a transitar con seguridad sitios de trabajos en las vías y aceras además para alertar sobre otras condiciones temporales y peligrosas que podrían causar daños a los usuarios viales (INEN, 2011).

Hombres trabajando (T1-1)



T1-1

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

Adelante trabajos en la vía (T1-4)



T1-4a

Código No.	Dimensiones (mm)
T1-4a A	600 x 600
T1-4a B	750 x 750

Ilustración 48 Señales para trabajos en la vía

Señalización en zonas escolares

Forma, color y mensaje.- Las señales de zonas escolares “Serie E1” son de forma Pentagonal y tienen, orla, leyenda y/o símbolos negros sobre fondo verde limón, cumpliendo la Norma ASTM D 4956. Las señales de zonas escolares “Serie E2” son de forma de Rombo y tienen, orla, leyenda y/o símbolos negros sobre fondo verde limón, cumpliendo la Norma ASTM D 4956(INEN, 2011).



Ilustración 49 Señales Zona Escolar

Señales turísticas y de servicios

Dependiendo del tipo de señal, los colores que se utilizarán son verde (Informativas de destinos), azul (Informativas de servicios, actividades turísticas, apoyo a servicios turísticos), café (Pictogramas Naturales, Culturales); con orla y letras blancas (INEN, 2011).



Ilustración 50 Señales Turismo

Señalización Horizontal

Las señales horizontales son marcas en el pavimento que sirven para canalizar y orientar la circulación de los vehículos e indican los movimientos a ejecutar mediante líneas, figuras y leyendas. Constituyen un excelente medio de señalización que guía al usuario sin distraer su vista del camino.

Línea central continua: Indica división de carriles opuestos y a la vez prohíbe la maniobra de sobrepasar.

Líneas continuas a la orilla del camino: Delimitan el espacio para circular separando los carriles de circulación del acotamiento.

Línea central discontinua: Indica división de carriles. Se permite sobrepasar si hay suficiente visibilidad y el carril opuesto se encuentra desocupado en un espacio suficiente que permita una maniobra con seguridad.

Línea continua y otra discontinua juntas al centro: Indican que se permite sobrepasar a la circulación que se mueve por el lado de la línea discontinua.

Dos líneas continuas: Indican el centro de la carretera cuando hay más de un carril de circulación para cada sentido: se prohíbe sobrepasar haciendo uso de carriles contrarios, se permite vuelta a la izquierda a menos que haya señales que indiquen lo contrario.

Zonas o áreas neutrales: Son líneas diagonales entre líneas continuas que sirven para separar carriles; está prohibido circular sobre ellas y también estacionarse.

Zona de peatones: Delimitan el espacio dentro del cual deben de cruzar los peatones, los conductores de vehículos que tengan señal de alto deben detenerse sin invadir el área entre líneas.

Líneas para detenerse: Se usan para indicar a los conductores el lugar donde deben detenerse ante una luz roja: esta línea no debe rebasarse.

Flechas: Indican la circulación asignada al carril donde se encuentra.

Marcas de aproximación de vías de ferrocarriles: Indican que se está aproximando a un cruce de ferrocarril, por lo que debe reducir la velocidad y prepararse para detenerse antes de cruzar las vías.

Los materiales para señalización horizontal

Corresponde a los que son aplicados en capas delgadas, como pinturas, materiales plásticos, termoplásticos, epóxicos, cintas preformadas, entre otros, las características mínimas del material de aplicación debe ser pintura de tráfico acrílicas con microsferas, siendo opcional en zonas urbanas dependiendo de los niveles de iluminación.

Retroreflexión

Las señalizaciones deben ser visibles en cualquier período del día y bajo toda condición climática, por ello se construirán con materiales apropiados, como micro-esferas de vidrio, y deben someterse a procedimientos que aseguren su retroreflexión. Esta propiedad permite que sean más visibles en la noche al ser iluminadas por las luces de los vehículos, ya que una parte significativa de la luz que reflejan retorna hacia la fuente luminosa (INEN, 2011).

Visibilidad	Ángulo		Color	
	Iluminación	Observación	Blanco	Amarillo
A 15,00 m	3,5°	4,5°	150	95
A 30,00 m	1,24°	2,29°	150	75

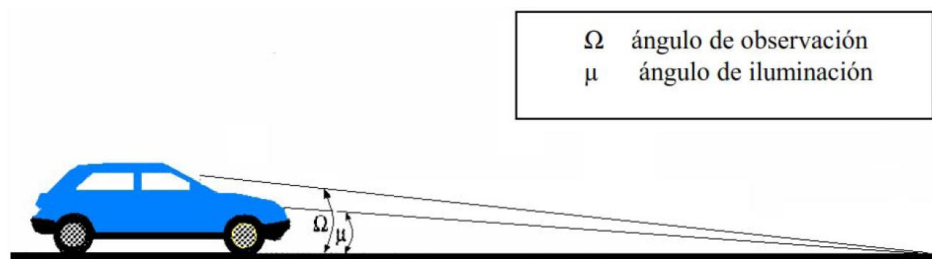


Ilustración 51 Distancia de visibilidad

Dimensiones

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 (MOP, 2002).

En el proyecto las líneas que predominan son las longitudinales: continuas blancas en los bordes y segmentada amarilla en el centro.

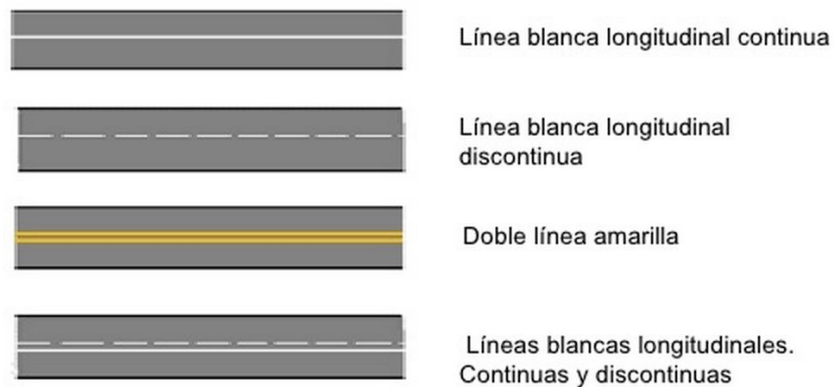


Ilustración 52 Tipos señalización asfalto

6.7.8.-Volúmenes de Obra

Rubro: 1

Descripción: Desbroce, desbosque y limpieza

Unidad: Ha

Longitud de la vía = 5.000 m

Ancho de faja = 20 m

Área = longitud de la vía * ancho de faja

Área = (5000 m)*(20 m)

Área = 100000m² ≈ 10 Ha

Rubro: 2

Descripción: Replanteo y nivelación

Unidad: Km

Longitud de la vía = 5000 m = 5,00 km

Rubro: 3

Descripción: Excavación sin clasificar tierra (movimiento de tierras)

Unidad: m³

El movimiento de tierra se determinó en el programa de diseño de la vía, con la ayuda del software Civil Cad se pudo determinar:

Volumen de corte = 71109,94 m³

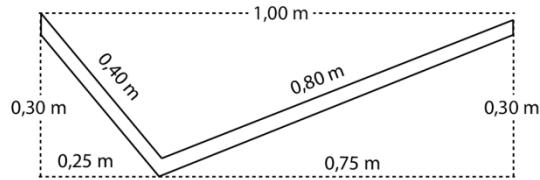
Rubro: 4

Descripción: Excavación para cunetas y encausamientos

Unidad: m³

$$\text{Área} = (1\text{m}) * (0,3\text{m})$$

$$\text{Área} = 0,3 \text{ m}^2$$



$$\text{Volumen de excavación} = \text{área} * \text{longitud} * 2 \text{ (costados vía)}$$

$$\text{Volumen total de excavación} = (0,3 \text{ m}^2) * (4.800 \text{ m}) * (2)$$

$$\text{Volumen total de excavación} = 2.880 \text{ m}^3$$

Rubro: 5

Descripción: Excavación y Relleno de Estructuras Menores

Unidad: m³

Vamos a determinar que tenemos una longitud de 30 m en cada lado de la alcantarilla para su respectivo encausamiento, para la excavación de la zanja de cada alcantarilla se asumió un área aproximada de corte de 2,0 m de base y 2,0 m de profundidad. Para cabezales y muros de ala se estima un volumen de excavación de 10 m³ para cada alcantarilla. De esta manera se tiene:

$$\text{Área} = (2 \text{ m}) * (2 \text{ m})$$

$$\text{Área} = 4 \text{ m}^2$$

$$\text{Volumen encause} = [(\Sigma \text{ Long. tubería}) + (\text{long. de enc.} * 2 \text{ (costados)} * \text{alcantarillas})] * \text{Área}$$

$$\text{Volumen encause} = [(146 \text{ m}) + (30 \text{ m} * 2 \text{ lados} * 12 \text{ alc.})] * (4 \text{ m}^2)$$

$$\text{Volumen encause} = 3464 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen para cabezales y muros} = (\text{alcantarillas}) * (10 \text{ m}^3)$$

$$\text{Volumen para cabezales y muros} = 120,00 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen total} = 3.464,00 + 110,00$$

$$\text{Volumen total} = 3.574,00 \text{ m}^3$$

Rubro: 6

Descripción: Tubería de Acero Corrugado D=1,2 m, E=2.5 mm, MP-100

Unidad: m

Número de alcantarillas = 9

Longitud de tubería por alcantarilla = 12,00 m

$$\text{Longitud total} = 108,00 \text{ m}$$

Rubro: 7

Descripción: Hormigón para cunetas F'c=180 Kg/cm²

Unidad: m³

El volumen que se va a emplear de hormigón en las cunetas laterales es igual al área de la cuneta por la longitud del proyecto y a esto sumamos las descargas todo esto calculado para los dos costados de la vía. Se ha considerado cada 1 km de vía colocar 50,00 m de longitud para las descargas.

$$\text{Longitud total del proyecto} = 4.800 \text{ m}$$

$$\text{Área Cuneta} = (\text{lado a} + \text{lado b}) * (\text{espesor})$$

$$\text{Área Cuneta} = (0,4 \text{ m} + 0,8 \text{ m}) * (0,1 \text{ m})$$

$$\text{Área Cuneta} = 0,12 \text{ m}^2$$

$$\text{Descarga} = (\text{Long.}) * (50\text{m/Km})$$

$$\text{Descarga} = (4,8 \text{ Km}) * (50\text{m/Km})$$

$$\text{Descarga} = 240 \text{ m}$$

$$\text{Volumen cunetas} = \text{área cuneta} * (\text{longitud} + \text{descargas}) * (\text{costados})$$

$$\text{Volumen cunetas} = (0,12 \text{ m}^2) * (4.800 + 240,00) \text{ m} * (2)$$

$$\text{Volumen cunetas} = 1.209,6 \text{ m}^3 \approx 1210 \text{ m}^3$$

Rubro: 8

Descripción: Material de mejoramiento incluye transporte

Unidad: m³

El material de mejoramiento va a ser tomado de una mina cercana al proyecto, debido a que este material está inmerso en el diseño, se determinó con la ayuda del software Civil Cad se pudo determinar:

$$\text{Volumen mejoramiento} = 18000 \text{ m}^3$$

Rubro: 9

Descripción: Material de Sub Base Clase 3 (transporte, tendido)

Unidad: m³

El material de Sub Base Clase 3, se determinó con la ayuda del software Civil Cad:

$$\text{Volumen Sub Base} = 7500 \text{ m}^3$$

Rubro: 10

Descripción: Material de Base Clase 3 (transporte, tendido)

Unidad: m³

El material de Base Clase 3, se determinó con la ayuda del software Civil Cad:

$$\text{Volumen Sub Base} = 3000 \text{ m}^3$$

Rubro: 11

Descripción: Hormigón Asfáltico E=2" (Imprimación, transporte, tendido)

Unidad: m²

El material de hormigón asfáltico, se determinó con la ayuda del software Civil Cad:

$$\text{Volumen Sub Base} = 1440 \text{ m}^2$$

Rubro: 12

Descripción: Señales Preventivas (0.75x0.75) m

Unidad: U

$$\text{Cantidad} = 24$$

Rubro: 13

Descripción: Señales Reglamentarias (0.75x0.75) m

Unidad: U

$$\text{Cantidad} = 24$$

Rubro: 14

Descripción: Señales Informativas (0.75x0.75) m

Unidad: U

Cantidad= 24

Rubro: 15

Descripción: Señales Ecológicas (2.4 x1.2) m

Unidad: U

Cantidad= 6

Rubro: 16

Descripción: Señalización Longitudinal 12cm

Unidad: Km

Se pintará toda la longitud que comprende la vía

Longitud pintado= 5 Km

Rubro: 17

Descripción: Provisión y Colocación de Guardavías Dobles

Unidad: U

Cantidad= 3

Rubro: 17

Descripción: Alcantarilla de Hormigón $F'c=210$ Kg/m² Tipo Cajón

Unidad: U

Cantidad= 9

6.7.9.-Manejo Ambiental

Tabla 58 Ficha Manejo Ambiental

FICHA AMBIENTAL	
NOMBRE DEL PROYECTO	“ESTUDIO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA VÍA HUAGRAHUASI - PANTZA UBICADA EN LA PARROQUIA DE SAN JOSÉ POALÓ CANTÓN DE PÍLLARO PROVINCIA DE TUNGURAHUA Y SU INCIDENCIA EN EL DESARROLLO TURÍSTICO”
ENCARGADO	Egdo. Carlos H. Corral Ch.
SUPERVISOR	Ing. M.Sc. Galo Núñez
PARROQUIA	San José de Poaló
CANTÓN	Santiago de Píllaro
PROVINCIA	Tungurahua
INSTITUTO	Universidad Técnica de Ambato
COMPETENCIA	Carrera de Ingeniería Civil
COORDENADAS	Inicio: 781128E; 9875126N Final: 784157E; 9877889N
TIPO DE PROYECTO	El estudio es de tipo vial, también están inmerso los campos de la hidrología, topografía y la mecánica de suelos.
MAGNITUD	El Proyecto comprende una vía de 5 Km
FECHA	Abril del 2015
CLIMA	FRÍO (3000-4500 m.s.n.m.)
ÁREA OCUPACIONAL	Agrícola ganadera próxima a reserva natural.
TEMPERATURA	El rango de temperatura varía entre 3–24 °C

Fuente: Carlos H. Corral Ch.

Tabla 59 Recurso Suelo

RECURSO SUELO	
TIPO DE TERRENO	Montañoso (El terreno es muy irregular existen pendientes mayores al 100%)
TIPO DE SUELO	Suelo limoso de alta plasticidad
CALIDAD SUELO	Suelo muy fértil con altos contenidos de humedad
PERMEABILIDAD	Alta (El agua se infiltra con gran facilidad en el suelo y el mismo tiene gran poder de absorción)
CONDICIONES DE DRENAJES	Muy Buena (No existe estancamientos de agua en épocas de lluvia)
TIPO DE VEGETACION	Páramo herbáceo, páramo de frailejones, páramo de almohadillas, herbazal lacustre montano alto, bosque siempre verde montano alto, bosque de neblina montano, bosque siempre verde montano bajo y páramo pantanoso.
TOPOGRAFIA	Su topografía sumamente irregular, con pendientes fuertes casi verticales, donde afloran inmensas paredes rocosas.

Fuente: Carlos H. Corral Ch.

Tabla 60 Recurso Agua

RECURSO AGUA	
FUENTES	Aguas superficiales provenientes de la escorrentía de los páramos, precipitaciones y los procesos de condensación.
PREIPITACIONES	La precipitación anual fluctúa entre 1 000–4 000 mm
DESTINACION DEL AGUA	Conducción para sistemas de riego, tratamiento para abastecimiento de agua potable
CALIDAD DEL AGUA	Pura sin contaminación mayor apta para el consumo humano y para la agricultura
HIDROLOGÍA	Cuentas menores, afloramientos de agua, acequias.
CAUDALES	De los resultados del Plan Maestro de INCEL se desprende que los rendimientos específicos para la zona oscilan entre 12 a 107 Lt/seg/Km ² y que el promedio para el sector sur y suroeste de la región es de 64,5 Lt/seg/km ² que incluye los Ríos Muyo, Blanco, Verde, Topo, Aluleo y Golpe.

Fuente: Carlos H. Corral Ch.

Tabla 61 Control de Emisiones de Gas

CONTROL DE EMISIONES DE GASES	
ASPECTO AMBIENTAL	Generación de Gases de combustión material particularmente provocada por la operación de maquinaria pesada y circulación de volquetas en el proyecto.
NORMATIVA LEGAL	El Plan Nacional de Calidad del Aire surge de la necesidad de cumplir la Constitución de la República del Ecuador. Esta establece que el Estado protegerá el derecho de la población a vivir en un medio ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice un desarrollo sustentable. Velará para que este derecho no sea afectado y garantizará la preservación de la naturaleza y alcanzar las metas establecidas en el Plan Nacional para el Buen Vivir 2009-2013.
MEDIDAS PREVENTIVAS	<ol style="list-style-type: none"> 1.- Verificar el correcto funcionamiento de todos los equipos y los motores empleados en el proyecto. 2.- Humedecer la calzada permanentemente de tal forma que las partículas no se dispersen en el ambiente 3.- Mantener las vías de acceso a fin de que no se produzca la suspensión de polvo en el ambiente
MEDIDAS DE SEGUIMIENTO	<ol style="list-style-type: none"> 1.-Supervisar la correcta operación y mantenimiento de los motores y el cumplimiento de las medidas propuestas 2.- Supervisar el uso de la vía de tal manera que el traslado del material y la circulación de maquinaria sea solo la necesaria
INDICADORES VERIFICABLES DE CUMPLIMIENTO	<ol style="list-style-type: none"> 1.- La maquinaria debe tener el mantenimiento adecuado 2.- La maquinaria n debe tomar caminos alternos para la movilización de los materiales de escombros 3.- El material de escombros debe ser depositado en el sitio destinado para su disposición final.
MEDIOS VERIFICABLES DE CUMPLIMIENTO	<ol style="list-style-type: none"> 1.- Registro de mantenimiento de la maquinaria y control de humedecimiento del área por donde circulan 2.- Registro de limpieza de la Vía 3.- Registro visual del transporte con carpas y lonas por parte de las volquetas del material que van acarrear

Fuente: Carlos H. Corral Ch.

Tabla 62 Control de emisiones de ruido

CONTROL DE EMISIONES DE RUIDO	
ASPECTO AMBIENTAL	Generación de Ruido provocado por la operación de equipo pesado y motores en la construcción del proyecto
NORMATIVA LEGAL	El artículo 18 de la reforma a la Ley Orgánica de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental establece que los niveles permisibles de ruido apto para las actividades humanas no deberán sobrepasar los 55 decibelios.
MEDIDAS PREVENTIVAS	<p>1.- Verificar el correcto funcionamiento de la maquinaria y motores que se van a emplear y sean generadores de ruido</p> <p>2.- Capacitar al personal sobre los riesgos que trae a la salud la exposición al ruido y el uso de los equipos de protección</p>
MEDIDAS DE SEGUIMIENTO	<p>1.- Mantener un equipo adecuado para protección auditiva y la correspondiente entrega.</p> <p>2.- Supervisar el uso adecuado y obligatorio de los protectores auditivos a los operarios de la maquinaria</p>
INDICADORES VERIFICABLES DE CUMPLIMIENTO	<p>1.- Implementar un programa de capacitación de seguridad industrial y salud ocupacional</p> <p>2.- Dotar de equipos de protección auditiva según sea requerido</p>
MEDIOS VERIFICABLES DE CUMPLIMIENTO	<p>1.- Registro de asistencia a los programas de capacitación laboral en seguridad industrial y salud ocupacional</p> <p>2.- Comprobantes de compra y de entrega de los equipos de protección laboral.</p>

Fuente: Carlos H. Corral Ch.

Tabla 63 Manejo de desperdicios

PLAN DE MANEJO DE DESPERDICIOS	
ASPECTO AMBIENTAL	Generación de Gases de combustión material particularmente provocada por la operación de maquinaria pesada y circulación de volquetas en el proyecto.
NORMATIVA LEGAL	Es responsabilidad de los generadores de escombros no peligrosos su recolección, transporte y descarga en el relleno sanitario previamente autorizados por la Municipalidad
MEDIDAS PREVENTIVAS	<p>1.- Implementar áreas de disposición final o escombreras de tal manera que garantice que no se afecte al entorno.</p> <p>2.- Adecuar las áreas de disposición final de escombros de tal manera que puedan ser rehabilitadas posteriormente.</p> <p>3.- Capacitar al personal en el manejo de los escombros para que su acopio, traslado y disposición sea la más adecuada</p>
MEDIDAS DE SEGUIMIENTO	<p>1.-Supervisar la correcta disposición de los escombros en los sitios designados y de la manera indicada.</p> <p>2.- Llenar registros de control de escombros de recepción, acopio y disposición final de los mismos.</p>
INDICADORES VERIFICABLES DE CUMPLIMIENTO	<p>1.- Implementación del Plan de manejo de escombros</p> <p>2.- Determinación de sitios de disposición final de escombros o escombreras.</p>
MEDIOS VERIFICABLES DE CUMPLIMIENTO	<p>1.- Registro documentado del cumplimiento de plan de manejo de escombros del proyecto</p> <p>2.- Registro fotográfico de la ubicación de escombreras, uso y rehabilitación de las mismas para que amigable con el entorno</p>

Fuente: Carlos H. Corral Ch.

6.7.10. Presupuesto y Cronograma

Tabla 64 Presupuesto y Cronograma del Proyecto

RUBRO	DESCRIPCIÓN	UNID.	CANT.	P. UNIT.	TOTAL	MES 1				MES 2				MES 3				MES 4				MES 5				MES 6			
						1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Desbroce, desbosque y limpieza	Ha	10	527,63	5276,34	■																							
2	Replanteo y Nivelación	Km	5	97,81	489,07					■																			
3	Excavación sin clasificar (mov. Tierras)	m3	94	0,96	5					■																			
4	Excavación para cunetas y encausamiento	m3	2880	3,07	8849,66	■																							
5	Excavación y Relleno de Estructuras Menores	m3	3574	4,39	15673,87					■																			
6	Tubería de Acero Corrugado D=1,2 m, E=2.5 mm, MP-100	m	108	246,43	26614,11					■																			
7	Hormigón para cunetas F'c=180 Kg/cm2	m3	1210	164,64	199214,10					■																			
8	Material de mejoramiento incluye transporte	m3	18000	4,87	87592,05					■																			
9	Material de Sub Base Clase 3 (transporte, tendido)	m3	7500	18,68	140070,00					■																			
10	Material de Base Clase 3 (transporte, tendido)	m3	3000	24,33	73002,00					■																			
11	Hormigón Asfáltico E=2" (Imprimación, transporte, tendido)	m2	1440	11,90	17142,08					■																			
12	Señales Preventivas (0.75x0.75) m	U	24	100,63	2415,07									■															
13	Señales Reglamentarias (0.75x0.75) m	U	24	100,63	2415,07									■															
14	Señales Informativas (0.75x0.75) m	U	24	161,09	3866,28									■															
15	Señales Ecológicas (2.4 x1.2) m	U	6	179,58	1077,47									■															
16	Señalización Longitudinal 12cm	Km	5	247,40	1236,98									■															
17	Provisión y Colocación de Guardavías Dobles	U	3	434,30	1302,90									■															
18	Alcantarilla de Hormigón F'c=210 Kg/m2 Tipo Cajón	U	9	671,84	6046,57					■																			
PRESUPUESTO					660689,614																								

Fuente: Carlos H. Corral Ch.

6.8.- ADMINISTRACIÓN

6.8.1 Recursos Económicos

El organismo encargado de la designación de recursos económicos tanto para los estudios preliminares como la ejecución, operación, y mantenimiento del proyecto es el Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial de San José de Poaló el mismo que corresponde al presupuesto asignado por el Gobierno Provincial de Tungurahua y por el Municipio del cantón Píllaro, el cual en base al número de habitantes permitirán la financiación del mismo.

6.8.2 Recursos Técnicos

Es importante constatar el diseño que se propone con criterios de personal técnico calificado para así garantizar que las obras que se planean sean realizadas adecuadamente, el criterio mencionado servirá para en el caso de ser posible generar economía dentro del proyecto así como verificar el adecuado diseño con ayuda de los estudios realizados y mediante la experiencia ya que todos los criterios planteados en el presente trabajo tratan de cubrir con las necesidades y garantizar una vía económica, segura y amigable con el medio ambiente.

6.8.3 Recurso Administrativo

La importancia de la dirección se ve reflejada en la programación, organización y sobre todo en la trayectoria del proyecto, es la base sobre la que se sustenta la logística encargada del personal,

equipo técnico y maquinaria necesaria para el desarrollo del proyecto. Estará bajo la supervisión de GAD parroquial de San José de Poaló o en su defecto por la empresa ejecutora de proyecto.

6.9.- PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN

Se instituye un plan de verificación de cumplimiento y evaluación para que se lleve una correcta ejecución de los diferentes trabajos de construcción. El mismo tendrá una serie de especificaciones técnicas del proyecto en sí y de los rubros que se deben contratar.

El proyecto lleva un cronograma de actividades valorado el cual establece un desarrollo ordenado de los procesos de construcción en donde se intenta de una manera simple ordenar los procesos de tal manera que se pretende optimizar el tiempo que durará el mejoramiento de la vía, con ello también se pretende aprovechar los movimientos de tierra de tal forma que no se tenga que disponer de material y se trabaje con el existente.

Por ser una vía abierta con anterioridad se removerá las construcciones menores y se hará las excavaciones para las cunetas, los encauzamientos y estructuras menores como los cabezales para protección de las alcantarillas, es decir se realizará la conformación de las estructuras menores para posteriormente instalar las alcantarillas con los diámetros detallados y las alineaciones pertinentes en los lugares indicados según el diseño vertical y horizontal.

Se empezará con la distribución de la estructura del pavimento, comenzando por el mejoramiento de la subrasante, luego la sub-base y base en los espesores definitivos según el diseño, ya que haya sido compactada de manera adecuada cada capa, la estructura está lista para la imprimación con el asfalto diluido para el posterior extendido de la capa asfáltica.

La sección transversal de la vía se le conformará la pendiente de bombeo especificada y a la vez se hará las cunetas laterales para el drenaje de la vía. Terminando todo el proceso constructivo se realizará la señalización horizontal y la colocación de la señalización vertical en los sitios que técnicamente fueron designados.

6.10.- BIBLIOGRAFÍA

- MOREIRA, Fricson (2013) Apuntes pavimentos, Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, Universidad Técnica de Ambato, Ambato – Ecuador.
- ALULEMA, Israel (2005) Apuntes topografía I, Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, Universidad Técnica de Ambato, Ambato – Ecuador.
- Manual de diseño vial y estudio del camino vecinal Patate-El Triunfo. Ing. Núñez Solís Gustavo Méntor, 1985, Tesis de Grado.

- Apuntes sobre Diseño Geométrico de vías Ing. Pedro Choconta R. Enero 1990 Segunda Edición, Bogotá.
- Diseño Geométrico de Vías con aplicaciones básicas en el Excel y Autocad, Wilman Muñoz Prieto, Primera Edición, Bogotá Marzo 2012.
- Ingeniería de transporte y carreteras, Nicholas J. Garner, Lester A. Noe, Thonsom, Tercera Edición, México 2005.
- Especificaciones Generales para la construcción de caminos y puentes, Moe, Editorial Camino, Quito 1976.
- Carreteras estudio y proyecto, Jacob Carciente, Editor Vega, Segunda Edición, Caracas 1988.
- Ministerio de Transporte y Obras Públicas, Estadística de transporte ecuatoriano, Ing. Jorge Marún Rodríguez, Quito 2007.
- Estructuración de vías terrestres, Fernando Olivera Bustamante, Compañía Editorial Continental, Segunda Edición, México 2002.

ANEXOS

FORMATO DE LA ENCUESTA



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



ENCUESTA DIRIGIDA A LOS HABITANTES DE LA PARROQUIA SAN JOSÉ DE POALÓ

TEMA: “Estudio para el mejoramiento de la vía Huagrahuasi - Pantza ubicada en la parroquia de San José Poaló cantón de Píllaro provincia de Tungurahua y su incidencia en el desarrollo turístico”

INSTRUCCIONES

Lea detenidamente las preguntas, sea lo más sincero al responder en cada una de ellas.

1. ¿Qué tan a menudo utiliza la vía Huagrahuasi – Pantza?

Frecuentemente ()

Poco Frecuente ()

No la utilizo ()

2. ¿Piensa que esta vía se encuentra en un buen estado?

Si ()

NO ()

3. ¿Cree necesario que se lleve a cabo trabajos de mejoramiento en la vía?

Si ()

NO ()

4. ¿Piensa que el mejoramiento de la misma reactivaría el turismo en el sector?

Si ()

NO ()

5. ¿Por lo general en que se transporta?

Bus ()

Camión ()

Auto ()

6. ¿Cuál piensa usted que es el principal factor que afecta el estado de la vía?

Agua ()

Camiones ()

Otros ()

7. ¿Está de acuerdo que las obras viales favorecen el desarrollo social de un sector?

Si ()

NO ()

8. ¿Dispone de auto usted o alguien de su familia para el traslado?

Si ()

NO ()

9. ¿Considera una ventaja disponer de caminos en buen estado?

Si ()

NO ()

10. ¿Qué día considera existe mayor tráfico vehicular?

11. ¿A qué horas del día se produce el mayor tráfico vehicular?

FOTOGRAFÍAS



Ilustración 53: Panorama del sector



Ilustración 54: Trabajos con tubería



Ilustración 55: Letrero del Parque los Llanganates



Ilustración 56: Entrada al Parque los Llanganates



Ilustración 57: Tramos final de la vía



Ilustración 58: Entrada a particular



Ilustración 59: Estado actual de la vía



Ilustración 60: Deslizamiento de tierra



Ilustración 61: Socavación en un tramo de la vía



Ilustración 62: Vista posterior de la socavación



Ilustración 63: Vegetación propia del sector



Ilustración 64: Daño de la vía por parte del agua



Ilustración 65: Lastrado de la vía



Ilustración 66: Esguirmiento propio del sector



Ilustración 67: Entorno de la vía



Ilustración 68: Entrada a particular



Ilustración 69: Vista del relleno realizado en la socavación



Ilustración 70: Tanque recolector de agua costado vía



Ilustración 71: Canal situado al costado de la vía



Ilustración 72: Disposición de aguas



Ilustración 73: Ensayo de muestra Límite Plástico



Ilustración 74: Canal situado al costado de la vía



Ilustración 75: Socavación debido al canal de aguas



Ilustración 76: Entrada al Parque los Llanganates



Ilustración 77: Compactación con el Martillo



Ilustración 78: Colocación de Capas



Ilustración 79: Determinación de Peso Suelo



Ilustración 80: Lectura de Peso



Ilustración 81: Ensayo máquina CBR



Ilustración 82: Ensayo Plasticidad



Ilustración 83: Ensayo Copa Casagrande



Ilustración 84: Ensayo Límite plástico



Ilustración 85 Excavación para muestras



Ilustración 86 Retiro de Capa superior




Ilustración 87 Transporte de muestras



Ilustración 88 Muestras Costado Vía

CONTEO DE TRÁFICO VEHICULAR

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CONTEO MANUAL DE TRANSITO VIA HUAGRAHUASI - PANTZA FECHA: Jueves 12 de febrero del 2015											
HORAS	AUTOS	BUSES								TOTAL	ACUMULAD O POR HORA
			C-2P	C-2G	C-3	C-4	C-5	C-6	TOTAL		
8H00 - 8H15	4	0	1	0	0	0	0	0	5	5	
8H15 - 8H30	6	0	1	1	0	0	0	0	8	8	
8H30 - 8H45	7	0	3	3	0	0	0	0	13	13	
8H45 - 9H00	7	0	1	1	0	0	0	0	9	9	35
9H00 - 9H15	3	0	0	0	0	0	0	0	3	3	33
9H15 - 9H30	1	0	1	2	0	0	0	0	4	4	29
9H30 - 9H45	2	0	1	0	0	0	0	0	3	3	19
9H45 - 10H00	2	0	0	0	0	0	0	0	2	2	12
10H00 - 10H15	3	0	0	1	0	0	0	0	4	4	13
10H15 - 10H30	1	0	2	0	0	0	0	0	3	3	12
10H30 - 10H45	1	0	1	0	0	0	0	0	2	2	11
10H45 - 11H00	2	0	0	2	0	0	0	0	4	4	13
11H00 - 11H15	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	10
11H15 - 11H30	3	0	2	0	0	0	0	0	5	5	12
11H30 - 11H45	3	0	0	0	0	0	0	0	3	3	13
11H45 - 12H00	2	0	2	0	0	0	0	0	4	4	13
12H00 - 12H15	1	0	1	0	0	0	0	0	2	2	14
12H15 - 12H30	3	0	0	0	0	0	0	0	3	3	12
12H30 - 12H45	4	0	0	0	0	0	0	0	4	4	13
12H45 - 13H00	5	0	1	0	0	0	0	0	6	6	15
13H00 - 13H15	3	0	0	1	0	0	0	0	4	4	17
13H15 - 13H30	5	0	0	0	0	0	0	0	5	5	19
13H30 - 13H45	6	0	1	0	0	0	0	0	7	7	22
13H45 - 14H00	8	0	0	0	0	0	0	0	8	8	24
14H00 - 14H15	5	0	0	0	0	0	0	0	5	5	25
14H15 - 14H30	2	0	2	1	0	0	0	0	5	5	25
14H30 - 14H45	4	0	1	1	0	0	0	0	6	6	24
14H45 - 15H00	3	0	0	0	0	0	0	0	3	3	19
15H00 - 15H15	1	0	1	0	0	0	0	0	2	2	16
15H15 - 15H30	3	0	0	1	0	0	0	0	4	4	15
15H30 - 15H45	2	0	2	0	0	0	0	0	4	4	13
15H45 - 16H00	3	0	0	0	0	0	0	0	3	3	13
16H00 - 16H15	3	0	0	0	0	0	0	0	3	3	14
16H15 - 16H30	1	0	1	1	0	0	0	0	3	3	13
16H30 - 16H45	2	0	2	1	0	0	0	0	5	5	14
16H45 - 17H00	3	0	3	0	0	0	0	0	6	6	17
17H00 - 17H15	4	0	1	2	0	0	0	0	7	7	21
17H15 - 17H30	6	0	1	0	0	0	0	0	7	7	25
17H30 - 17H45	3	0	2	0	0	0	0	0	5	5	25
17H45 - 18H00	5	0	1	1	0	0	0	0	7	7	26



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CONTEO MANUAL DE TRANSITO
VIA HUAGRAHUASI - PANTZA

FECHA: Viernes 13 de febrero del 2015

HORAS	AUTOS	BUSES								TOTAL	ACUMULAD O POR HORA
			C-2P	C-2G	C-3	C-4	C-5	C-6	TOTAL		
8H00 - 8H15	2	0	4	1	0	0	0	0	7	7	
8H15 - 8H30	3	0	2	1	0	0	0	0	6	6	
8H30 - 8H45	2	0	1	1	0	0	0	0	4	4	
8H45 - 9H00	4	0	1	1	0	0	0	0	6	6	23
9H00 - 9H15	2	0	1	1	0	0	0	0	4	4	20
9H15 - 9H30	3	0	1	1	0	0	0	0	5	5	19
9H30 - 9H45	2	0	1	2	0	0	0	0	5	5	20
9H45 - 10H00	4	0	1	1	0	0	0	0	6	6	20
10H00 - 10H15	3	0	1	0	0	0	0	0	4	4	20
10H15 - 10H30	3	0	2	0	0	0	0	0	5	5	20
10H30 - 10H45	2	0	0	0	0	0	0	0	2	2	17
10H45 - 11H00	2	0	1	0	0	0	0	0	3	3	14
11H00 - 11H15	2	0	0	0	0	0	0	0	2	2	12
11H15 - 11H30	2	0	0	1	0	0	0	0	3	3	10
11H30 - 11H45	3		0	0	0	0	0	0	3	3	11
11H45 - 12H00	2	0	1	0	0	0	0	0	3	3	11
12H00 - 12H15	1	0	2	0	0	0	0	0	3	3	12
12H15 - 12H30	3	0	1	0	0	0	0	0	4	4	13
12H30 - 12H45	3	0	1	1	0	0	0	0	5	5	15
12H45 - 13H00	1	0	2	1	0	0	0	0	4	4	16
13H00 - 13H15	2	0	0	0	0	0	0	0	2	2	15
13H15 - 13H30	1	0	1	1	0	0	0	0	3	3	14
13H30 - 13H45	4	0	1	0	0	0	0	0	5	5	14
13H45 - 14H00	3	0	0	0	0	0	0	0	3	3	13
14H00 - 14H15	3	0	2	0	0	0	0	0	5	5	16
14H15 - 14H30	4	0	2	0	0	0	0	0	6	6	19
14H30 - 14H45	5	0	0	0	0	0	0	0	5	5	19
14H45 - 15H00	3	0	1	1	0	0	0	0	5	5	21
15H00 - 15H15	3	0	0	1	0	0	0	0	4	4	20
15H15 - 15H30	4	0	2	0	0	0	0	0	6	6	20
15H30 - 15H45	3	0	0	0	0	0	0	0	3	3	18
15H45 - 16H00	5	0	0	1	0	0	0	0	6	6	19
16H00 - 16H15	2	0	2	0	0	0	0	0	4	4	19
16H15 - 16H30	5	0	1	0	0	0	0	0	6	6	19
16H30 - 16H45	4	0	0	1	0	0	0	0	5	5	21
16H45 - 17H00	5	0	1	1	0	0	0	0	7	7	22
17H00 - 17H15	6	0	2	1	0	0	0	0	9	9	27
17H15 - 17H30	5	0	1	0	0	0	0	0	6	6	27
17H30 - 17H45	4	0	1	2	0	0	0	0	7	7	29
17H45 - 18H00	7	0	2	0	0	0	0	0	9	9	31



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CONTEO MANUAL DE TRANSITO
VIA HUAGRAHUASI - PANTZA

FECHA: Sabado 14 de febrero del 2015

HORAS	AUTOS	BUSES								TOTAL	ACUMULAD O POR HORA
			C-2P	C-2G	C-3	C-4	C-5	C-6	TOTAL		
8H00 - 8H15	5	0	1	1	0	0	0	0	7	7	
8H15 - 8H30	7	0	1	2	0	0	0	0	10	10	
8H30 - 8H45	4	0	3	1	0	0	0	0	8	8	
8H45 - 9H00	6	0	1	1	0	0	0	0	8	8	33
9H00 - 9H15	3	0	0	0	0	0	0	0	3	3	29
9H15 - 9H30	1	0	0	2	0	0	0	0	3	3	22
9H30 - 9H45	2	0	1	0	0	0	0	0	3	3	17
9H45 - 10H00	2	0	0	0	0	0	0	0	2	2	11
10H00 - 10H15	3	0	0	1	0	0	0	0	4	4	12
10H15 - 10H30	1	0	2	0	0	0	0	0	3	3	12
10H30 - 10H45	1	0	1	0	0	0	0	0	2	2	11
10H45 - 11H00	2	0	0	2	0	0	0	0	4	4	13
11H00 - 11H15	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	10
11H15 - 11H30	3	0	2	0	0	0	0	0	5	5	12
11H30 - 11H45	3	0	0	0	0	0	0	0	3	3	13
11H45 - 12H00	2	0	2	0	0	0	0	0	4	4	13
12H00 - 12H15	1	0	1	0	0	0	0	0	2	2	14
12H15 - 12H30	3	0	0	0	0	0	0	0	3	3	12
12H30 - 12H45	4	0	0	0	0	0	0	0	4	4	13
12H45 - 13H00	5	0	1	0	0	0	0	0	6	6	15
13H00 - 13H15	3	0	0	1	0	0	0	0	4	4	17
13H15 - 13H30	5	0	0	0	0	0	0	0	5	5	19
13H30 - 13H45	6	0	1	0	0	0	0	0	7	7	22
13H45 - 14H00	8	0	0	0	0	0	0	0	8	8	24
14H00 - 14H15	5	0	0	0	0	0	0	0	5	5	25
14H15 - 14H30	2	0	2	1	0	0	0	0	5	5	25
14H30 - 14H45	4	0	1	1	0	0	0	0	6	6	24
14H45 - 15H00	3	0	0	0	0	0	0	0	3	3	19
15H00 - 15H15	1	0	1	0	0	0	0	0	2	2	16
15H15 - 15H30	3	0	0	1	0	0	0	0	4	4	15
15H30 - 15H45	2	0	2	0	0	0	0	0	4	4	13
15H45 - 16H00	3	0	0	0	0	0	0	0	3	3	13
16H00 - 16H15	3	0	0	0	0	0	0	0	3	3	14
16H15 - 16H30	1	0	1	1	0	0	0	0	3	3	13
16H30 - 16H45	2	0	2	1	0	0	0	0	5	5	14
16H45 - 17H00	3	0	3	0	0	0	0	0	6	6	17
17H00 - 17H15	4	0	1	2	0	0	0	0	7	7	21
17H15 - 17H30	6	0	1	0	0	0	0	0	7	7	25
17H30 - 17H45	3	0	2	0	0	0	0	0	5	5	25
17H45 - 18H00	5	0	1	1	0	0	0	0	7	7	26



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CONTEO MANUAL DE TRANSITO
VIA HUAGRAHUASI - PANTZA
FECHA: Domingo 15 de febrero del 2015

HORAS	AUTOS	BUSES								TOTAL	ACUMULADO POR HORA
			C-2P	C-2G	C-3	C-4	C-5	C-6	TOTAL		
8H00 - 8H15	4	0	1	1	0	0	0	0	6	6	
8H15 - 8H30	5	0	1	2	0	0	0	0	8	8	
8H30 - 8H45	3	0	3	1	0	0	0	0	7	7	
8H45 - 9H00	4	0	1	1	0	0	0	0	6	6	27
9H00 - 9H15	2	0	1	0	0	0	0	0	3	3	24
9H15 - 9H30	1	0	1	2	0	0	0	0	4	4	20
9H30 - 9H45	3	0	1	0	0	0	0	0	4	4	17
9H45 - 10H00	2	0	1	0	0	0	0	0	3	3	14
10H00 - 10H15	4	0	0	1	0	0	0	0	5	5	16
10H15 - 10H30	4	0	2	1	0	0	0	0	7	7	19
10H30 - 10H45	6	0	1	0	0	0	0	0	7	7	22
10H45 - 11H00	3	0	1	2	0	0	0	0	6	6	25
11H00 - 11H15	2	0	0	0	0	0	0	0	2	2	22
11H15 - 11H30	4	0	2	0	0	0	0	0	6	6	21
11H30 - 11H45	3	0	0	0	0	0	0	0	3	3	17
11H45 - 12H00	4	0	2	0	0	0	0	0	6	6	17
12H00 - 12H15	2	0	1	0	0	0	0	0	3	3	18
12H15 - 12H30	3	0	0	0	0	0	0	0	3	3	15
12H30 - 12H45	4	0	0	0	0	0	0	0	4	4	16
12H45 - 13H00	2	0	1	0	0	0	0	0	3	3	13
13H00 - 13H15	1	0	0	1	0	0	0	0	2	2	12
13H15 - 13H30	2	0	1	0	0	0	0	0	3	3	12
13H30 - 13H45	3	0	1	0	0	0	0	0	4	4	12
13H45 - 14H00	2	0	1	0	0	0	0	0	3	3	12
14H00 - 14H15	2	0	0	0	0	0	0	0	2	2	12
14H15 - 14H30	3	0	2	1	0	0	0	0	6	6	15
14H30 - 14H45	1	0	1	1	0	0	0	0	3	3	14
14H45 - 15H00	4	0	0	0	0	0	0	0	4	4	15
15H00 - 15H15	2	0	1	0	0	0	0	0	3	3	16
15H15 - 15H30	3	0	0	1	0	0	0	0	4	4	14
15H30 - 15H45	5	0	2	0	0	0	0	0	7	7	18
15H45 - 16H00	7	0	0	0	0	0	0	0	7	7	21
16H00 - 16H15	5	0	0	0	0	0	0	0	5	5	23
16H15 - 16H30	6	0	1	1	0	0	0	0	8	8	27
16H30 - 16H45	4	0	2	1	0	0	0	0	7	7	27
16H45 - 17H00	3	0	3	0	0	0	0	0	6	6	26
17H00 - 17H15	4	0	1	2	0	0	0	0	7	7	28
17H15 - 17H30	3	0	1	0	0	0	0	0	4	4	24
17H30 - 17H45	5	0	2	0	0	0	0	0	7	7	24
17H45 - 18H00	3	0	1	1	0	0	0	0	5	5	23



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CONTEO MANUAL DE TRANSITO
VIA HUAGRAHUASI - PANTZA

FECHA: Lunes 16 de febrero del 2015

HORAS	AUTOS	BUSES								TOTAL	ACUMULAD O POR HORA
			C-2P	C-2G	C-3	C-4	C-5	C-6	TOTAL		
8H00 - 8H15	1	0	1	1	0	0	0	0	3	3	
8H15 - 8H30	5	0	1	1	0	0	0	0	7	7	
8H30 - 8H45	1	0	2	1	0	0	0	0	4	4	
8H45 - 9H00	4	0	1	1	0	0	0	0	6	6	20
9H00 - 9H15	2	0	1	0	0	0	0	0	3	3	20
9H15 - 9H30	1	0	1	1	0	0	0	0	3	3	16
9H30 - 9H45	1	0	1	0	0	0	0	0	2	2	14
9H45 - 10H00	3	0	1	0	0	0	0	0	4	4	12
10H00 - 10H15	1	0	0	1	0	0	0	0	2	2	11
10H15 - 10H30	2	0	0	1	0	0	0	0	3	3	11
10H30 - 10H45	2	0	1	0	0	0	0	0	3	3	12
10H45 - 11H00	3	0	1	1	0	0	0	0	5	5	13
11H00 - 11H15	2	0	0	0	0	0	0	0	2	2	13
11H15 - 11H30	4	0	1	0	0	0	0	0	5	5	15
11H30 - 11H45	3	0	1	0	0	0	0	0	4	4	16
11H45 - 12H00	2	0	0	0	0	0	0	0	2	2	13
12H00 - 12H15	2	0	1	0	0	0	0	0	3	3	14
12H15 - 12H30	3	0	0	1	0	0	0	0	4	4	13
12H30 - 12H45	1	0	0	1	0	0	0	0	2	2	11
12H45 - 13H00	2	0	1	0	0	0	0	0	3	3	12
13H00 - 13H15	1	0	0	1	0	0	0	0	2	2	11
13H15 - 13H30	2	0	1	0	0	0	0	0	3	3	10
13H30 - 13H45	3	0	1	0	0	0	0	0	4	4	12
13H45 - 14H00	2	0	1	0	0	0	0	0	3	3	12
14H00 - 14H15	2	0	0	0	0	0	0	0	2	2	12
14H15 - 14H30	3	0	2	1	0	0	0	0	6	6	15
14H30 - 14H45	1	0	1	1	0	0	0	0	3	3	14
14H45 - 15H00	4	0	0	0	0	0	0	0	4	4	15
15H00 - 15H15	2	0	1	0	0	0	0	0	3	3	16
15H15 - 15H30	3	0	0	1	0	0	0	0	4	4	14
15H30 - 15H45	5	0	2	0	0	0	0	0	7	7	18
15H45 - 16H00	2	0	0	0	0	0	0	0	2	2	16
16H00 - 16H15	5	0	0	0	0	0	0	0	5	5	18
16H15 - 16H30	6	0	1	1	0	0	0	0	8	8	22
16H30 - 16H45	4	0	2	1	0	0	0	0	7	7	22
16H45 - 17H00	3	0	3	0	0	0	0	0	6	6	26
17H00 - 17H15	4	0	1	2	0	0	0	0	7	7	28
17H15 - 17H30	3	0	1	1	0	0	0	0	5	5	25
17H30 - 17H45	1	0	2	0	0	0	0	0	3	3	21
17H45 - 18H00	3	0	1	1	0	0	0	0	5	5	20




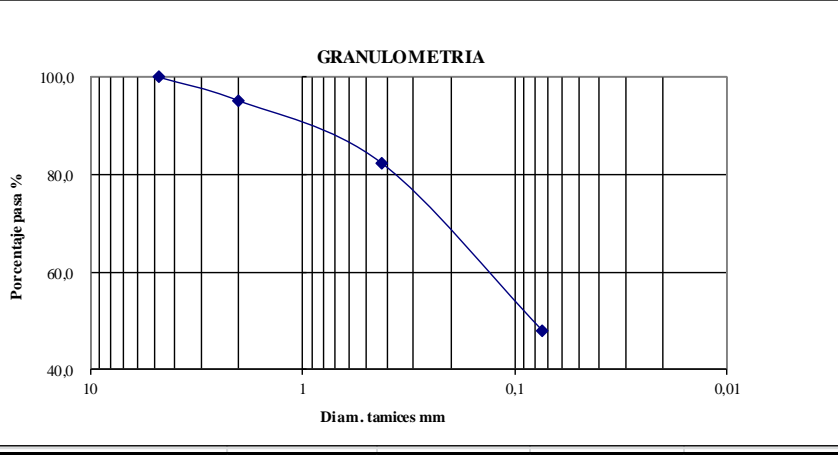
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CONTEO MANUAL DE TRANSITO
VIA HUAGRAHUASI - PANTZA

FECHA: Martes 17 de febrero del 2015

HORAS	AUTOS	BUSES								TOTAL	ACUMULAD O POR HORA
			C-2P	C-2G	C-3	C-4	C-5	C-6	TOTAL		
8H00 - 8H15	2	0	1	1	0	0	0	0	4	4	
8H15 - 8H30	1	0	1	2	0	0	0	0	4	4	
8H30 - 8H45	4	0	1	1	0	0	0	0	6	6	
8H45 - 9H00	3	0	1	1	0	0	0	0	5	5	19
9H00 - 9H15	3	0	1	0	0	0	0	0	4	4	19
9H15 - 9H30	4	0	1	2	0	0	0	0	7	7	22
9H30 - 9H45	5	0	1	0	0	0	0	0	6	6	22
9H45 - 10H00	3	0	1	0	0	0	0	0	4	4	21
10H00 - 10H15	2	0	0	1	0	0	0	0	3	3	20
10H15 - 10H30	1	0	2	1	0	0	0	0	4	4	17
10H30 - 10H45	4	0	1	1	0	0	0	0	6	6	17
10H45 - 11H00	3	0	1	2	0	0	0	0	6	6	19
11H00 - 11H15	3	0	0	0	0	0	0	0	3	3	19
11H15 - 11H30	4	0	2	0	0	0	0	0	6	6	21
11H30 - 11H45	5	0	1	0	0	0	0	0	6	6	21
11H45 - 12H00	3	0	2	0	0	0	0	0	5	5	20
12H00 - 12H15	3	0	1	0	0	0	0	0	4	4	21
12H15 - 12H30	4	0	0	0	0	0	0	0	4	4	19
12H30 - 12H45	3	0	0	0	0	0	0	0	3	3	16
12H45 - 13H00	1	0	1	0	0	0	0	0	2	2	13
13H00 - 13H15	2	0	0	1	0	0	0	0	3	3	12
13H15 - 13H30	5	0	1	0	0	0	0	0	6	6	14
13H30 - 13H45	4	0	1	0	0	0	0	0	5	5	16
13H45 - 14H00	5	0	1	0	0	0	0	0	6	6	20
14H00 - 14H15	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	18
14H15 - 14H30	2	0	2	1	0	0	0	0	5	5	17
14H30 - 14H45	4	0	1	1	0	0	0	0	6	6	18
14H45 - 15H00	7	0	0	0	0	0	0	0	7	7	19
15H00 - 15H15	3	0	1	0	0	0	0	0	4	4	22
15H15 - 15H30	4	0	0	1	0	0	0	0	5	5	22
15H30 - 15H45	3	0	2	0	0	0	0	0	5	5	21
15H45 - 16H00	5	0	0	0	0	0	0	0	5	5	19
16H00 - 16H15	2	0	0	0	0	0	0	0	2	2	17
16H15 - 16H30	2	0	1	1	0	0	0	0	4	4	16
16H30 - 16H45	4	0	2	1	0	0	0	0	7	7	18
16H45 - 17H00	5	0	3	0	0	0	0	0	8	8	21
17H00 - 17H15	1	0	1	2	0	0	0	0	4	4	23
17H15 - 17H30	2	0	1	0	0	0	0	0	3	3	22
17H30 - 17H45	2	0	2	0	0	0	0	0	4	4	19
17H45 - 18H00	7	0	1	1	0	0	0	0	9	9	20

ESTUDIO DE SUELOS

Muestra 1

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CARRERA INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DETERMINACION DE CBR VIA HUAGRAHUASI - PANTZA GRANULOMETRIA				
PROYECTO:	Estudio de la Vía Huagrahuasi Grande - Huagrahuasi Chico.			
SECTOR:	Huagrahuasi - Pantza	ABSCISA:	A	
UBICACIÓN:	San Jose de Poaló	FECHA:	12-03- 2015	
NORMA:	AASHTO T - 180	ENSAYADO POR:	Egdo Carlos Corral	
MÉTODO:	AASHTO MODIFICADO	REVISADO POR:	Ing. Galo Nuñez	
1.- DETERMINACIÓN DE LA GRANULOMETRÍA DEL SUELO				
TAMIZ	TAMIZ en mm	PESO RET/ACUM	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	76,3	0	0	100
1 1/2"	38,1	0	0	100
1"	25,4	0	0	100
3/4"	19,1	0	0	100
1/2"	12,7	0	0	100
3/8"	9,52	0	0	100
N 4"	4,76	0	0	100
PASA N 4		0	0	100
N 10	2,00	6,12	2,38	97,62
N 30	0,59			
N 40	0,425	29,30	11,37	88,63
N 50	0,30			
N 100	0,149			
N 200	0,074	95,81	37,19	62,81
PASA EL N 200		161,82	62,81	
TOTAL		257,63		
PESO ANTES DEL LAVADO	257,63	PESO CUARTEO ANTES/LAVADO		
PESO DESPUÉS DE LAVADO	95,81	PESO CUARTEO DESPUES/LAVADO		
TOTAL - DIFERENCIA	161,82	TOTAL		
2.- GRAFICO DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA				
<p style="text-align: center;">GRANULOMETRIA</p> 				
Contenido de Humedad		PT SS		257,6
PT+SH	PT+SS	PT	P Agua	PSS
149,1	99,52	46,82	49,58	52,7
Clasificación SUCS	MH (Limo alta plasticidad).		W %	94,1

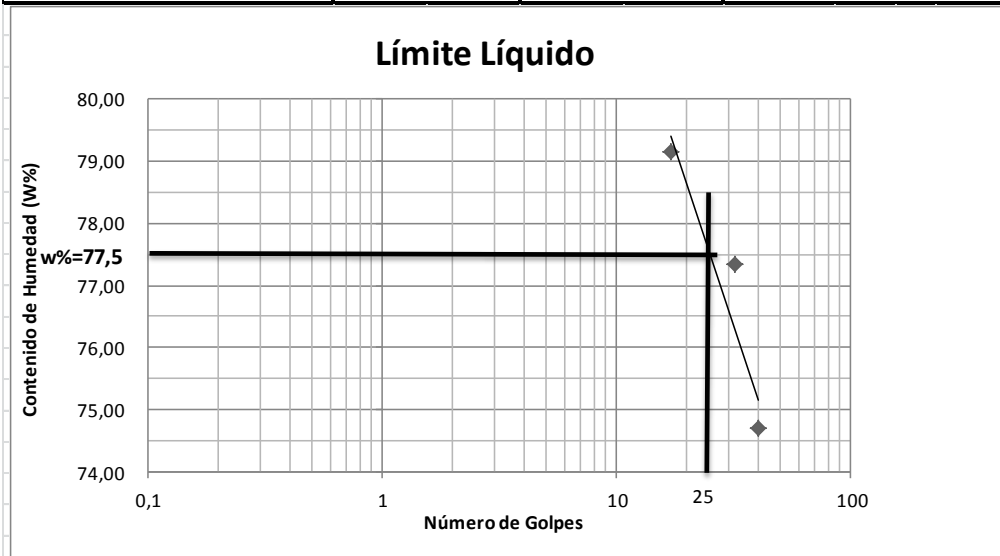


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
CARRERA INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DETERMINACION DE CBR
VIA HUAGRAHUASI - PANTZA
LÍMITE LÍQUIDO

PROYECTO:	Estudio de la Vía Huagrahuasi Grande - Huagrahuasi Chico.					
SECTOR:	Huagrahuasi - Pantza	ABSCISA:	A			
UBICACIÓN:	San Jose de Poaló	FECHA:	12-03- 2015			
NORMA:	AASHTO T - 180	ENSAYADO POR:	Egdo Carlos Corral			
MÉTODO:	AASHTO MODIFICADO	REVISADO POR:	Ing. Galo Nuñez			

1.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO

	40		32		17	
Recipiente Número	9-F	1C	11-F	Z	7-E	8E
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec	19,6	20,31	20,06	23,88	20,13	20,67
Peso seco + recipiente Ws + rec	16,14	16,48	16,21	18,38	16,35	16,71
Peso recipiente rec	11,52	11,34	11,21	11,3	11,57	11,71
peso del agua Ww	3,46	3,83	3,85	5,5	3,78	3,96
Peso de los sólidos WS	4,62	5,14	5	7,08	4,78	5
Contenido de humedad w%	74,89	74,51	77,00	77,68	79,08	79,20
Contenido de humedad prom. w%	74,70		77,34		79,14	



2.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO

Recipiente Número	A-5	XT	A-8	M-3	E-2	3-A
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec	6,5	6,27	6,25	6,85	6,59	6,77
Peso seco + recipiente Ws + rec	5,67	5,53	5,52	6,33	5,74	6,31
Peso recipiente rec	4,33	4,32	4,34	5,47	4,36	5,56
peso del agua Ww	0,83	0,74	0,73	0,52	0,85	0,46
Peso de los sólidos WS	1,34	1,21	1,18	0,86	1,38	0,75
Contenido de humedad w%	61,94	61,16	61,86	60,47	61,59	61,33
Contenido de humedad prom. w%	61,55		61,16		61,46	
Límite líquido =	77,50 %					
Límite plástico =	61,39 %					
índice plástico =	16,11 %					



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
CARRERA INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DETERMINACION DE CBR
VIA HUAGRAHUASI - PANTZA
COMPACTACIÓN

PROYECTO:	Estudio de la Vía Huagrahuasi Grande - Huagrahuasi Chico.				
SECTOR:	Huagrahuasi - Pantza	ABSCISA:	A		
UBICACIÓN:	San Jose de Poaló	FECHA:	12-03- 2015		
NORMA:	AASHTO T - 180	ENSAYADO POR:	Egdo Carlos Corral		
MÉTODO:	AASHTO MODIFICADO	REVISADO POR:	Ing. Galo Nuñez		

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO

NUMERO DE GOLPES :	25	NÚMERO DE CAPAS :	5	PESO MARTILLO :	10 Lb
ALTURA DE CAÍDA :	18"	PESO MOLDE gr :	3791	VOLUMEN MOLDE	944

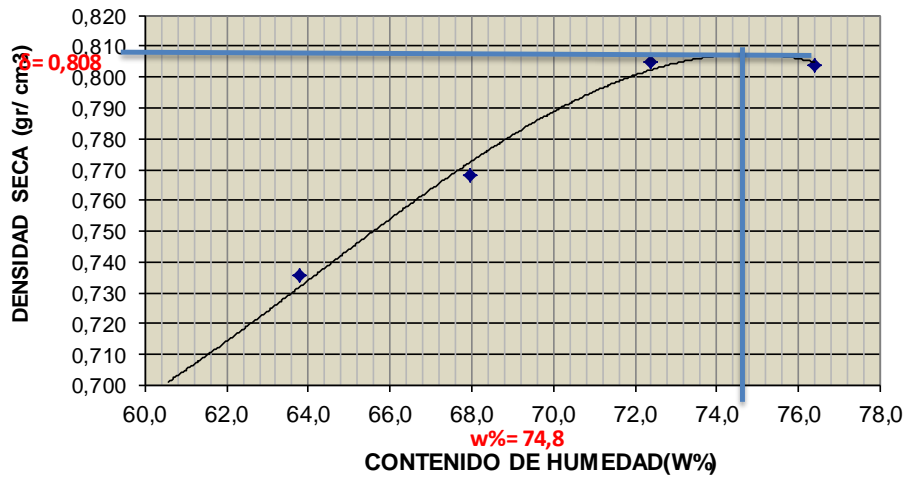
1.- PROCESO DE COMPACTACIÓN DE LABORATORIO

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)	4852	4928,4	5009	5101,2	5130
Peso suelo húmedo	1061	1137,4	1218	1310,2	1339
Densidad Húmeda en gr/cm ³	1,124	1,205	1,290	1,388	1,418

2.- DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente #	6-T	D-3	2-R	2-F	D-7	1-D	11-B	D-5	1-T	4-A
Peso humedo + recipiente W _{m+ rec}	126,25	140,87	132,41	160,2	126,1	150,3	102,3	155,4	99,39	160,27
Peso seco + recipiente W _{s+ rec}	96,3	98,11	100,12	116,2	94,12	102,9	70,67	117,9	69,54	111,32
Peso del recipiente rec	46,91	27,43	49,54	47,21	47,23	33,05	27,02	65,93	30,52	47,18
Peso del agua W _w	29,95	42,76	32,29	44	31,93	47,39	31,65	37,53	29,85	48,95
Peso suelo seco W _s	49,39	70,68	50,58	69	46,89	69,83	43,65	51,95	39,02	64,14
Contenido humedad w%	60,6	60,5	63,8	63,8	68,1	67,9	72,5	72,2	76,5	76,3
Contenido humedad promedio w%	60,57		63,80		67,98		72,38		76,41	
Densidad Seca gd	0,700		0,736		0,768		0,805		0,804	

DENSIDAD SECA vs CONTENIDO DE HUMEDAD



γ_s máximo = 0,808 W óptimo % = 74,8



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
CARRERA INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DETERMINACIÓN DE CBR
VIA HUAGRAHUASI - PANTZA
COMPACTACIÓN CBR

PROYECTO: Estudio de la Vía Huagrahuasi Grande - Huagrahuasi Chico.							
SECTOR:	Huagrahuasi - Pantza			ABSCISA:	A		
UBICACIÓN:	San Jose de Poaló			FECHA:	12-03- 2015		
NORMA:	AASHTO	T - 180		ENSAYADO POR:	Egdo Carlos Corral		
MÉTODO:	AASHTO MODIFICADO			REVISADO POR:	Ing. Galo Nuñez		
ENSAYO CBR							
MOLDE #		1		2		3	
# DE CAPAS		5		5		5	
# DE GOLPES POR CAPA		56		27		11	
		ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO
Wm+MOLDE (gr)		11096,2	11305,2	10830	11195,2	11092	11564,2
PESO MOLDE (gr)		7991	7991	8080	8080	8566	8566
PESO MUESTRA HUMEDA (gr)		3105,2	3314,2	2750	3115,2	2526	2998,2
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)		2301	2301	2301	2301	2301	2301
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm ³)		1,350	1,440	1,195	1,354	1,098	1,303
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)		0,790	0,574	0,701	0,551	0,629	0,513
DENSIDAD SECA PROMEDIO (gr/cm ³)		0,682		0,626		0,571	
CONTENIDO DE HUMEDAD							
TARRO #		4-A	2-F	D-7	1-D	2-R	8-B
Wm +TARRO (gr)		151,47	127,25	149,8	80,98	149,64	94,09
PESO MUESTRA SECA+TARRO (gr)		108,21	80,5	107,38	52,57	104,99	56,56
PESO AGUA (gr)		43,26	46,75	42,42	28,41	44,65	37,53
PESO TARRO		47,18	49,54	47,17	33,05	45,1	32,21
PESO MUESTRA SECA (gr)		61,03	30,96	60,21	19,52	59,89	24,35
CONTENIDO DE HUMEDAD %		70,88	151,00	70,45	145,54	74,55	154,13
AGUA ABSORBIDA %			80,12		75,09		79,57



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
CARRERA INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DETERMINACIÓN DE CBR
VIA HUAGRAHUASI - PANTZA
DETERMINACIÓN DEL CBR PUNTUAL

PROYECTO:	Estudio de la Vía Huagrahuasi Grande - Huagrahuasi Chico.		
SECTOR:	Huagrahuasi - Pantza	ABSCISA:	A
UBICACIÓN:	San Jose de Poaló	FECHA:	12-03- 2015
NORMA:	AASHTO T - 180	ENSAYADO POR:	Egdo Carlos Corral
MÉTODO:	AASHTO MODIFICADO	REVISADO POR:	Ing. Galo Nuñez

ENSAYO C.B.R.

DATOS DE ESPONJAMIENTO

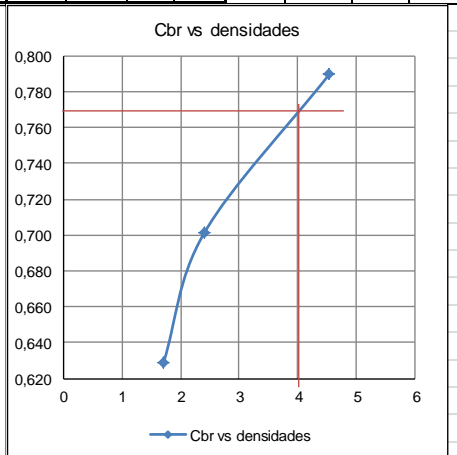
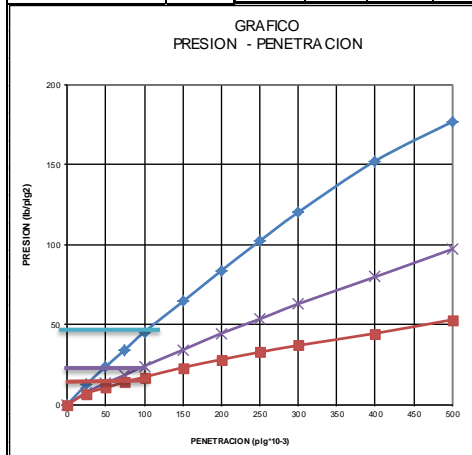
LECTURA DIAL en Plgs*10-2

MOLDE NUMERO			1-C				2-C				3-C			
FECHA	TIEMPO		LECT DIAL	h	ESPONJ		LECT DIAL	h	ESPONJ		LECT DIAL	h	ESPONJ	
	DIA Y MES	HORA			DIAS	Mues			Plgs. %	Mues			Plgs. %	Mues
			Plgs.	Plgs.	*10-2		Plgs.	Plgs.	*10-2		Plgs.	Plgs.	*10-2	
15-mar-15	17:30	0	0,03	5,00	0,00	0,00	0,01	5,00	0,00	0,00	0,02	5,00	0,00	0,00
16-mar-15	14:08	1	0,09		5,67	1,13	0,11		10,00	2,00	0,10		7,88	1,58
17-mar-15	14:45	2	0,18		14,57	2,91	0,16		15,88	3,18	0,17		14,52	2,90

ENSAYO DE CARGA PENETRACION


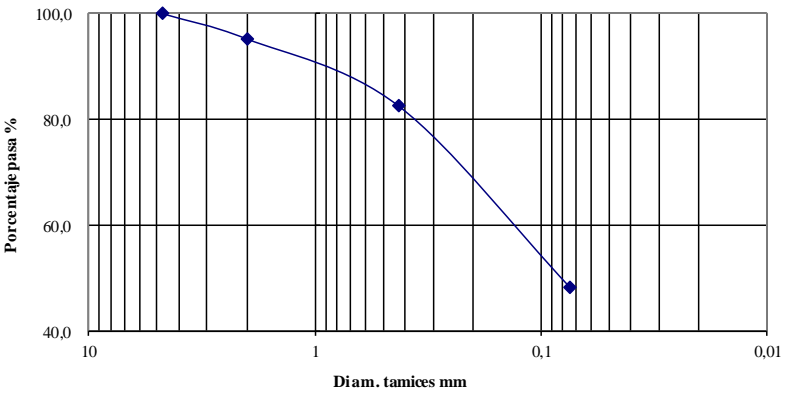
CONSTANTE DE CELDA 2,204 lb AREA DEL PISTON: 3p12

MOLDE NUMERO			1-C				2-C				3-C						
TIEMPO		PENET.	Q		PRESIONES		CBR	Q		PRESIONES		CBR	Q		PRESIONES		CBR
MIN	SEG		LECT	LEIDA	CORG	LECT		LEIDA	CORG	LECT	LEIDA		CORG	LECT	LEIDA	CORG	
		" 10-3	DIAL	lb/plg2	%	DIAL	lb/plg2	%	DIAL	lb/plg2	%	DIAL	lb/plg2	%			
0	30	25	0,0	0		0,0	0		0,0	0		0,0	0				
1	0	50	17,2	12,6		10,3	7,6		9,4	6,9							
1	30	75	32,3	23,7		18,2	13,4		14,3	10,5							
2	0	100	46,7	34,3		25,1	18,4		19,1	14,0							
2	0	100	61,7	45,3	45,3	5	32,7	24,0	24,0	2,4	23,3	17,1	17,1	1,7			
3	0	150	87,5	64,3		46,4	34,1		31,4	23,1							
4	0	200	113,9	83,7		60,5	44,4		38,2	28,1							
5	0	250	139,2	102,3		72,7	53,4		44,5	32,7							
6	0	300	163,6	120,2		85,6	62,9		50,3	37,0							
8	0	400	207,3	152,3		108,6	79,8		60,5	44,4							
10	0	500	240,6	176,8		132,2	97,1		72,1	53,0							
CBR corregido						5			2,4					1,7			



Densidades	vs	Resistencias		Densidad Máx	0,808	gr/cm ³	
gr/cm ³	0,790	4,53	%	95% de DM	0,768	gr/cm ³	
gr/cm ⁴	0,701	2,40	%				
gr/cm ⁵	0,629	1,71	%	CBR PUNTUAL			4,0 %

Muestra 2

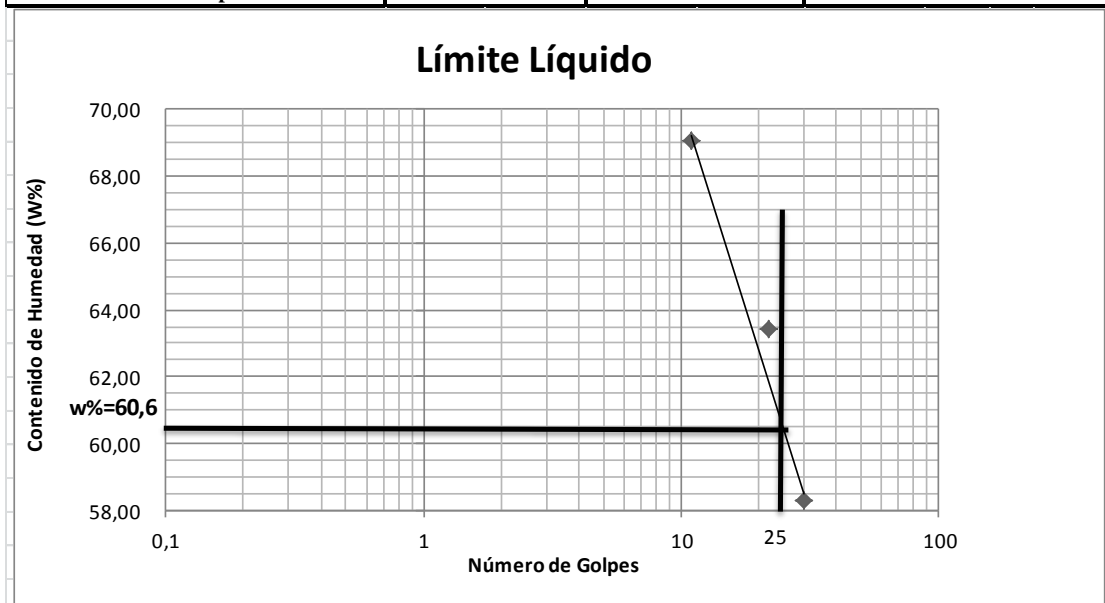
 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CARRERA INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DETERMINACIÓN DE CBR VIA HUAGRAHUASI - PANTZA GRANULOMETRIA					
PROYECTO:	Estudio de la Vía Huagrahuasi Grande - Huagrahuasi Chico.				
SECTOR:	Huagrahuasi - Pantza	ABSCISA:	B		
UBICACIÓN:	San Jose de Poaló	FECHA:	12-03- 2015		
NORMA:	AASHTO T - 180	ENSAYADO POR:	Egdo Carlos Corral		
MÉTODO:	AASHTO MODIFICADO	REVISADO POR:	Ing. Galo Nuñez		
1.- DETERMINACIÓN DE LA GRANULOMETRÍA DEL SUELO					
TAMIZ	TAMIZ en mm	PESO RET/ACUM	% RETENIDO	% QUE PASA	
3"	76,3	0	0	100	
1 1/2"	38,1	0	0	100	
1"	25,4	0	0	100	
3/4"	19,1	0	0	100	
1/2"	12,7	0	0	100	
3/8"	9,52	0	0	100	
N 4"	4,76	0	0	100	
PASA N 4		0	0	100	
N 10	2,00	3,50	1,03	98,97	
N 30	0,59	0,00	0,00	0,00	
N 40	0,425	16,11	4,72	95,28	
N 50	0,30	0,00	0,00	0,00	
N 100	0,149	0,00	0,00	0,00	
N 200	0,074	71,57	20,97	79,03	
PASA EL N 200		269,71	79,03		
TOTAL		341,28			
PESO ANTES DEL LA VADO	341,28		PESO CUARTEO ANTES/LA VADO		
PESO DESPUÉS DE LA VADO	71,57		PESO CUARTEO DESPUES/LA VADO		
TOTAL - DIFERENCIA	269,71		TOTAL		
2.- GRAFICO DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA					
<p>Granulometría del Suelo</p> 					
Contenido de Humedad				PT SS	341,3
PT+SH	PT+SS	PT	P Agua	PSS	
161,52	125,11	46,82	36,41	78,29	
Clasificación SUCS	MH (Limo alta plasticidad).			W %	46,5



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
CARRERA INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DETERMINACIÓN DE CBR
VIA HUAGRAHUASI - PANTZA
LÍMITE LÍQUIDO

PROYECTO:	Estudio de la Vía Huagrahuasi Grande - Huagrahuasi Chico.		
SECTOR:	Huagrahuasi - Pantza	ABSCISA:	B
UBICACIÓN:	San Jose de Poaló	FECHA:	12-03- 2015
NORMA:	AASHTO T - 180	ENSAYADO POR:	Egdo Carlos Corral
MÉTODO:	AASHTO MODIFICADO	REVISADO POR:	Ing. Galo Nuñez

1.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO						
	30		22		11	
Recipiente Número	11-F	12-F	16-X	Z	9-F	8E
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec	24,62	19,88	23,21	25,11	23,07	23,14
Peso seco + recipiente Ws + rec	19,69	16,82	18,73	19,71	18,32	18,51
Peso recipiente rec	11,23	11,57	11,58	11,3	11,53	11,71
peso del agua Ww	4,93	3,06	4,48	5,4	4,75	4,63
Peso de los sólidos WS	8,46	5,25	7,15	8,41	6,79	6,8
Contenido de humedad w%	58,27	58,29	62,66	64,21	69,96	68,09
Contenido de humedad prom. w%	58,28		63,43		69,02	



2.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO						
Recipiente Número	A-5	E-2	A-1	M3	A-8	3-A
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec	5,97	6,26	6,49	6,55	6,43	6,77
Peso seco + recipiente Ws + rec	5,56	5,78	5,94	6,27	5,9	6,46
Peso recipiente rec	4,35	4,37	4,34	5,47	4,34	5,56
peso del agua Ww	0,41	0,48	0,55	0,28	0,53	0,31
Peso de los sólidos WS	1,21	1,41	1,60	0,80	1,56	0,90
Contenido de humedad w%	33,88	34,04	34,38	35,00	33,97	34,44
Contenido de humedad prom. w%	33,96		34,69		34,21	
Límite líquido =	60,60					
Límite plástico =	34,29					
Índice plástico =	26,31					



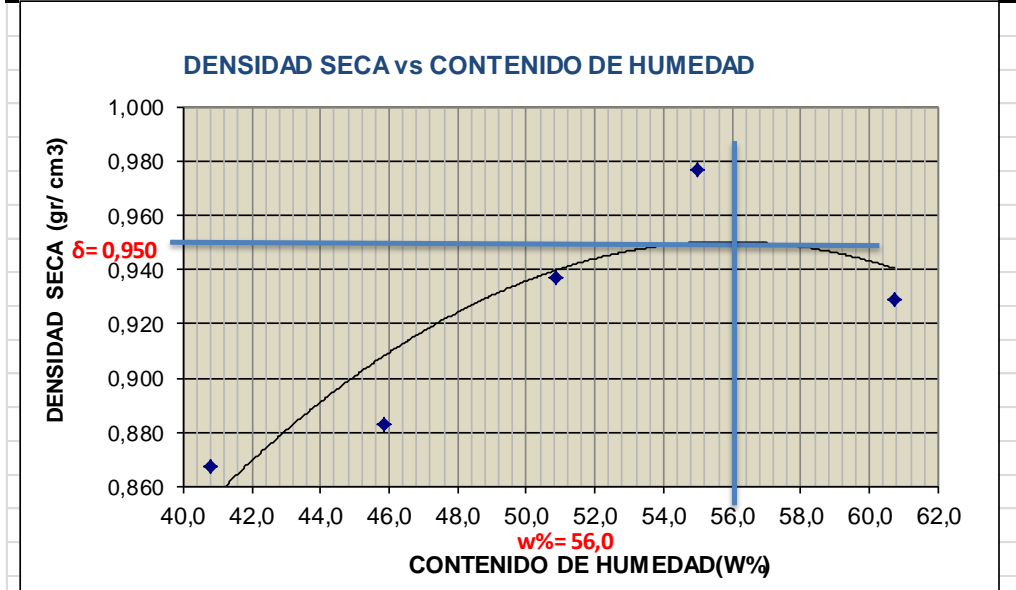
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
CARRERA INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DETERMINACIÓN DE CBR
VIA HUAGRAHUASI - PANTZA
COMPACTACIÓN

PROYECTO:	Estudio de la Vía Huagrahuasi Grande - Huagrahuasi Chico.				
SECTOR:	Huagrahuasi - Pantza	ABSCISA:	B		
UBICACIÓN:	San Jose de Poaló	FECHA:	12-03- 2015		
NORMA:	AASHTO T - 180	ENSAYADO POR:	Egdo Carlos Corral		
MÉTODO:	AASHTO MODIFICADO	REVISADO POR:	Ing. Galo Nuñez		

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO					
NUMERO DE GOLPES :	25	NÚMERO DE CAPAS :	5	PESO MARTILLO :	10 Lb
ALTURA DE CAÍDA :	18"	PESO MOLDE gr :	3791	VOLUMEN MOLDE	944

1.- PROCESO DE COMPACTACIÓN DEL 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)	4943,4	5006,4	5125,6	5220,4	5200,6
Peso suelo húmedo	1152,4	1215,4	1334,6	1429,4	1409,6
Densidad Húmeda en gr/cm ³	1,221	1,288	1,414	1,514	1,493

2.- DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD										
Recipiente #	1-D	D-7	1-T	2-R	D-3	4-A	2-F	3-T	2-F	6T
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec	116,28	130,7	111,1	150,3	99,6	150,7	155	140,5	175,21	140,27
Peso seco + recipiente Ws+ rec	92,28	106,4	85,8	117,2	75,2	115,9	117,6	100,6	127,44	105,21
Peso del recipiente rec	33,06	47,17	30,53	45,1	27,43	47,25	49,54	28,09	49,54	46,87
Peso del agua Ww	24	24,3	25,3	33,1	24,4	34,8	37,4	39,9	47,77	35,06
Peso suelo seco Ws	59,22	59,23	55,27	72,1	47,77	68,65	68,06	72,51	77,9	58,34
Contenido humedad w%	40,5	41,0	45,8	45,9	51,1	50,7	55,0	55,0	61,3	60,1
Contenido humedad promedio w%	40,78		45,84		50,88		54,99		60,71	
Densidad Seca gd	0,867		0,883		0,937		0,977		0,929	



γ máximo=	0,950	W óptimo % =	56,0
-----------	-------	--------------	------



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
CARRERA INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DETERMINACIÓN DE CBR
VIA HUAGRAHUASI - PANTZA
COMPACTACIÓN CBR

PROYECTO:	Estudio de la Vía Huagrahuasi Grande - Huagrahuasi Chico.						
SECTOR:	Huagrahuasi - Pantza			ABSCISA:	B		
UBICACIÓN:	San Jose de Poaló			FECHA:	12-03- 2015		
NORMA:	AASHTO	T - 180		ENSAYADO POR:	Egdo Carlos Corral		
MÉTODO:	AASHTO MODIFICADO			REVISADO POR:	Ing. Galo Nuñez		
ENSAYO CBR							
MOLDE #		15		18		44	
# DE CAPAS		5		5		5	
# DE GOLPES POR CAPA		56		27		11	
		ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO
Wm+MOLDE (gr)		9406,2	9765,2	8887	9565,2	8652,2	9185,6
PESO MOLDE (gr)		5864,5	5864,5	5685,2	5685,2	5775	5775
PESO MUESTRA HUMEDA (gr)		3541,7	3900,7	3201,8	3880	2877,2	3410,6
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)		2274	2274	2274	2274	2274	2274
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm ³)		1,557	1,715	1,408	1,706	1,265	1,500
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)		0,994	0,808	0,897	0,775	0,810	0,641
DENSIDAD SECA PROMEDIO (gr/cm ³)		0,901		0,836		0,726	
CONTENIDO DE HUMEDAD							
TARRO #		2-F	11-B	D-7	3-T	2-R	D-3
Wm +TARRO (gr)		180,67	85,45	165,41	110,52	175,85	100,1
PESO MUESTRA SECA+TARRO (g)		133,25	54,5	122,52	65,52	128,85	58,5
PESO AGUA (gr)		47,42	30,95	42,89	45	47	41,6
PESO TARRO		49,54	26,92	47,18	28,07	45,1	27,43
PESO MUESTRA SECA (gr)		83,71	27,58	75,34	37,45	83,75	31,07
CONTENIDO DE HUMEDAD %		56,65	112,22	56,93	120,16	56,12	133,89
AGUA ABSORBIDA %			55,57		63,23		77,77



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
CARRERA INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DETERMINACIÓN DE CBR
VIA HUAGRAHUASI - PANTZA
DETERMINACIÓN DEL CBR PUNTUAL

PROYECTO:	Estudio de la Vía Huagrahuasi Grande - Huagrahuasi Chico.		
SECTOR:	Huagrahuasi - Pantza	ABCISA:	B
UBICACIÓN:	San Jose de Poaló	FECHA:	12-03- 2015
NORMA:	AASHTO T - 180	ENSAYADO POR:	Egdo Carlos Corral
MÉTODO:	AASHTO MODIFICADO	REVISADO POR:	Ing. Galo Nuñez

ENSAYO C.B.R.

DATOS DE ESPONJAMIENTO

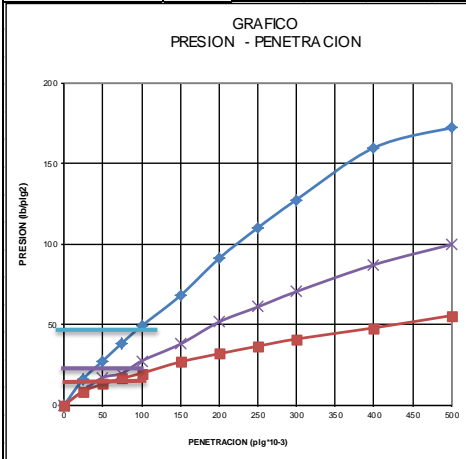
LECTURA DIAL en Plgs*10-2

MOLDE NUMERO			15				18				44			
FECHA	TIEMPO		LECT DIAL	h	ESPONJ		LECT DIAL	h	ESPONJ		LECT DIAL	h	ESPONJ	
	DIA Y MES	HORA			DIAS	Mues			Pigs. %	Mues			Pigs. %	Mues
			Pigs.	Pigs.	*10-2		Pigs.	Pigs.	*10-2		Pigs.	Pigs.	*10-2	
09-mar-15	15:10	0	0,24	5,00	0,00	0,00	0,11	5,00	0,00	0,00	0,07	5,00	0,00	0,00
10-mar-15	14:08	1	0,28		4,45	0,89	0,14		3,72	0,74	0,11		4,52	0,90
11-mar-15	14:45	2	0,33		9,29	1,86	0,22		11,04	2,21	0,17		9,92	1,98

ENSAYO DE CARGA PENETRACION


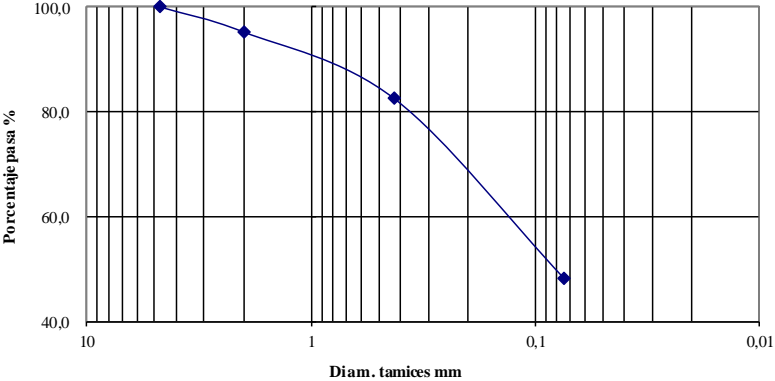
CONSTANTE DE CELDA 2,204 lb AREA DEL PISTON: 3p12

MOLDE NUMERO			15				18				44						
TIEMPO		PENET.	Q		PRESIONES		CBR	Q		PRESIONES		CBR	Q		PRESIONES		CBR
MIN	SEG		LECT DIAL	LEIDA	CORG			LECT DIAL	LEIDA	CORG			LECT DIAL	LEIDA	CORG		
		" 10-3	lb/plg2	lb/plg2	%		lb/plg2	lb/plg2	%		lb/plg2	lb/plg2	%				
		0	0,0	0			0,0	0			0,0	0					
0	30	25	22,2	16,3			12,3	9,0			11,6	8,5					
1	0	50	37,3	27,4			23,2	17,0			17,6	12,9					
1	30	75	52,5	38,6			26,7	19,6			22,5	16,5					
2	0	100	66,8	49,1	49,1	5	37,2	27,3	27,3	2,7	26,8	19,7	19,7	2,0			
3	0	150	92,5	68,0			51,5	37,8			36,4	26,7					
4	0	200	123,9	91,0			70,2	51,6			43,3	31,8					
5	0	250	149,8	110,1			82,9	60,9			49,7	36,5					
6	0	300	173,6	127,5			95,9	70,5			55,8	41,0					
8	0	400	217,6	159,9			118,6	87,1			65,2	47,9					
10	0	500	234,5	172,3			135,7	99,7			75,6	55,5					
CBR corregido						5				2,7				2,0			



Densidades	vs	Resistencias	Densidad Máx	0,950	gr/cm ³
gr/cm ³	0,994	4,91 %	95% de DM	0,903	gr/cm ³
gr/cm ⁴	0,897	2,73 %			
gr/cm ⁵	0,810	1,97 %	CBR PUNTUAL		2,9 %

Muestra 3

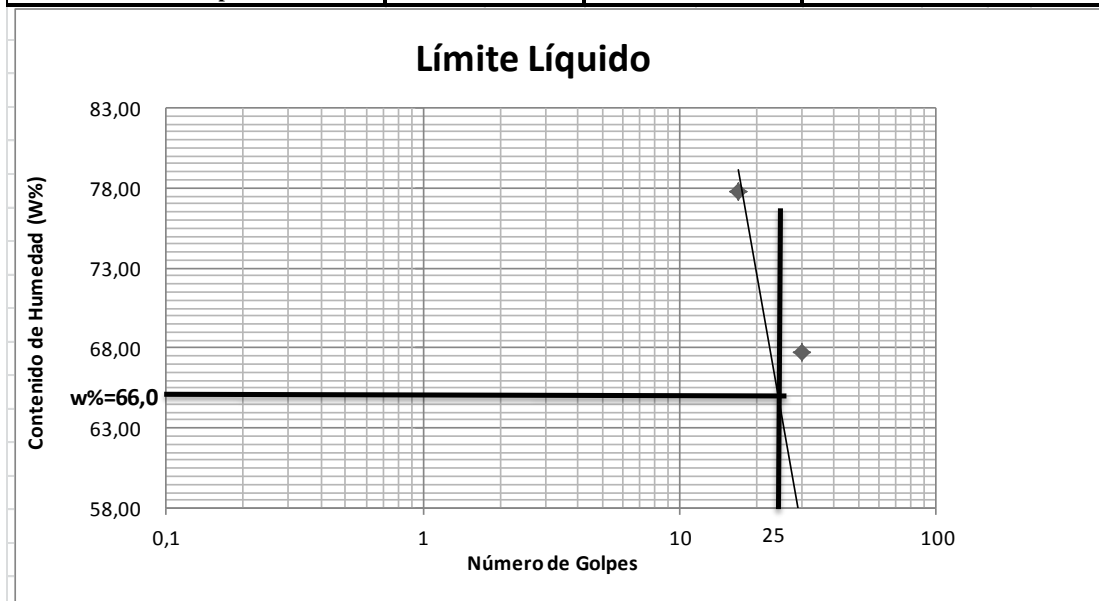
 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CARRERA INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DETERMINACIÓN DE CBR VIA HUAGRAHUASI - PANTZA GRANULOMETRIA					
PROYECTO:	Estudio de la Vía Huagrahuasi Grande - Huagrahuasi Chico.				
SECTOR:	Huagrahuasi - Pantza	ABSCISA:	C		
UBICACIÓN:	San Jose de Poaló	FECHA:	12-03- 2015		
NORMA:	AASHTO T - 180	ENSAYADO POR:	Egdo Carlos Corral		
MÈTODO:	AASHTO MODIFICADO	REVISADO POR:	Ing. Galo Nuñez		
1.- DETERMINACIÓN DE LA GRANULOMETRÍA DEL SUELO					
TAMIZ	TAMIZ en mm	PESO RET/ACUM	% RETENIDO	% QUE PASA	
3"	76,3	0	0	100	
1 1/2"	38,1	0	0	100	
1"	25,4	0	0	100	
3/4"	19,1	0	0	100	
1/2"	12,7	0	0	100	
3/8"	9,52	0	0	100	
N 4"	4,76	0	0	100	
PASA N 4		0	0	100	
N 10	2,00	4,10	1,21	98,79	
N 30	0,59	0,00	0,00	0,00	
N 40	0,425	19,30	5,69	94,31	
N 50	0,30	0,00	0,00	0,00	
N 100	0,149	0,00	0,00	0,00	
N 200	0,074	87,10	25,68	74,32	
PASA EL N 200		252,11	74,32		
TOTAL		339,21			
PESO ANTES DEL LAVADO	339,21		PESO CUARTEO ANTES/LAVADO		
PESO DESPUÉS DE LA VADO	87,10		PESO CUARTEO DESPUES/LA VADO		
TOTAL - DIFERENCIA	252,11		TOTAL		
2.- GRAFICO DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA					
<p style="text-align: center;">Granulometría del Suelo</p> 					
Contenido de Humedad				PT SS	339,2
PT+SH	PT+SS	PT	P Agua	PSS	
154,1	119,6	46,82	34,5	72,78	
Clasificación SUCS	MH (Limo alta plasticidad).			W %	47,4



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
CARRERA INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DETERMINACIÓN DE CBR
VIA HUAGRAHUASI - PANTZA
LÍMITE LÍQUIDO

PROYECTO:	Estudio de la Vía Huagrahuasi Grande - Huagrahuasi Chico.					
SECTOR:	Huagrahuasi - Pantza	ABSCISA:	C			
UBICACIÓN:	San Jose de Poaló	FECHA:	12-03- 2015			
NORMA:	AASHTO T - 180	ENSAYADO POR:	Egdo Carlos Corral			
MÉTODO:	AASHTO MODIFICADO	REVISADO POR:	Ing. Galo Nuñez			

1.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO						
	32		30		17	
Recipiente Número	7-E	11-F	9-F	16-X	8-E	12-F
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec	20,12	19,23	21,87	24,87	22,23	22,12
Peso seco + recipiente Ws + rec	17,12	16,98	17,98	18,98	17,89	17,23
Peso recipiente rec	11,16	11,44	11,43	11,23	11,45	11,68
peso del agua Ww	3	2,25	3,89	5,89	4,34	4,89
Peso de los sólidos WS	5,96	5,54	6,55	7,75	6,44	5,55
Contenido de humedad w%	50,34	40,61	59,39	76,00	67,39	88,11
Contenido de humedad prom. w%	45,47		67,69		77,75	



2.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO						
Recipiente Número	M-3	A-5	3-A	A-8	XT	E-2
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec	6,49	5,95	6,56	6,68	6,98	6,87
Peso seco + recipiente Ws + rec	6,12	5,63	6,12	6,32	6,34	6,12
Peso recipiente rec	5,47	4,34	5,56	4,34	4,32	4,37
peso del agua Ww	0,37	0,32	0,44	0,36	0,64	0,75
Peso de los sólidos WS	0,65	1,29	0,56	1,98	2,02	1,75
Contenido de humedad w%	56,92	24,81	78,57	18,18	31,68	42,86
Contenido de humedad prom. w%	40,86		48,38		37,27	
Límite líquido =	66,00 %					
Límite plástico =	42,17 %					
índice plástico =	23,83 %					



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
CARRERA INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DETERMINACIÓN DE CBR
VIA HUAGRAHUASI - PANTZA
COMPACTACIÓN

PROYECTO:	Estudio de la Vía Huagrahuasi Grande - Huagrahuasi Chico.				
SECTOR:	Huagrahuasi - Pantza	ABSCISA:	C		
UBICACIÓN:	San Jose de Poaló	FECHA:	12-03- 2015		
NORMA:	AASHTO T - 180	ENSAYADO POR:	Egdo Carlos Corral		
MÉTODO:	AASHTO MODIFICADO	REVISADO POR:	Ing. Galo Nuñez		

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO

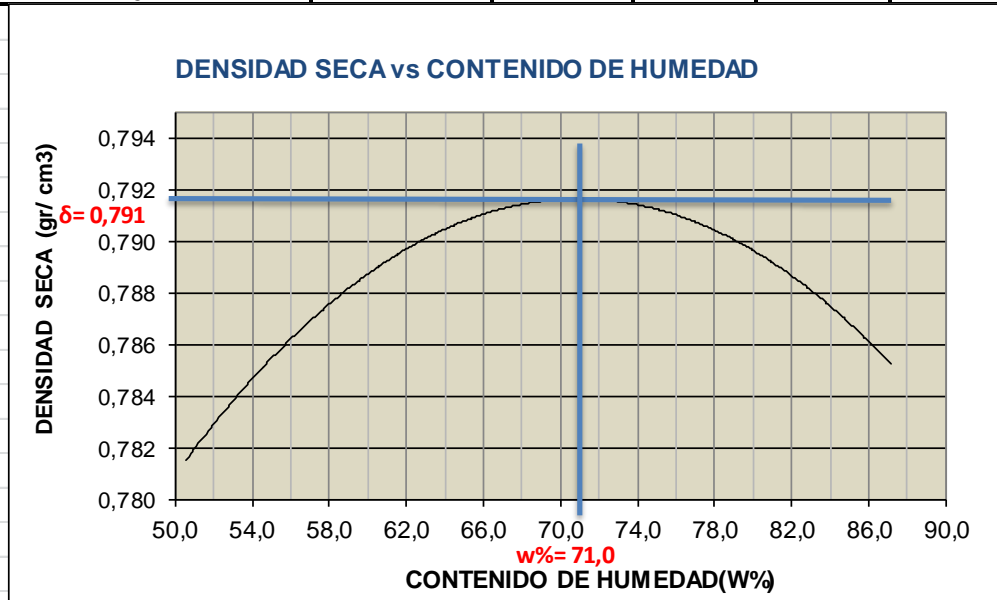
NUMERO DE GOLPES :	25	NÚMERO DE CAPAS :	5	PESO MARTILLO :	10 Lb
ALTURA DE CAÍDA :	18"	PESO MOLDE gr :	3791	VOLUMEN MOLDE	944

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)	4879,8	4935,2	5117,8	5167,8	5146
Peso suelo húmedo	1088,8	1144,2	1326,8	1376,8	1355
Densidad Húmeda en gr/cm ³	1,153	1,212	1,406	1,458	1,435

2.- DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente #	11-B	D-7	D-3	6-T	4-A	6-T	1-D	2-R	1-T	2-F
Peso humedo + recipiente Wm+ rec	110,7	110,1	111,1	167,1	167,1	123,3	161,2	133,8	189,8	139,6
Peso seco + recipiente Ws+ rec	91,23	95,11	85,8	123,1	120,1	89,21	106,5	98,9	112,12	98,79
Peso del recipiente rec	70,67	47,17	27,43	46,91	47,18	46,87	33,06	49,54	30,52	47,21
Peso del agua Ww	19,47	14,99	25,3	44	46,99	34,04	54,71	34,89	77,68	40,81
Peso suelo seco Ws	20,56	47,94	58,37	76,21	72,94	42,34	73,44	49,36	81,6	51,58
Contenido humedad w%	94,7	31,3	43,3	57,7	64,4	80,4	74,5	70,7	95,2	79,1
Contenido humedad promedio w%	62,98		50,54		72,41		72,59		87,16	
Densidad Seca gd	0,708		0,805		0,815		0,845		0,767	



Y máximo= 0,791 W óptimo % = 71,0



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
CARRERA INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DETERMINACIÓN DE CBR
VIA HUAGRAHUASI - PANTZA
COMPACTACIÓN CBR

PROYECTO: Estudio de la Vía Huagrahuasi Grande - Huagrahuasi Chico.							
SECTOR:	Huagrahuasi - Pantza			ABSCISA:	C		
UBICACIÓN:	San Jose de Poaló			FECHA:	12-03- 2015		
NORMA:	AASHTO	T - 180		ENSAYADO POR:	Egdo Carlos Corral		
MÉTODO:	AASHTO MODIFICADO			REVISADO POR:	Ing. Galo Nuñez		
ENSAYO CBR							
MOLDE #		10		11		12	
# DE CAPAS		5		5		5	
# DE GOLPES POR CAPA		56		27		11	
		ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO
Wm+MOLDE (gr)		9213,9	9821,32	8887	9565,2	8652,2	9185,6
PESO MOLDE (gr)		5212,21	5421,21	5685,2	5685,2	5775	5775
PESO MUESTRA HUMEDA (gr)		3198,09	3412,21	2896,89	3100,9	2877,2	3198,09
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm3)		2274	2274	2274	2274	2274	2274
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm3)		1,406	1,501	1,274	1,364	1,265	1,406
DENSIDAD SECA (gr/cm3)		1,140	0,791	1,059	0,726	0,912	0,677
DENSIDAD SECA PROMEDIO (gr/cm3)		0,965		0,893		0,794	
CONTENIDO DE HUMEDAD							
TARRO #		3-T	1-D	D-3	4-A	2-F	11-B
Wm+TARRO (gr)		178,98	120,23	187,91	106,82	167,98	112,09
PESO MUESTRA SECA+TARRO (gr)		150,43	78,98	160,87	78,94	134,89	67,9
PESO AGUA (gr)		28,55	41,25	27,04	27,88	33,09	44,19
PESO TARRO		28,07	33,05	27,43	47,18	49,54	26,92
PESO MUESTRA SECA (gr)		122,36	45,93	133,44	31,76	85,35	40,98
CONTENIDO DE HUMEDAD %		23,33	89,81	20,26	87,78	38,77	107,83
AGUA ABSORBIDA %			66,48		67,52		69,06



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
CARRERA INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DETERMINACIÓN DE CBR
VIA HUAGRAHUASI - PANTZA
DETERMINACIÓN DEL CBR PUNTUAL

PROYECTO:	Estudio de la Vía Huagrahuasi Grande - Huagrahuasi Chico.		
SECTOR:	Huagrahuasi - Pantza	ABSCISA:	C
UBICACIÓN:	San Jose de Poaló	FECHA:	12-03- 2015
NORMA:	AASHTO T - 180	ENSAYADO POR:	Egdo Carlos Corral
MÉTODO:	AASHTO MODIFICADO	REVISADO POR:	Ing. Galo Nuñez

ENSAYO C.B.R.

DATOS DE ESPONJAMIENTO

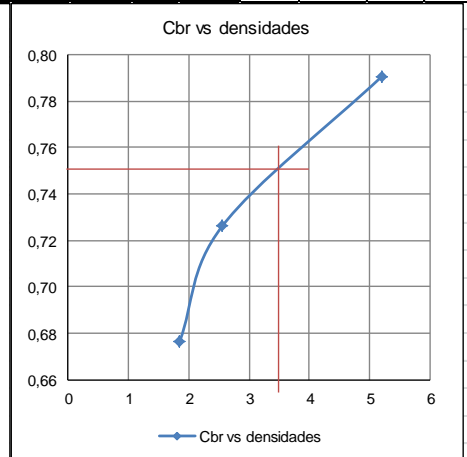
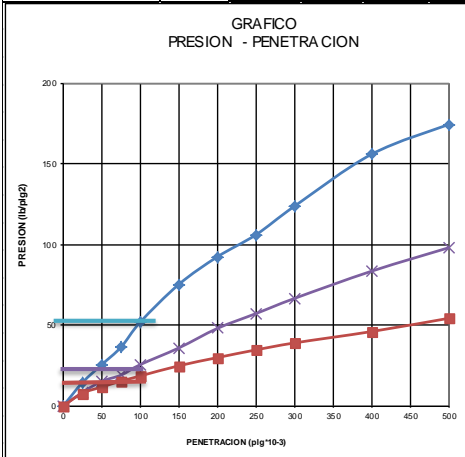
LECTURA DIAL en Plgs*10-2

MOLDE NUMERO			10				11				12			
FECHA	TIEMPO		LECT DIAL	ESPONJ			LECT DIAL	ESPONJ			LECT DIAL	ESPONJ		
	HORA	DIAS		Mues	Pigs.	%		Mues	Pigs.	%		Mues	Pigs.	%
				Plgs.	Plgs.	*10-2		Plgs.	Plgs.	*10-2		Plgs.	Plgs.	*10-2
21-mar-15	15:00	0	0,20	5,00	0,00	0,00	0,15	5,00	0,00	0,00	0,11	5,00	0,00	0,00
22-mar-15	14:30	1	0,24		4,45	0,89	0,18		3,72	0,74	0,15		4,52	0,90
23-mar-15	14:40	2	0,30		10,35	2,07	0,23		7,84	1,57	0,17		6,52	1,30

ENSAYO DE CARGA PENETRACION


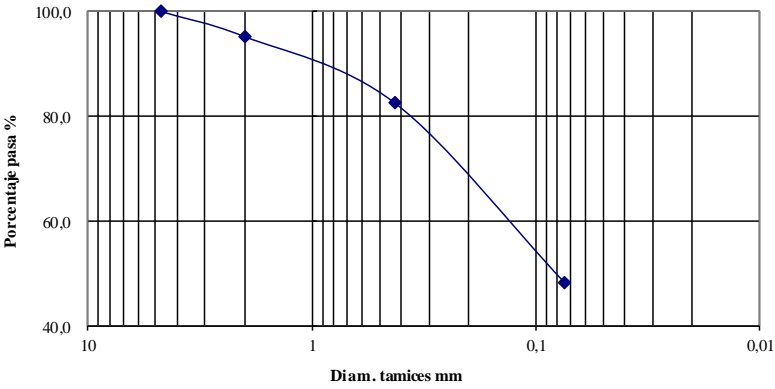
CONSTANTE DE CELDA 2,204 lb AREA DEL PISTON: 3pl2

MOLDE NUMERO			15				18				44			
TIEMPO		PENET. " 10-3	Q		CBR	Q		CBR	Q		CBR			
MIN	SEG		LECT	PRESIONES		LECT	PRESIONES		LECT	PRESIONES				
			DIAL	LEIDA CORG		DIAL	LEIDA CORG		DIAL	LEIDA CORG				
		0	0,0	0		0,0	0		0,0	0				
0	30	25	19,7	14,5		11,4	8,4		10,6	7,8				
1	0	50	34,8	25,6		20,7	15,2		15,9	11,7				
1	30	75	49,6	36,4		25,9	19,0		20,8	15,3				
2	0	100	70,8	52,0	52,0	5	34,8	25,6	25,6	2,6	25,2	18,5	18,5	1,9
3	0	150	102,6	75,4			48,9	35,9		33,8	24,8			
4	0	200	125,9	92,5			65,4	48,0		40,7	29,9			
5	0	250	144,5	106,2			77,9	57,2		47,2	34,7			
6	0	300	168,6	123,9			90,7	66,6		53,1	39,0			
8	0	400	212,5	156,1			113,7	83,5		62,7	46,1			
10	0	500	237,6	174,6			133,5	98,1		73,9	54,3			
CBR corregido						5				2,6				1,9



Densidades	vs	Resistencias	Densidad Máx	0,791	gr/cm ³
gr/cm ³	0,79	5,20	95% de DM	0,751	gr/cm ³
gr/cm ⁴	0,73	2,56			
gr/cm ⁵	0,68	1,85			
CBR PUNTUAL					3,5 %

Muestra 4

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CARRERA INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DETERMINACIÓN DE CBR VIA HUAGRAHUASI - PANTZA GRANULOMETRÍA				
PROYECTO:	Estudio de la Vía Huagrahuasi Grande - Huagrahuasi Chico.			
SECTOR:	Huagrahuasi - Pantza	ABSCISA:	D	
UBICACIÓN:	San Jose de Poaló	FECHA:	12-03- 2015	
NORMA:	AASHTO T - 180	ENSAYADO POR:	Egdo Carlos Corral	
MÉTODO:	AASHTO MODIFICADO	REVISADO POR:	Ing. Galo Nuñez	
1.- DETERMINACIÓN DE LA GRANULOMETRÍA DEL SUELO				
TAMIZ	TAMIZ en mm	PESO RET/ACUM	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	76,3	0	0	100
1 1/2"	38,1	0	0	100
1"	25,4	0	0	100
3/4"	19,1	0	0	100
1/2"	12,7	0	0	100
3/8"	9,52	0	0	100
N 4"	4,76	0	0	100
PASA N 4		0	0	100
N 10	2,00	4,30	1,40	98,60
N 30	0,59	0,00	0,00	0,00
N 40	0,425	21,56	7,04	92,96
N 50	0,30	0,00	0,00	0,00
N 100	0,149	0,00	0,00	0,00
N 200	0,074	88,90	29,01	70,99
PASA EL N 200		217,53	70,99	
TOTAL		306,43		
PESO ANTES DEL LAVADO	306,43	PESO CUARTEO ANTES/LA VADO		
PESO DESPUÉS DE LA VADO	88,90	PESO CUARTEO DESPUES/LA VADO		
TOTAL - DIFERENCIA	217,53	TOTAL		
2.- GRAFICO DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA				
<p style="text-align: center;">Granulometría del Suelo</p>  <p style="text-align: center;">Diam. tamices mm</p>				
Contenido de Humedad			PT SS	306,4
PT+SH	PT+SS	PT	P Agua	PSS
169	121,7	46,82	47,3	74,88
Clasificación SUCS	MH (Limo alta plasticidad).		W %	63,2

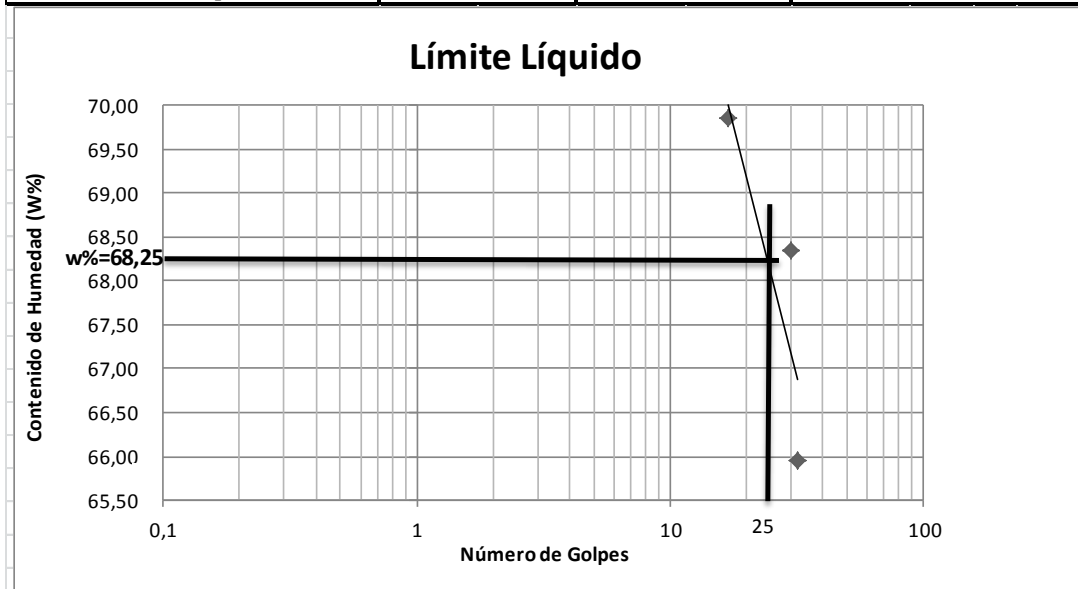


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
CARRERA INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DETERMINACIÓN DE CBR
VIA HUAGRAHUASI - PANTZA
LÍMITE LÍQUIDO

PROYECTO:	Estudio de la Vía Huagrahuasi Grande - Huagrahuasi Chico.					
SECTOR:	Huagrahuasi - Pantza	ABSCISA:	D			
UBICACIÓN:	San Jose de Poaló	FECHA:	12-03- 2015			
NORMA:	AASHTO T - 180	ENSAYADO POR:	Egdo Carlos Corral			
MÉTODO:	AASHTO MODIFICADO	REVISADO POR:	Ing. Galo Nuñez			

1.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO

	32		30		17	
Recipiente Número	12-F	Z	8-E	9-F	1-C	11-F
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec	22,12	19,34	21,88	23,65	22,21	22,07
Peso seco + recipiente Ws + rec	17,1	16,8	17,92	18,3	19,12	16,89
Peso recipiente rec	11,16	11,44	11,43	11,23	11,45	11,68
peso del agua Ww	5,02	2,54	3,96	5,35	3,09	5,18
Peso de los sólidos WS	5,94	5,36	6,49	7,07	7,67	5,21
Contenido de humedad w%	84,51	47,39	61,02	75,67	40,29	99,42
Contenido de humedad prom. w%	65,95		68,34		69,86	



2.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO

Recipiente Número	A-1	A-5	M-3	3-A	A-8	XT
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec	6,53	5,9	6,52	6,67	7,12	6,21
Peso seco + recipiente Ws + rec	6,07	5,65	6,11	6,12	6,06	5,54
Peso recipiente rec	5,47	4,34	5,56	4,34	4,32	4,37
peso del agua Ww	0,46	0,25	0,41	0,55	1,06	0,67
Peso de los sólidos WS	0,60	1,31	0,55	1,78	1,74	1,17
Contenido de humedad w%	76,67	19,08	74,55	30,90	60,92	57,26
Contenido de humedad prom. w%	47,88		52,72		59,09	
Límite líquido =	68,25 %					
Límite plástico =	53,23 %					
índice plástico =	15,02 %					



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
CARRERA INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DETERMINACIÓN DE CBR
VIA HUAGRAHUASI - PANTZA
COMPACTACIÓN CBR

PROYECTO: Estudio de la Vía Huagrahuasi Grande - Huagrahuasi Chico.							
SECTOR: Huagrahuasi - Pantza				ABSCISA:		D	
UBICACIÓN: San Jose de Poaló				FECHA:		12-03- 2015	
NORMA: AASHTO T - 180				ENSAYADO POR:		Egdo Carlos Corral	
MÉTODO: AASHTO MODIFICADO				REVISADO POR:		Ing. Galo Nuñez	
ENSAYO CBR							
MOLDE #		13		14		15	
# DE CAPAS		5		5		5	
# DE GOLPES POR CAPA		56		27		11	
		ANTES DEL REMOJO		DESPUES DEL REMOJO		ANTES DEL REMOJO	
		DESPUES DEL REMOJO		ANTES DEL REMOJO		DESPUES DEL REMOJO	
Wm+MOLDE (gr)		9413,9		9991,32		9687,8	
PESO MOLDE (gr)		5982,21		5982,21		5572,21	
PESO MUESTRA HUMEDA (gr)		3431,69		4009,11		4115,59	
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm3)		2274		2274		2274	
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm3)		1,509		1,763		1,810	
DENSIDAD SECA (gr/cm3)		0,859		0,706		0,795	
DENSIDAD SECA PROMEDIO (gr/d		0,783		0,680		0,604	
CONTENIDO DE HUMEDAD							
TARRO #		D-3		2-R		3-T	
		11-B		D-7		2-F	
Wm +TARRO (gr)		168,98		178,87		187,91	
PESO MUESTRA SECA+TARRO (g		108,32		99,89		97,89	
PESO AGUA (gr)		60,66		78,98		90,02	
PESO TARRO		28,07		47,18		27,43	
PESO MUESTRA SECA (gr)		80,25		52,71		70,46	
CONTENIDO DE HUMEDAD %		75,59		149,84		127,76	
AGUA ABSORBIDA %				74,25		82,50	



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
CARRERA INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DETERMINACIÓN DE CBR
VIA HUAGRAHUASI - PANTZA
DETERMINACIÓN DEL CBR PUNTUAL

PROYECTO:	Estudio de la Vía Huagrahuasi Grande - Huagrahuasi Chico.		
SECTOR:	Huagrahuasi - Pantza	ABSCISA:	D
UBICACIÓN:	San Jose de Poaló	FECHA:	12-03- 2015
NORMA:	AASHTO T - 180	ENSAYADO POR:	Egdo Carlos Corral
MÉTODO:	AASHTO MODIFICADO	REVISADO POR:	Ing. Galo Nuñez

ENSAYO C.B.R.

DATOS DE ESPONJAMIENTO

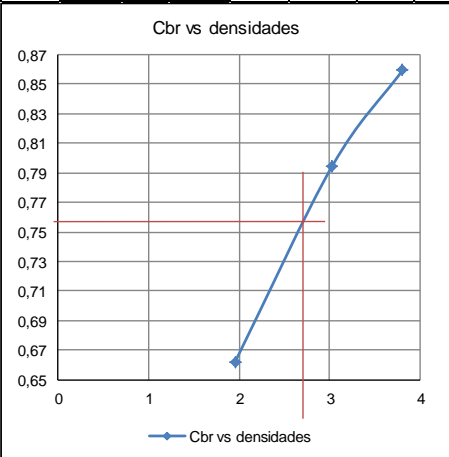
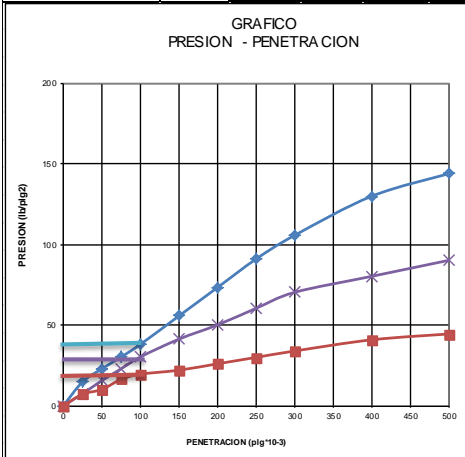
LECTURA DIAL en Plgs*10-2

MOLDE NUMERO			10				11				12			
FECHA	TIEMPO		LECT DIAL	ESPONJ		LECT DIAL	ESPONJ		LECT DIAL	ESPONJ				
	HORA	DIAS		Mues	Pigs. %		Mues	Pigs. %		Mues	Pigs. %			
DIA Y MES			Pigs.	*10-2		Pigs.	*10-2		Pigs.	*10-2				
27-mar-15	15:00	0	0,28	5,00	0,00	0,00	0,23	5,00	0,00	0,00	0,19	5,00	0,00	0,00
28-mar-15	14:15	1	0,32		4,45	0,89	0,26		3,72	0,74	0,23		4,52	0,90
29-mar-15	14:35	2	0,38		10,35	2,07	0,31		7,84	1,57	0,25		6,52	1,30

ENSAYO DE CARGA PENETRACION


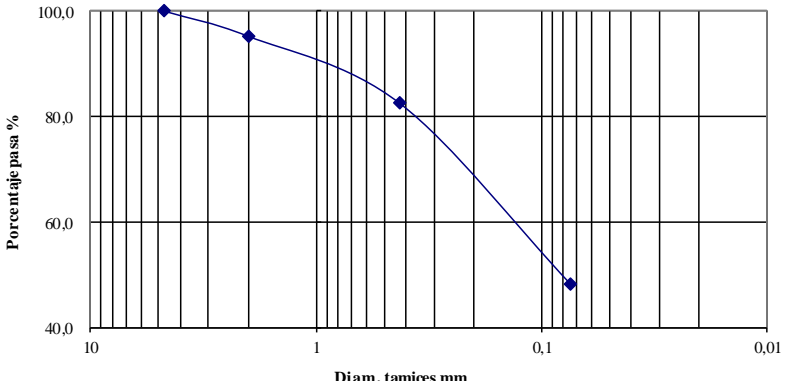
CONSTANTE DE CELDA 2,204 lb AREA DEL PISTON: 3pl2

MOLDE NUMERO			15				18				44			
TIEMPO		PENET. " 10-3	PRESIONES		CBR	PRESIONES		CBR	PRESIONES		CBR			
MIN	SEG		LECT DIAL	LEIDA lb/plg2		CORG %	LECT DIAL		LEIDA lb/plg2	CORG %		LECT DIAL	LEIDA lb/plg2	CORG %
		0	0,0	0		0,0	0		0,0	0				
0	30	25	20,2	14,9		10,2	7,5		9,8	7,2				
1	0	50	31,2	22,9		21,2	15,6		13,2	10,1				
1	30	75	41,2	30,3		31,2	22,9		16,6	16,4				
2	0	100	51,8	38,1	38,1	4	41,3	30,3	30,3	3,0	26,6	19,6	19,6	2,0
3	0	150	75,9	55,7			56,3	41,3		30,1	22,1			
4	0	200	99,9	73,4			68,3	50,2		35,4	26,0			
5	0	250	123,9	91,0			82,3	60,5		40,8	30,0			
6	0	300	143,9	105,7			95,8	70,4		46,2	34,0			
8	0	400	177,0	130,0			109,3	80,3		55,7	40,9			
10	0	500	196,0	144,0			122,8	90,2		60,7	44,6			
CBR corregido						4				3,0				2,0



Densidades	vs	Resistencias	Densidad Máx	0,798	gr/cm ³
gr/cm ³	0,86	3,81	95% de DM	0,758	gr/cm ³
gr/cm ⁴	0,79	3,03			
gr/cm ⁵	0,66	1,96			
CBR PUNTUAL					2,7 %

Muestra 5

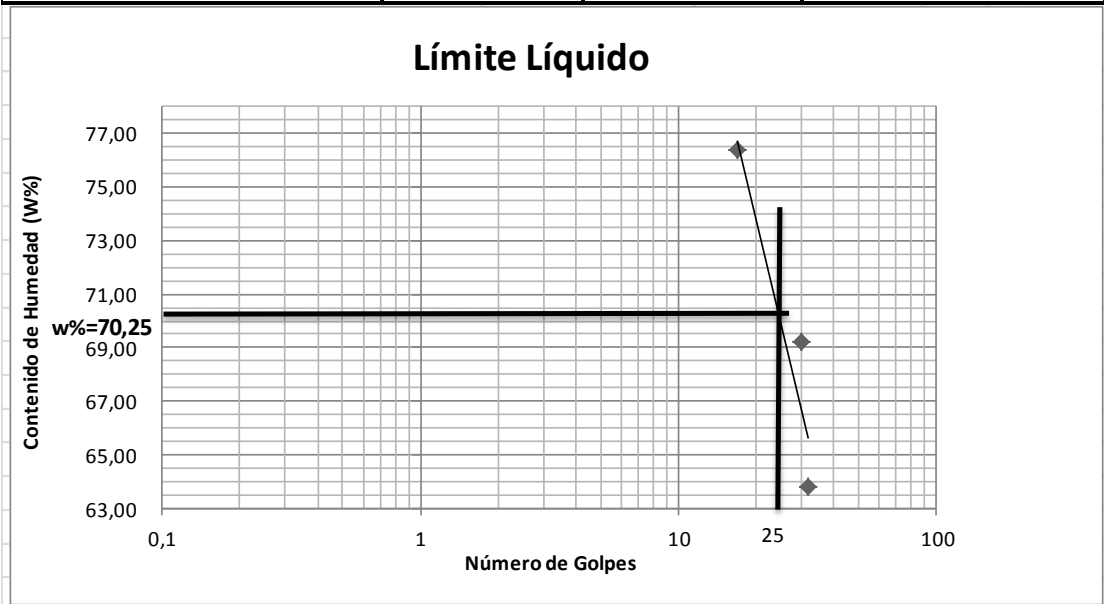
 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CARRERA INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DETERMINACIÓN DE CBR VIA HUAGRAHUASI - PANTZA GRANULOMETRÍA					
PROYECTO:	Estudio de la Vía Huagrahuasi Grande - Huagrahuasi Chico.				
SECTOR:	Huagrahuasi - Pantza	ABSCISA:	E		
UBICACIÓN:	San Jose de Poaló	FECHA:	12-03- 2015		
NORMA:	AASHTO T - 180	ENSAYADO POR:	Egdo Carlos Corral		
MÉTODO:	AASHTO MODIFICADO	REVISADO POR:	Ing. Galo Nuñez		
1.- DETERMINACIÓN DE LA GRANULOMETRÍA DEL SUELO					
TAMIZ	TAMIZ en mm	PESO RET/ACUM	% RETENIDO	% QUE PASA	
3"	76,3	0	0	100	
1 1/2"	38,1	0	0	100	
1"	25,4	0	0	100	
3/4"	19,1	0	0	100	
1/2"	12,7	0	0	100	
3/8"	9,52	0	0	100	
N 4"	4,76	0	0	100	
PASA N 4		0	0	100	
N 10	2,00	4,45	1,35	98,65	
N 30	0,59	0,00	0,00	0,00	
N 40	0,425	22,56	6,86	93,14	
N 50	0,30	0,00	0,00	0,00	
N 100	0,149	0,00	0,00	0,00	
N 200	0,074	82,76	25,17	74,83	
PASA EL N 200		246,02	74,83		
TOTAL		328,78			
PESO ANTES DEL LAVADO	328,78		PESO CUARTEO ANTES/LA VADO		
PESO DESPUÉS DE LA VADO	82,76		PESO CUARTEO DESPUES/LA VADO		
TOTAL - DIFERENCIA	246,02		TOTAL		
2.- GRAFICO DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA					
<p>Granulometría del Suelo</p> 					
Contenido de Humedad				PT SS	328,8
PT+SH	PT+SS	PT	P Agua	PSS	
171,1	128,2	45,82	42,9	82,38	
Clasificación SUCS	MH (Limo alta plasticidad).			W %	52,1



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
CARRERA INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DETERMINACIÓN DE CBR
VIA HUAGRAHUASI - PANTZA
LÍMITE LÍQUIDO

PROYECTO:	Estudio de la Vía Huagrahuasi Grande - Huagrahuasi Chico.					
SECTOR:	Huagrahuasi - Pantza	ABSCISA:	E			
UBICACIÓN:	San Jose de Poaló	FECHA:	12-03- 2015			
NORMA:	AASHTO T - 180	ENSAYADO POR:	Egdo Carlos Corral			
MÉTODO:	AASHTO MODIFICADO	REVISADO POR:	Ing. Galo Nuñez			

1.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO						
	32		30		17	
Recipiente Número	12-F	Z	8-E	9-F	1-C	11-F
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec	21,87	19,34	22,88	23,65	23,21	22,07
Peso seco + recipiente Ws + rec	17,1	16,8	18,95	17,9	19,12	16,89
Peso recipiente rec	11,16	11,44	11,43	11,23	11,45	11,68
peso del agua Ww	4,77	2,54	3,93	5,75	4,09	5,18
Peso de los sólidos WS	5,94	5,36	7,52	6,67	7,67	5,21
Contenido de humedad w%	80,30	47,39	52,26	86,21	53,32	99,42
Contenido de humedad prom. w%	63,85		69,23		76,37	



2.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO						
Recipiente Número	A-5	A-1	A-8	3-A	M-3	XT
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec	6,53	5,9	6,52	6,67	7,12	6,21
Peso seco + recipiente Ws + rec	6,18	5,65	6,21	6,12	6,32	5,54
Peso recipiente rec	5,47	4,34	5,56	4,34	4,32	4,37
peso del agua Ww	0,35	0,25	0,31	0,55	0,8	0,67
Peso de los sólidos WS	0,71	1,31	0,65	1,78	2,00	1,17
Contenido de humedad w%	49,30	19,08	47,69	30,90	40,00	57,26
Contenido de humedad prom. w%	34,19		39,30		48,63	
Límite líquido =	70,25 %					
Límite plástico =	40,71 %					
índice plástico =	29,54 %					



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
CARRERA INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DETERMINACIÓN DE CBR
VIA HUAGRAHUASI - PANTZA
COMPACTACIÓN

PROYECTO:	Estudio de la Vía Huagrahuasi Grande - Huagrahuasi Chico.				
SECTOR:	Huagrahuasi - Pantza	ABSCISA:	E		
UBICACIÓN:	San Jose de Poaló	FECHA:	12-03- 2015		
NORMA:	AASHTO T - 180	ENSAYADO POR:	Egdo Carlos Corral		
MÉTODO:	AASHTO MODIFICADO	REVISADO POR:	Ing. Galo Nuñez		

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO

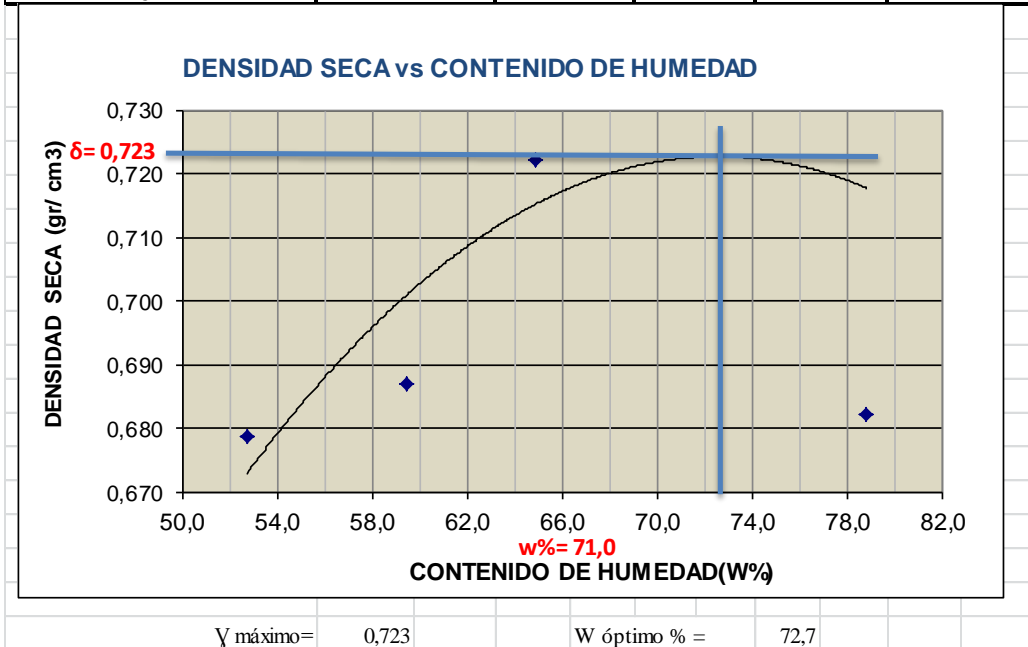
NUMERO DE GOLPES :	25	NÚMERO DE CAPAS :	5	PESO MARTILLO :	10 Lb
ALTURA DE CAÍDA :	18"	PESO MOLDE gr :	3791	VOLUMEN MOLDE	944

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)	4769,6	4825,1	4914,8	4942,8	5061,8
Peso suelo húmedo	978,6	1034,1	1123,8	1151,8	1270,8
Densidad Húmeda en gr/cm3	1,037	1,095	1,190	1,220	1,346

2.- DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente #	D-7	1-D	6T	D-3	2-R	2F	1-T	4-A	11-B	D-5
Peso humedo + recipiente Wm+ rec	121,7	112,87	119,76	167,1	156,1	123,3	157,2	133,8	176,21	139,6
Peso seco + recipiente Ws+ rec	98,89	99,89	85,8	121,7	120,1	89,21	106,5	94,2	112,12	99,21
Peso del recipiente rec	70,67	47,17	27,43	46,91	47,18	46,87	33,06	49,54	30,52	47,21
Peso del agua Ww	22,81	12,98	33,96	45,42	35,99	34,04	50,71	39,58	64,09	40,39
Peso suelo seco Ws	28,22	52,72	58,37	74,79	72,94	42,34	73,44	44,67	81,6	52
Contenido humedad w%	80,8	24,6	58,2	60,7	49,3	80,4	69,0	88,6	78,5	77,7
Contenido humedad promedio w%	52,72		59,46		64,87		78,83		78,11	
Densidad Seca gd	0,679		0,687		0,722		0,682		0,756	





UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
CARRERA INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DETERMINACIÓN DE CBR
VIA HUAGRAHUASI - PANTZA
COMPACTACIÓN CBR

PROYECTO: Estudio de la Vía Huagrahuasi Grande - Huagrahuasi Chico.							
SECTOR:	Huagrahuasi - Pantza			ABSCISA:	E		
UBICACIÓN:	San Jose de Poaló			FECHA:	12-03- 2015		
NORMA:	AASHTO	T - 180		ENSAYADO POR:	Egdo Carlos Corral		
MÉTODO:	AASHTO MODIFICADO			REVISADO POR:	Ing. Galo Nuñez		
ENSAYO CBR							
MOLDE #		13		14		15	
# DE CAPAS		5		5		5	
# DE GOLPES POR CAPA		56		27		11	
		ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO
Wm+MOLDE (gr)		9153,9	9991,32	9107,8	9965,2	9795,6	9625,6
PESO MOLDE (gr)		5982,21	5982,21	6252,21	6972,21	8102,21	7152,21
PESO MUESTRA HUMEDA (gr)		3171,69	4009,11	2855,59	2992,99	1693,39	2473,39
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)		2274	2274	2274	2274	2274	2274
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm ³)		1,395	1,763	1,256	1,316	0,745	1,088
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)		0,742	0,706	0,700	0,525	0,629	0,547
DENSIDAD SECA PROMEDIO (gr/cm ³)		0,724		0,612		0,588	
CONTENIDO DE HUMEDAD							
TARRO #		11-B	2-R	2-F	D-3	D-7	3-T
Wm +TARRO (gr)		178,98	178,87	153,91	186,89	185,12	197,87
PESO MUESTRA SECA+TARRO (g)		108,32	99,89	97,89	102,89	163,98	112,87
PESO AGUA (gr)		70,66	78,98	56,02	84	21,14	85
PESO TARRO		28,07	47,18	27,43	47,18	49,54	26,92
PESO MUESTRA SECA (gr)		80,25	52,71	70,46	55,71	114,44	85,95
CONTENIDO DE HUMEDAD %		88,05	149,84	79,51	150,78	18,47	98,89
AGUA ABSORBIDA %			61,79		71,27		80,42



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
CARRERA INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DETERMINACIÓN DE CBR
VIA HUAGRAHUASI - PANTZA
DETERMINACIÓN DEL CBR PUNTUAL

PROYECTO:	Estudio de la Vía Huagrahuasi Grande - Huagrahuasi Chico.		
SECTOR:	Huagrahuasi - Pantza	ABSCISA:	E
UBICACIÓN:	San Jose de Poaló	FECHA:	12-03- 2015
NORMA:	AASHTO T - 180	ENSAYADO POR:	Egdo Carlos Corral
MÉTODO:	AASHTO MODIFICADO	REVISADO POR:	Ing. Galo Nuñez

ENSAYO C.B.R.

DATOS DE ESPONJAMIENTO

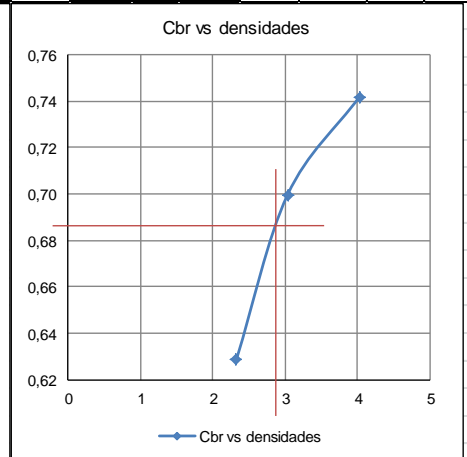
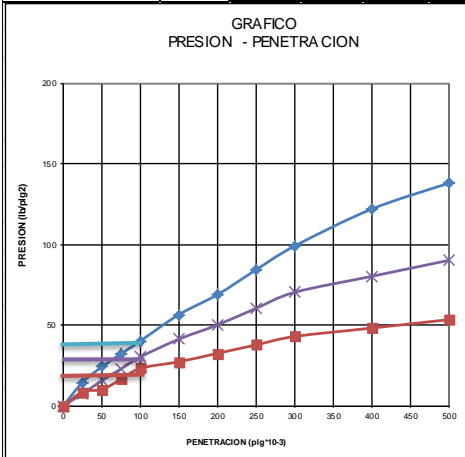
LECTURA DIAL en Plgs*10-2

MOLDE NUMERO			10				11				12			
FECHA	TIEMPO		LECT DIAL	ESPONJ			LECT DIAL	ESPONJ			LECT DIAL	ESPONJ		
	HORA	DIAS		Mues	Pigs.	%		Mues	Pigs.	%		Mues	Pigs.	%
DIA Y MES			Pigs.	Pigs.	*10-2		Pigs.	Pigs.	*10-2		Pigs.	Pigs.	*10-2	
27-mar-15	19:00	0	0,24	5,00	0,00	0,00	0,19	5,00	0,00	0,00	0,18	5,00	0,00	0,00
28-mar-15	19:15	1	0,28		4,45	0,89	0,23		4,12	0,82	0,23		4,52	0,90
29-mar-15	19:35	2	0,32		8,78	1,76	0,27		7,84	1,57	0,25		6,52	1,30

ENSAYO DE CARGA PENETRACION

CONSTANTE DE CELDA 2,204 lb AREA DEL PISTON: 3pl2

MOLDE NUMERO			10				11				12			
TIEMPO		PENET. " 10-3	PRESIONES			CBR	PRESIONES			CBR	PRESIONES			CBR
MIN	SEG		LECT DIAL	LEIDA lb/plg2	CORG %		LECT DIAL	LEIDA lb/plg2	CORG %		LECT DIAL	LEIDA lb/plg2	CORG %	
		0	0,0	0		0,0	0		0,0	0		0,0	0	
0	30	25	19,9	14,6		10,2	7,5		11,8	8,6		11,8	8,6	
1	0	50	32,9	24,1		21,2	15,6		16,2	10,1		16,2	10,1	
1	30	75	43,9	32,2		31,2	22,9		19,6	16,4		19,6	16,4	
2	0	100	54,8	40,2	40,2	4	41,3	30,3	30,3	3,0	31,6	23,2	23,2	2,3
3	0	150	77,0	56,6			56,3	41,3			37,2	27,3		
4	0	200	93,9	69,0			68,3	50,2			44,3	32,5		
5	0	250	114,8	84,3			82,3	60,5			51,4	37,8		
6	0	300	134,9	99,1			95,8	70,4			58,5	43,0		
8	0	400	166,1	122,0			109,3	80,3			65,6	48,2		
10	0	500	188,0	138,1			122,8	90,2			72,7	53,4		
CBR corregido						4				3,0				2,3



Densidades	vs	Resistencias	Densidad Máx	0,723	gr/cm ³
gr/cm ³	0,74	4,02	95% de DM	0,687	gr/cm ³
gr/cm ⁴	0,70	3,03			
gr/cm ⁵	0,63	2,32			
CBR PUNTUAL					2,9 %

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
					(horas/und)
RUBRO No:	1				RENDIMIENTO R: 8,000
UNIDAD:	Ha				
DETALLE:	Desbroce, desbosque y limpieza				
EQUIPO					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO-HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M.O					7,37
Excavadora Sobre Oruga	1,00	35,00	35,00	8,000	280,00
Motosierra	1,00	3,00	3,00	8,000	24,00
PARCIAL M					311,37
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN (CAT)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO-HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Operador 1	1,00	3,38	3,38	8,000	27,04
Ayudante de Maquinaria	1,00	3,01	3,01	8,000	24,08
Peón	4,00	3,01	12,04	8,000	96,32
PARCIAL N					147,44
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B	
PARCIAL O:					0,00
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B	
PARCIAL P:					0,00
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)					458,81
INDIRECTOS Y UTILIDADES 15% :					68,82
COSTO TOTAL RUBRO					527,63
VALOR PROPUESTO					527,63

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
					(horas/und)	
RUBRO No:	2				RENDIMIENTO R:	1,000
UNIDAD:	Km					
DETALLE:	Replanteo y Nivelación					
EQUIPO						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO-HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R	
Herramienta menor 5% M.O Equipo Topográfico	1,00	20,00	20,00	1,000	0,627 21,000	
PARCIAL M					21,63	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN (CAT)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO-HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R	
Topógrafo 2	1,00	3,38	3,38	1,000	3,38	
Cadeneros	3,00	3,05	9,15	1,000	9,15	
PARCIAL N					12,53	
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B		
Estacas de Madera	UNIDAD	200	0,25	50,00		
Pintura Esmalte	Lt	0,3	3,00	0,90		
PARCIAL O:					50,90	
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B		
PARCIAL P:					0,00	
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)					85,06	
INDIRECTOS Y UTILIDADES 15% :					12,76	
COSTO TOTAL RUBRO					97,81	
VALOR PROPUESTO					97,81	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
					(horas/und)
RUBRO No:	3				RENDIMIENTO R: 0,020
UNIDAD:	m3				
DETALLE:	Excavación sin clasificar (mov. Tierras)				
EQUIPO					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO-HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M.O					0,007
Escavadora sobre oruga	1,00	35,00	35,00	0,020	0,700
PARCIAL M					0,71
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN (CAT)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO-HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Operador 1	1,00	3,38	3,38	0,020	0,07
Ayudante de maquinaria	1,00	3,01	3,01	0,020	0,06
PARCIAL N					0,13
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B	
PARCIAL O:					0,00
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B	
PARCIAL P:					0,00
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)					0,84
INDIRECTOS Y UTILIDADES 15% :					0,13
COSTO TOTAL RUBRO					0,96
VALOR PROPUESTO					0,96

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
					(horas/und)
RUBRO No:	4				RENDIMIENTO R: 0,100
UNIDAD:	m3				
DETALLE:	Excavacion para cunetas y encausamiento				
EQUIPO					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO-HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M.O BODCAT	1,00	20,00	20,00	0,100	0,032 2,000
PARCIAL M					2,03
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN (CAT)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO-HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Operador 1	1,00	3,38	3,38	0,100	0,34
Ayudante de maquinaria	1,00	3,01	3,01	0,100	0,30
PARCIAL N					0,64
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B	
PARCIAL O:					0,00
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B	
PARCIAL P:					0,00
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)					2,67
INDIRECTOS Y UTILIDADES 15% :					0,40
COSTO TOTAL RUBRO					3,07
VALOR PROPUESTO					3,07

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
					(horas/und)	
RUBRO No:	5				RENDIMIENTO R:	0,040
UNIDAD:	m3					
DETALLE:	Excavación y Relleno de Estructuras Menores					
EQUIPO						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO-HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R	
Herramienta menor 5% M.O					0,044	
Escavadora sobre orugas	1,00	35,00	35,00	0,040	1,400	
PARCIAL M					1,44	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN (CAT)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO-HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R	
Operador 1	1,00	3,38	3,38	0,040	0,14	
Ayudante de Maquinaria	1,00	3,01	3,01	0,040	0,12	
Peon	4,00	3,01	12,04	0,040	0,48	
Maestro de Obra	1,00	3,38	3,38	0,040	0,14	
PARCIAL N					0,87	
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B		
Material Relleno	m3	1,2	1,25	1,50		
PARCIAL O:					1,50	
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B		
PARCIAL P:					0,00	
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)					3,81	
INDIRECTOS Y UTILIDADES 15% :					0,57	
COSTO TOTAL RUBRO					4,39	
VALOR PROPUESTO					4,39	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
					(horas/und)
RUBRO No:	6				RENDIMIENTO R: 0,267
UNIDAD:	m				
DETALLE:	Tubería de Acero Corrugado D=1,2 m, E=2.5 mm, MP-100				
EQUIPO					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO-HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M.O Excavadora sobre orugas	1,00	35,00	35,00	0,267	0,331 9,333
PARCIAL M					9,66
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN (CAT)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO-HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Operador 1	1,00	3,38	3,38	0,267	0,90
Ayudante de maquinaria	1,00	3,01	3,01	0,267	0,80
Maestro de Obra	1,00	3,38	3,38	0,267	0,90
Peon	5,00	3,01	15,05	0,267	4,01
PARCIAL N					6,62
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B	
Tubería de Acero Corrugado D=1200mm	ml	1,1	180,00	198,00	
PARCIAL O:					198,00
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B	
PARCIAL P:					0,00
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)					214,28
INDIRECTOS Y UTILIDADES 15% :					32,14
COSTO TOTAL RUBRO					246,43
VALOR PROPUESTO					246,43

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
					(horas/und)	
RUBRO No:	7				RENDIMIENTO R:	0,800
UNIDAD:	m3					
DETALLE:	Hormigón para cunetas F'c=180 Kg/cm2					
EQUIPO						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO-HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R	
Herramienta menor 5% M.O Concretera	1,00	5,00	5,00	0,800	1,705 4,000	
PARCIAL M					5,71	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN (CAT)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO-HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R	
Albañil	2,00	3,05	6,1	0,800	4,88	
Carpintero	1,00	3,05	3,05	0,800	2,44	
Maestro de Obra	1,00	3,38	3,38	0,800	2,70	
Peon	10,00	3,01	30,1	0,800	24,08	
PARCIAL N					34,10	
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B		
Cemento Portland	saco	6	7,63	45,78		
Arena Negra	m3	0,75	9,38	7,04		
Ripio triturado	m3	0,75	13,88	10,41		
Tabla encofrado (2,4 m)	UNIDAD	12	2,2	26,40		
Alfagía	UNIDAD	3	2,95	8,85		
Pingo	m	8	0,35	2,80		
Clavos 2"	Klg	0,9	1,85	1,67		
Aceite Quemado	Gl	0,9	0,35	0,32		
Agua	m3	0,2	0,5	0,10		
PARCIAL O:					103,36	
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B		
PARCIAL P:					0,00	
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)					143,17	
INDIRECTOS Y UTILIDADES 15% :					21,47	
COSTO TOTAL RUBRO					164,64	
VALOR PROPUESTO					164,64	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
					(horas/und)	
RUBRO No:	8				RENDIMIENTO R:	0,016
UNIDAD:	m3					
DETALLE:	Material de mejoramiento incluye transporte					
EQUIPO						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO-HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R	
Herramienta menor 5% M.O					0,022	
Volquete	1,00	20,00	20,00	0,016	0,320	
Excavadora sobre Oruga	1,00	35,00	35,00	0,016	0,560	
Motoniveladora	1,00	35,00	35,00	0,016	0,560	
Rodillo vibratorio liso	1,00	25,00	25,00	0,016	0,400	
Tractor de carril	1,00	35,00	35,00	0,016	0,560	
PARCIAL M					2,42	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN (CAT)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO-HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R	
Operador 1	3,00	3,38	10,14	0,016	0,16	
Operador 2	1,00	3,21	3,21	0,016	0,05	
Ayudante de Maquinaria	3,00	3,01	9,03	0,016	0,14	
Chofer	1,00	4,36	4,36	0,016	0,07	
PARCIAL N					0,43	
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B		
Material de mejoramiento seleccionado	m3	1,2	0,5	0,60		
PARCIAL O:					0,60	
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B		
Material de mejoramiento	m3/Km	1,2	0,65	0,78		
PARCIAL P:					0,78	
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)					4,23	
INDIRECTOS Y UTILIDADES 15% :					0,63	
COSTO TOTAL RUBRO					4,87	
VALOR PROPUESTO					4,87	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
					(horas/und)	
RUBRO No:	9				RENDIMIENTO R:	0,016
UNIDAD:	m3					
DETALLE:	Material de Sub Base Clase 3 (transporte, tendido)					
EQUIPO						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO-HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R	
Herramienta menor 5% M.O					0,020	
Volquete	1,00	20,00	20,00	0,016	0,320	
Camión Cisterna	1,00	20,00	20,00	0,016	0,320	
Motoniveladora	1,00	35,00	35,00	0,016	0,560	
Rodillo vibratorio liso	1,00	25,00	25,00	0,016	0,400	
PARCIAL M					1,62	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN (CAT)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO-HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R	
Operador 1	1,00	3,38	3,38	0,016	0,05	
Operador 2	1,00	3,21	3,21	0,016	0,05	
Ayudante de Maquinaria	1,00	3,01	3,01	0,016	0,05	
Chofer	2,00	4,36	8,72	0,016	0,14	
Maestro de Obra	1,00	3,38	3,38	0,016	0,05	
Peon	1,00	3,01	3,01	0,016	0,05	
PARCIAL N					0,40	
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B		
Material de Sub Base Clase 3	m3	1,2	7,5	9,00		
PARCIAL O:					9,00	
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B		
Material de Sub Base Clase 3	m3/Km	1,2	4,35	5,22		
PARCIAL P:					5,22	
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)					16,24	
INDIRECTOS Y UTILIDADES 15% :					2,44	
COSTO TOTAL RUBRO					18,68	
VALOR PROPUESTO					18,68	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
					(horas/und)	
RUBRO No:	10				RENDIMIENTO R:	0,016
UNIDAD:	m3					
DETALLE:	Material de Base Clase 3 (transporte, tendido)					
EQUIPO						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO-HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R	
Herramienta menor 5% M.O					0,020	
Volquete	1,00	20,00	20,00	0,016	0,320	
Camión Cisterna	1,00	20,00	20,00	0,016	0,320	
Motoniveladora	1,00	35,00	35,00	0,016	0,560	
Rodillo vibratorio liso	1,00	25,00	25,00	0,016	0,400	
PARCIAL M					1,62	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN (CAT)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO-HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R	
Operador 1	1,00	3,38	3,38	0,016	0,05	
Operador 2	1,00	3,21	3,21	0,016	0,05	
Ayudante de Maquinaria	1,00	3,01	3,01	0,016	0,05	
Chofer	2,00	4,36	8,72	0,016	0,14	
Maestro de Obra	1,00	3,38	3,38	0,016	0,05	
Peon	1,00	3,01	3,01	0,016	0,05	
PARCIAL N					0,40	
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B		
Material de Base Clase 3	m3	1,2	11,6	13,92		
PARCIAL O:					13,92	
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B		
Material de Base Clase 3	m3/Km	1,2	4,35	5,22		
PARCIAL P:					5,22	
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)					21,16	
INDIRECTOS Y UTILIDADES 15% :					3,17	
COSTO TOTAL RUBRO					24,33	
VALOR PROPUESTO					24,33	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
					(horas/und)	
RUBRO No:	11				RENDIMIENTO R:	0,008
UNIDAD:	m2					
DETALLE:	Hormigón Asfáltico E=2" (Imprimación, transporte, tendido)					
EQUIPO						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO-HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R	
Herramienta menor 5% M.O					0,032	
Planta de Asfalto	1,00	160,00	160,00	0,008	1,280	
Cargadora Frontal	1,00	35,00	35,00	0,008	0,280	
Terminadora de asfalto	1,00	65,00	65,00	0,008	0,520	
Rodillo Vibratorio Liso	1,00	25,00	25,00	0,008	0,200	
Rodillo Vibratorio Neumático	1,00	25,00	25,00	0,008	0,200	
Distribuidor de asfalto	1,00	55,00	55,00	0,008	0,440	
Escoba Mecánica	1,00	25,00	25,00	0,008	0,200	
PARCIAL M					3,15	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN (CAT)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO-HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R	
Operador 1	2,00	3,38	6,76	0,008	0,05	
Operador 2	4,00	3,21	12,84	0,008	0,10	
Ayudante de Maquinaria	5,00	3,01	15,05	0,008	0,12	
Chofer	1,00	4,36	4,36	0,008	0,03	
Peon	13,00	3,01	39,13	0,008	0,31	
PARCIAL N					0,63	
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B		
Asfalto Ap-3	Kg	8,5	0,34	2,89		
Agregados Triturados	m3	0,05	11,38	0,57		
Diesel para planta de asfalto	Gl	0,6	0,91	0,55		
Arena	m3	0,04	9,38	0,38		
Asfalto Diluido Rc-250	Kg	1,1	0,34	0,37		
Diesel	Lt	0,35	0,9	0,32		
PARCIAL O:					5,07	
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B		
Mezcla Asfáltica	m3/Km	6	0,25	1,50		
PARCIAL P:					1,50	
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)					10,35	
INDIRECTOS Y UTILIDADES 15% :					1,55	
COSTO TOTAL RUBRO					11,90	
VALOR PROPUESTO					11,90	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

		(horas/und)
RUBRO No:	12	RENDIMIENTO R: 1,000
UNIDAD:	U	
DETALLE:	Señales Preventivas (0.75x0.75) m	

EQUIPO

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO-HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M.O Soldadora Electrica	1,00	3,00	3,00	1,000	0,623 3,000
PARCIAL M					3,62

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN (CAT)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO-HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Maestro de Obra	1,00	3,38	3,38	1,000	3,38
Albañil	1,00	3,05	3,05	1,000	3,05
Peon	2,00	3,01	6,02	1,000	6,02
PARCIAL N					12,45

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B
Lámina Tool Galv. (2.44x1.22)	m2	0,55	19,8	10,89
Tubo Cuadrado Galv. 2" 2" E=2mm	ml	3	5,85	17,55
Pernos Inoxidables	UNIDAD	2	0,5	1,00
Hormigón F'c=180Kg/m2	m3	0,09	104,03	9,36
Angulo 30x3 mm	m	3,25	1,75	5,69
Pintura Anticorrosiva	Gl	0,1	16	1,60
Pintura Retroreflectiva	Gl	1	25	25,00
Electrodos	Kg	0,1	3,38	0,34
PARCIAL O:				71,43

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B
PARCIAL P:				0,00

TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)	87,50
INDIRECTOS Y UTILIDADES 15% :	13,13
COSTO TOTAL RUBRO	100,63
VALOR PROPUESTO	100,63

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
					(horas/und)	
RUBRO No:	13				RENDIMIENTO R:	1,000
UNIDAD:	U					
DETALLE:	Señales Reglamentarias (0.75x0.75) m					
EQUIPO						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO-HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R	
Herramienta menor 5% M.O Soldadora Electrica	1,00	3,00	3,00	1,000	0,623 3,000	
PARCIAL M					3,62	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN (CAT)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO-HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R	
Maestro de Obra	1,00	3,38	3,38	1,000	3,38	
Albañil	1,00	3,05	3,05	1,000	3,05	
Peon	2,00	3,01	6,02	1,000	6,02	
PARCIAL N					12,45	
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B		
Lámina Tool Galv. (2.44x1.22)	m2	0,55	19,8	10,89		
Tubo Cuadrado Galv. 2"2" E=2mm	ml	3	5,85	17,55		
Pernos Inoxidables	UNIDAD	2	0,5	1,00		
Hormigón F'c=180Kg/m2	m3	0,09	104,03	9,36		
Angulo 30x3 mm	m	3,25	1,75	5,69		
Pintura Anticorrosiva	Gl	0,1	16	1,60		
Pintura Retroreflectiva	Gl	1	25	25,00		
Electrodos	Kg	0,1	3,38	0,34		
PARCIAL O:					71,43	
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B		
PARCIAL P:					0,00	
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)					87,50	
INDIRECTOS Y UTILIDADES 15% :					13,13	
COSTO TOTAL RUBRO					100,63	
VALOR PROPUESTO					100,63	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
					(horas/und)	
RUBRO No:	14				RENDIMIENTO R:	1,000
UNIDAD:	U					
DETALLE:	Señales Informativas (0.75x0.75) m					
EQUIPO						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO-HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R	
Herramienta menor 5% M.O Soldadora Electrica	1,00	3,00	3,00	1,000	0,623 3,000	
PARCIAL M					3,62	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN (CAT)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO-HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R	
Maestro de Obra	1,00	3,38	3,38	1,000	3,38	
Albañil	1,00	3,05	3,05	1,000	3,05	
Peon	2,00	3,01	6,02	1,000	6,02	
PARCIAL N					12,45	
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B		
Lámina Tool Galv. (2.44x1.22)	m2	1	19,8	19,80		
Tubo Cuadrado Galv. 2"2" E=2mm	ml	6	5,85	35,10		
Pernos Inoxidables	UNIDAD	4	0,5	2,00		
Hormigón F'c=180Kg/m2	m3	0,14	104,03	14,56		
Tubo Cuadrado Negro 1"1" E=1.5 mm	ml	9,8	1,45	14,21		
Pintura Anticorrosiva	Gl	0,2	16	3,20		
Pintura Retroreflectiva	Gl	1	25	25,00		
Electrodos	Kg	3	3,38	10,14		
PARCIAL O:					124,01	
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B		
PARCIAL P:					0,00	
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)					140,08	
INDIRECTOS Y UTILIDADES 15% :					21,01	
COSTO TOTAL RUBRO					161,09	
VALOR PROPUESTO					161,09	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
					(horas/und)
RUBRO No:	15				RENDIMIENTO R: 2,000
UNIDAD:	U				
DETALLE:	Señales Ecológicas (2.4 x1.2) m				
EQUIPO					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO-HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M.O Soldadora Electrica	1,00	3,00	3,00	2,000	1,245 6,000
PARCIAL M					7,25
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN (CAT)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO-HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Maestro de Obra	1,00	3,38	3,38	2,000	6,76
Albañil	1,00	3,05	3,05	2,000	6,10
Peon	2,00	3,01	6,02	2,000	12,04
PARCIAL N					24,90
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B	
Lámina Tool Galv. (2.44x1.22)	m2	1	19,8	19,80	
Tubo Cuadrado Galv. 2" 2" E=2mm	ml	6	5,85	35,10	
Pernos Inoxidables	UNIDAD	4	0,5	2,00	
Hormigón F'c=180Kg/m2	m3	0,14	104,03	14,56	
Tubo Cuadrado Negro 1" 1" E=1.5 mm	ml	9,8	1,45	14,21	
Pintura Anticorrosiva	Gl	0,2	16	3,20	
Pintura Retroreflectiva	Gl	1	25	25,00	
Electrodos	Kg	3	3,38	10,14	
PARCIAL O:					124,01
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B	
PARCIAL P:					0,00
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)					156,16
INDIRECTOS Y UTILIDADES 15% :					23,42
COSTO TOTAL RUBRO					179,58
VALOR PROPUESTO					179,58

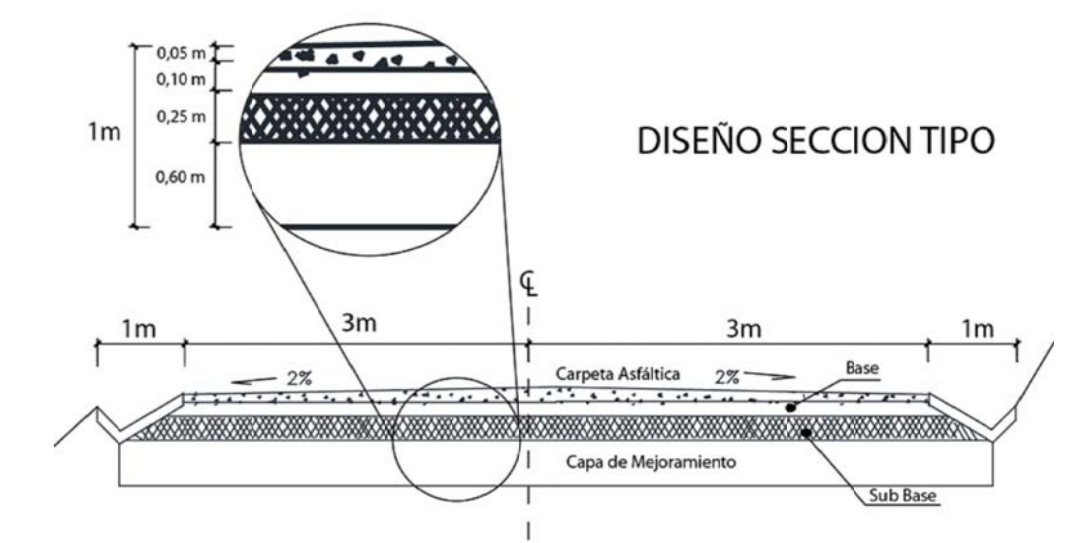
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
					(horas/und)	
RUBRO No:	16				RENDIMIENTO R:	1,600
UNIDAD:	Km					
DETALLE:	Señalización Longitudinal 12cm					
EQUIPO						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO-HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R	
Herramienta menor 5% M.O					1,342	
Franjadora	1,00	3,21	3,21	1,600	5,136	
Camioneta	1,00	5,00	5,00	1,600	8,000	
PARCIAL M					14,48	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN (CAT)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO-HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R	
Maestro de Obra	1,00	3,38	3,38	1,600	5,41	
Peon	3,00	3,01	9,03	1,600	14,45	
Chofer	1,00	4,36	4,36	1,600	6,98	
PARCIAL N					26,83	
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B		
Pintura Acrilica	Gl	1	10,58	10,58		
Microesferas de Vidrio	Kg	6	26,5	159,00		
Diluyente	Gl	4	1,06	4,24		
PARCIAL O:					173,82	
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B		
PARCIAL P:					0,00	
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)					215,13	
INDIRECTOS Y UTILIDADES 15% :					32,27	
COSTO TOTAL RUBRO					247,40	
VALOR PROPUESTO					247,40	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
					(horas/und)	
RUBRO No:	17				RENDIMIENTO R:	1,000
UNIDAD:	U					
DETALLE:	Provisión y Colocación de Guardavias Dobles					
EQUIPO						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO-HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R	
Herramienta menor 5% M.O Camión	1,00	25,00	25,00	1,000	0,822 25,000	
PARCIAL M					25,82	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN (CAT)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO-HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R	
Albañil	1,00	3,05	3,05	1,000	3,05	
Peon	3,00	3,01	9,03	1,000	9,03	
Chofer	1,00	4,36	4,36	1,000	4,36	
PARCIAL N					16,44	
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B		
Hormigón F'c=180Kg/m2	m3	1	104,03	104,03		
Perfil Guardavias tipo "W"	m3	2	67,22	134,44		
Postes Guardavias para protección doble	m3	0,29	126,81	36,77		
Terminal Guardavias	m3	0,06	25,46	1,53		
Set Pernos y Tuercas	ml	6	8,52	51,12		
Gemas Reflectivas	UNIDAD	0,6	6,75	4,05		
Placas metálicas e=5mm	UNIDAD	0,05	48,9	2,45		
Encofrado	UNIDAD	1	1	1,00		
PARCIAL O:					335,39	
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B		
PARCIAL P:					0,00	
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)					377,65	
INDIRECTOS Y UTILIDADES 15% :					56,65	
COSTO TOTAL RUBRO					434,30	
VALOR PROPUESTO					434,30	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
					(horas/und)
RUBRO No:	18	RENDIMIENTO R:			8,000
UNIDAD:	U				
DETALLE:	Alcantarilla de Hormigon F'c=210 Kg/m2 Tipo Cajón				
EQUIPO					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO-HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M.O					6,576
Retroexcavadora	0,10	3,38	0,34	8,000	2,704
Volqueta	0,10	25,00	2,50	8,000	20,000
Camión Cisterna	0,05	20,00	1,00	8,000	8,000
Concreteira	1,00	5,00	5,00	8,000	40,000
PARCIAL M					77,28
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN (CAT)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO-HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Albañil	1,00	3,05	3,05	8,000	24,40
Peon	3,00	3,01	9,03	8,000	72,24
Chofer	1,00	4,36	4,36	8,000	34,88
PARCIAL N					131,52
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B	
Arena	m3	3,69	8,88	32,77	
Ripio	m3	5,58	9,13	50,95	
Piedra	m3	1,35	13,13	17,73	
Cemento Portland	Saco	8	7,63	61,04	
Agua	m3	0,9	0,5	0,45	
Acero de Refuerzo #4 Fy=4200 Kg/cm2	Kg	118,8	0,43	51,08	
Alambre N°18	Kg	5,94	24,73	146,90	
Acelerante	Kg	13,5	1	13,50	
Enconfrado	UNIDAD	1	1	1,00	
PARCIAL O:					375,41
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B	
PARCIAL P:					0,00
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)					584,21
INDIRECTOS Y UTILIDADES 15% :					87,63
COSTO TOTAL RUBRO					671,84
VALOR PROPUESTO					671,84

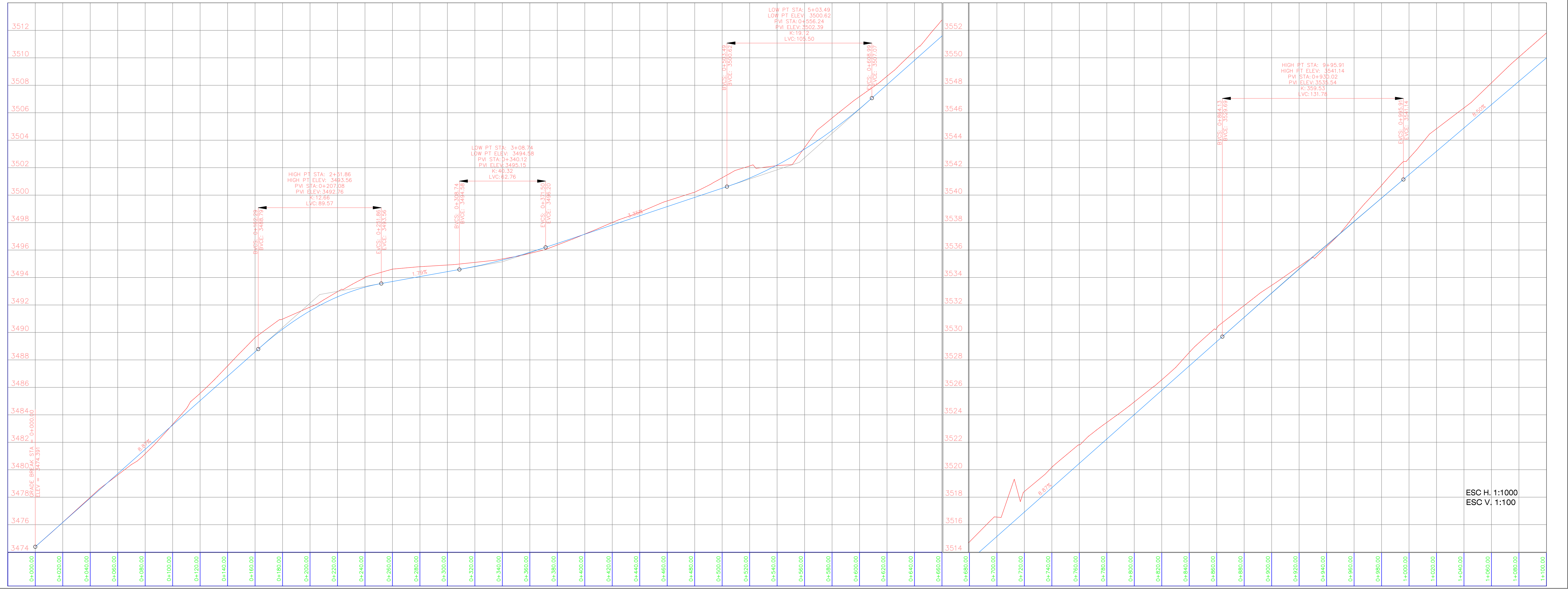
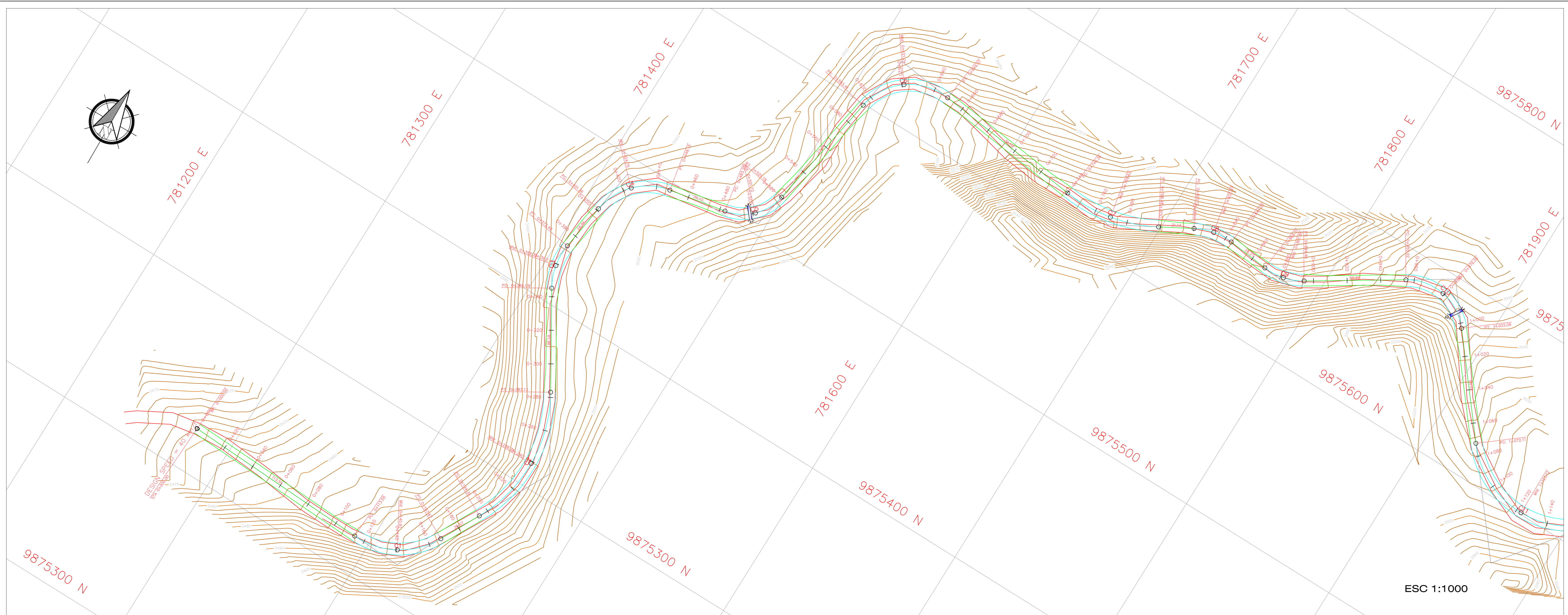
PLANOS

ALCANTARILLA 1		ALCANTARILLA 2	
Abscisa	0+500	Abscisa	1+000
Longitud	12 m	Longitud	12 m
Diámetro	1.2 m	Diámetro	1.2 m
Material	Armico	Material	Armico
Código	A1	Código	A2
Entrada	Tipo 2	Entrada	Tipo 2
Salida	Tipo 1	Salida	Tipo 1

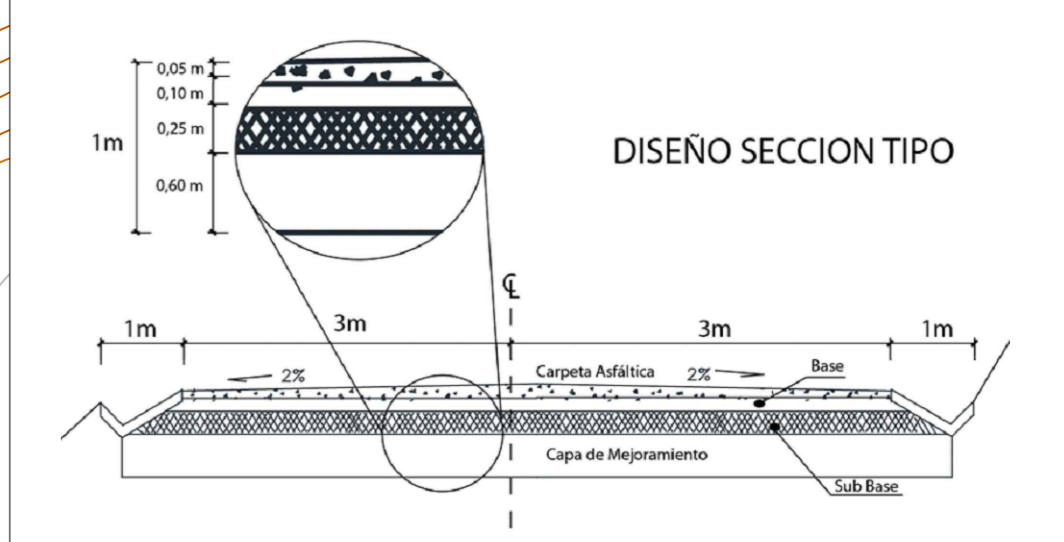


Curva Tabla: Alignamiento

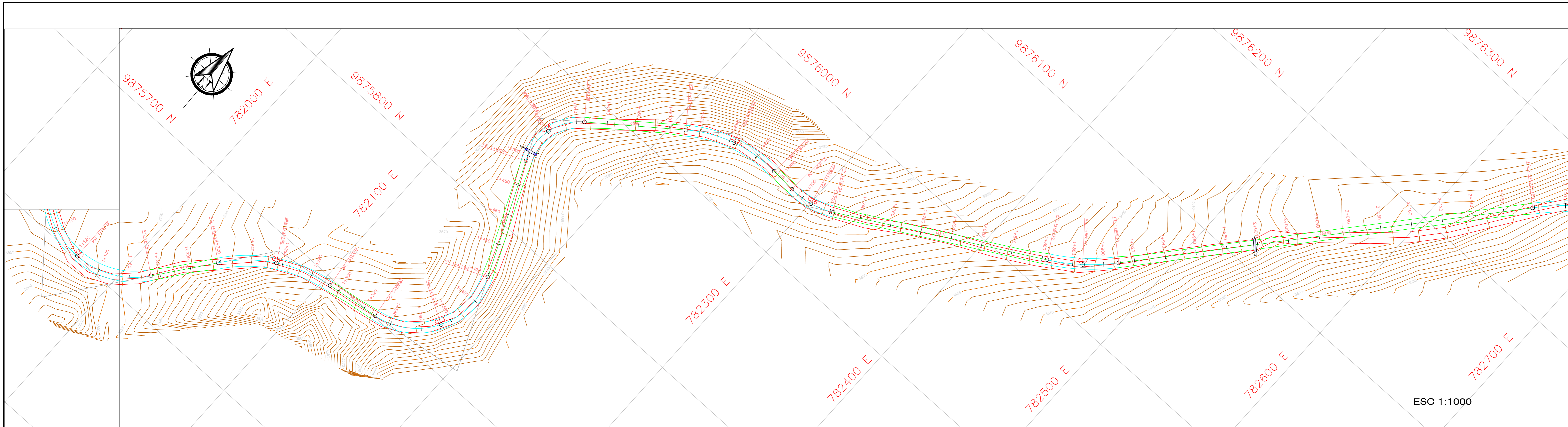
Curva #	Radio	Longitud	DTORNA	DTORNA	PC	PT	LC	PI	PE
C1	47.76	34.11	8.84	34524.27	35077	35143.83	35113.98	35187.67	35263
C2	47.76	34.11	8.84	34524.27	35077	35143.83	35113.98	35187.67	35263
C3	47.76	34.11	8.84	34524.27	35077	35143.83	35113.98	35187.67	35263
C4	47.76	34.11	8.84	34524.27	35077	35143.83	35113.98	35187.67	35263
C5	47.76	34.11	8.84	34524.27	35077	35143.83	35113.98	35187.67	35263
C6	47.76	34.11	8.84	34524.27	35077	35143.83	35113.98	35187.67	35263
C7	47.76	34.11	8.84	34524.27	35077	35143.83	35113.98	35187.67	35263
C8	47.76	34.11	8.84	34524.27	35077	35143.83	35113.98	35187.67	35263
C9	47.76	34.11	8.84	34524.27	35077	35143.83	35113.98	35187.67	35263
C10	47.76	34.11	8.84	34524.27	35077	35143.83	35113.98	35187.67	35263
C11	47.76	34.11	8.84	34524.27	35077	35143.83	35113.98	35187.67	35263



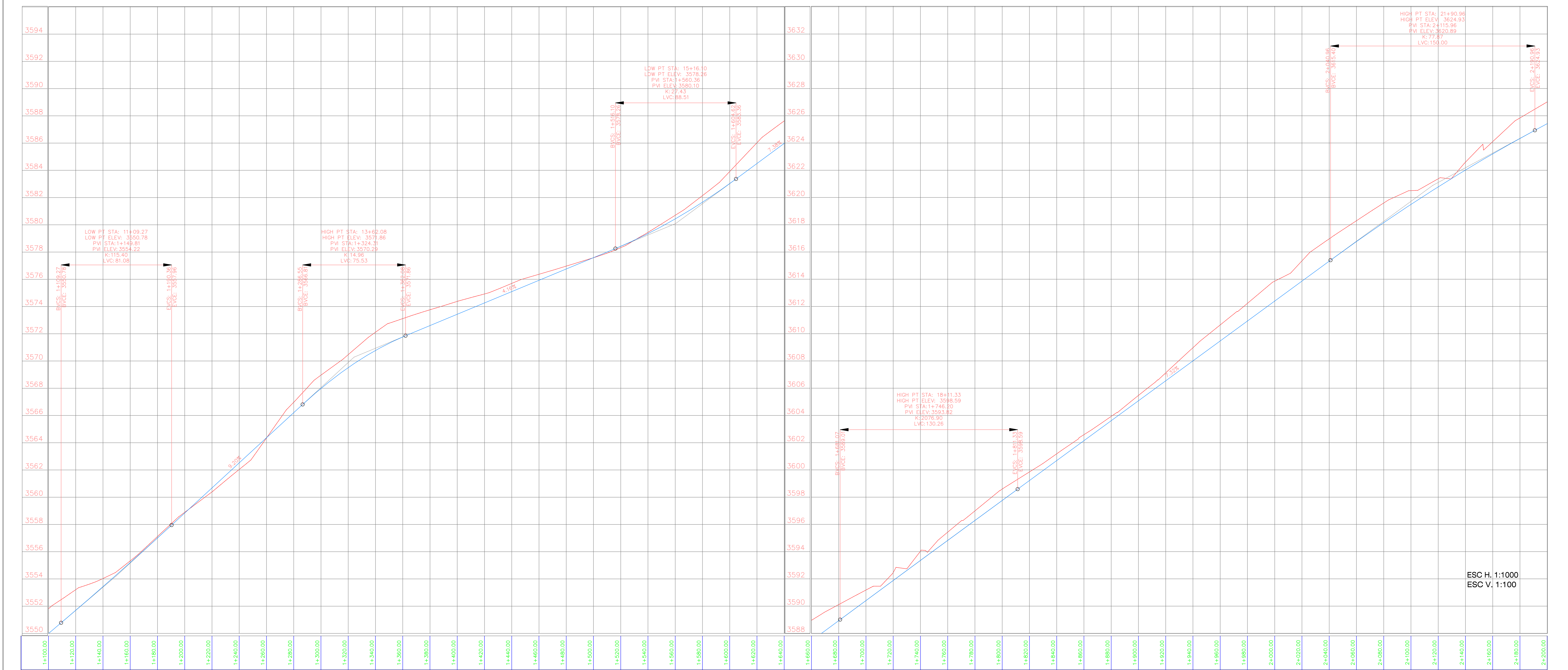
ALCANTARILLA 3		ALCANTARILLA 4	
Abscisa	1+500	Abscisa	2+000
Longitud	12 m	Longitud	12 m
Dámetro	1.2 m	Dámetro	1.2 m
Material	Armico	Material	Armico
Código	A3	Código	A4
Entrada	Tipo 2	Entrada	Tipo 2
Salida	Tipo 1	Salida	Tipo 1

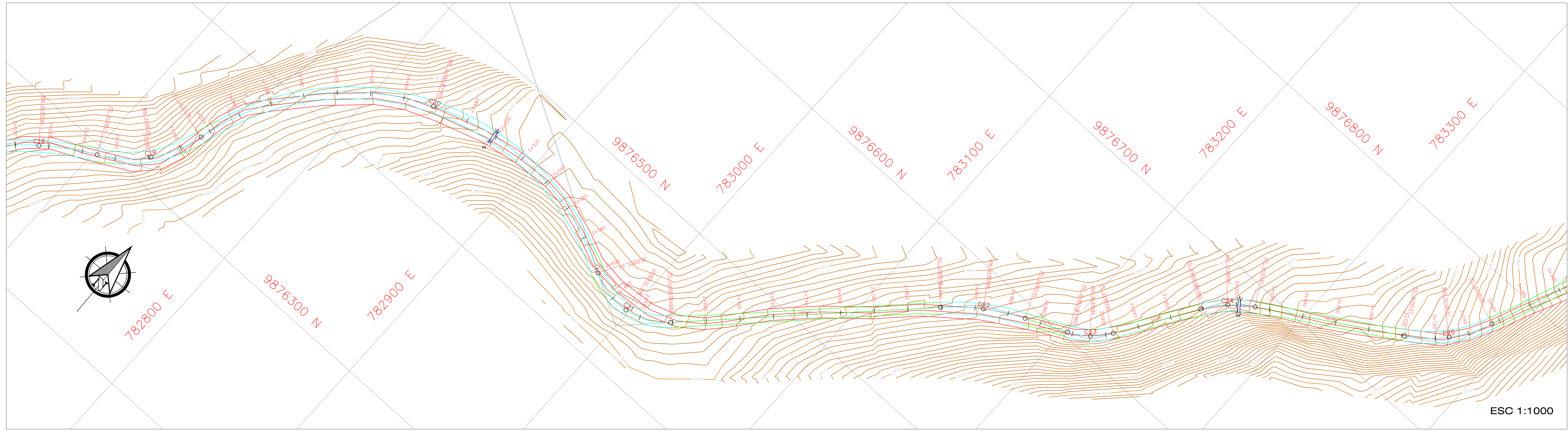


Curve #	Radius	Length	External	Delta	Stationing	PI	PC	PT	LC	Min	Max
C13	8611	75.01	4418.27	24.802	1+288.07	1+234.24	1+285.78	1+339.90	877890.4102	703860.1880	
C14	4813	88.84	3172	10.910	1+376.20	1+333.47	1+413.73	1+450.99	877870.6194	877870.6194	877870.6194
C15	3610	48.01	6.08	16.947	1+430.25	1+405.45	1+454.25	1+479.05	877866.0171	76133.9622	
C16	8610	66.30	6.07	41.047	1+534.30	1+494.20	1+574.24	1+614.28	877844.2000	76225.5214	
C17	6340	30.01	3.26	33.907	1+584.44	1+571.08	1+596.80	1+622.92	877842.2194	76226.8817	
C18	13240	48.43	2.08	21.918	1+680.10	1+663.15	1+696.78	1+713.81	877838.8401	76148.1881	
C19	18120	70.21	3.47	22.918	1+780.00	1+764.40	1+795.12	1+810.24	877835.7444	76210.4774	

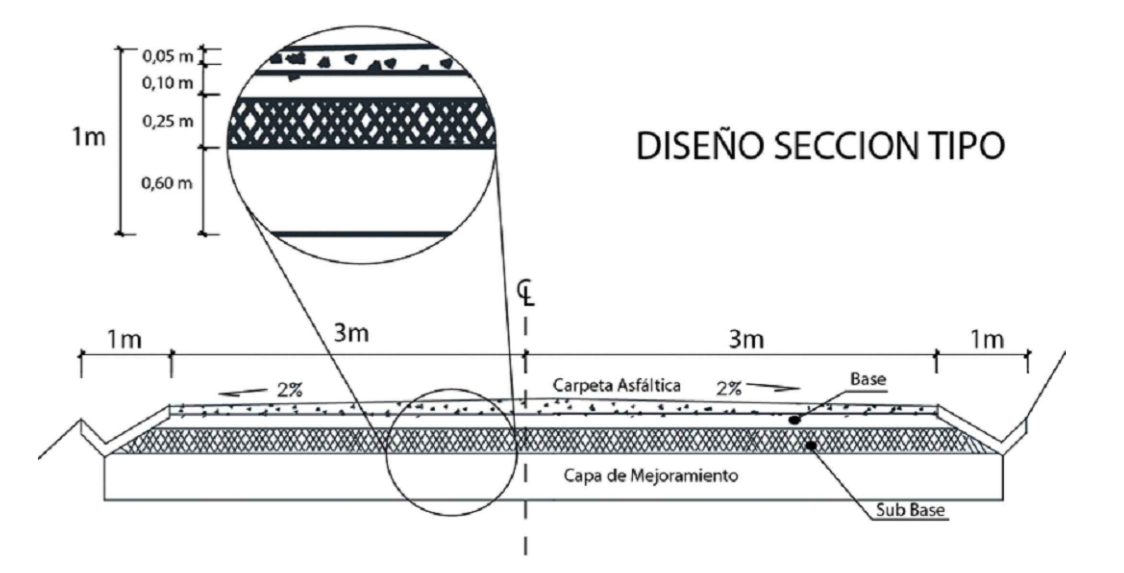


ESC 1:1000

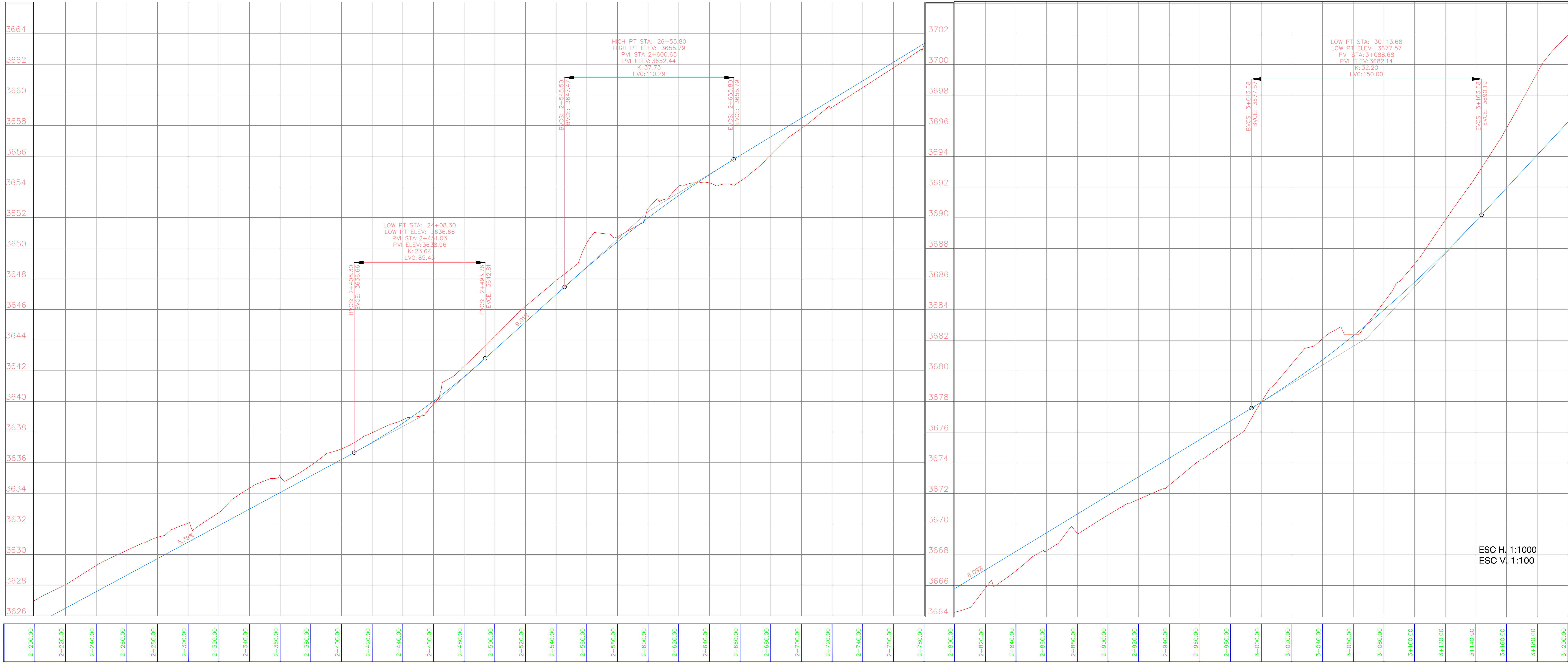


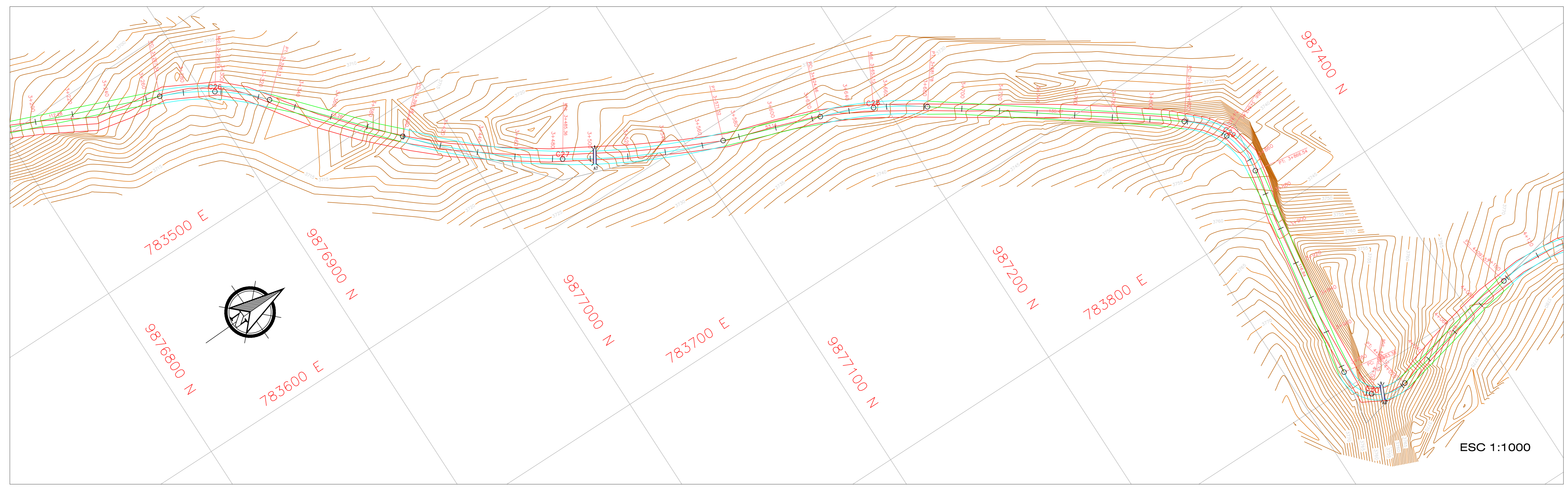


ALCANTARILLA 5		ALCANTARILLA 6	
Abscisa	2+500	Abscisa	3+000
Longitud	12 m	Longitud	12 m
Dámetro	1.2 m	Dámetro	1.2 m
Material	Armico	Material	Armico
Código	A5	Código	A6
Entrada	Tipo 2	Entrada	Tipo 2
Salida	Tipo 1	Salida	Tipo 1

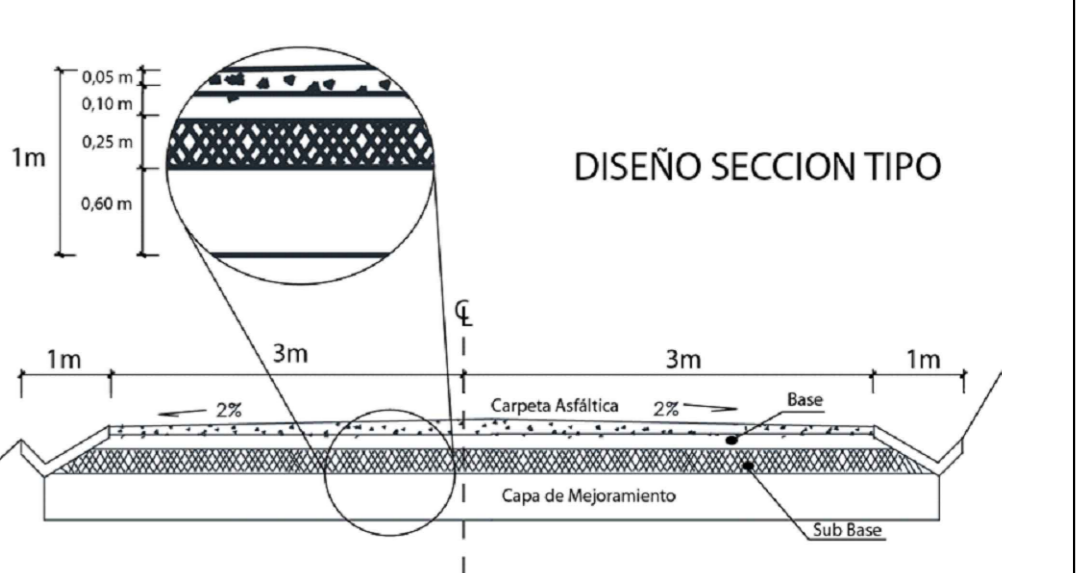


Curve #	Radius	Length	Stationing	PC	PT	LC	PIV	PIE
C01	25.57	44.60	2+437.71	2+437.71	2+482.31	44.60	3655.79	3652.44
C02	198.32	200.81	3+032.21	3+032.21	3+233.02	200.81	3677.57	3682.14

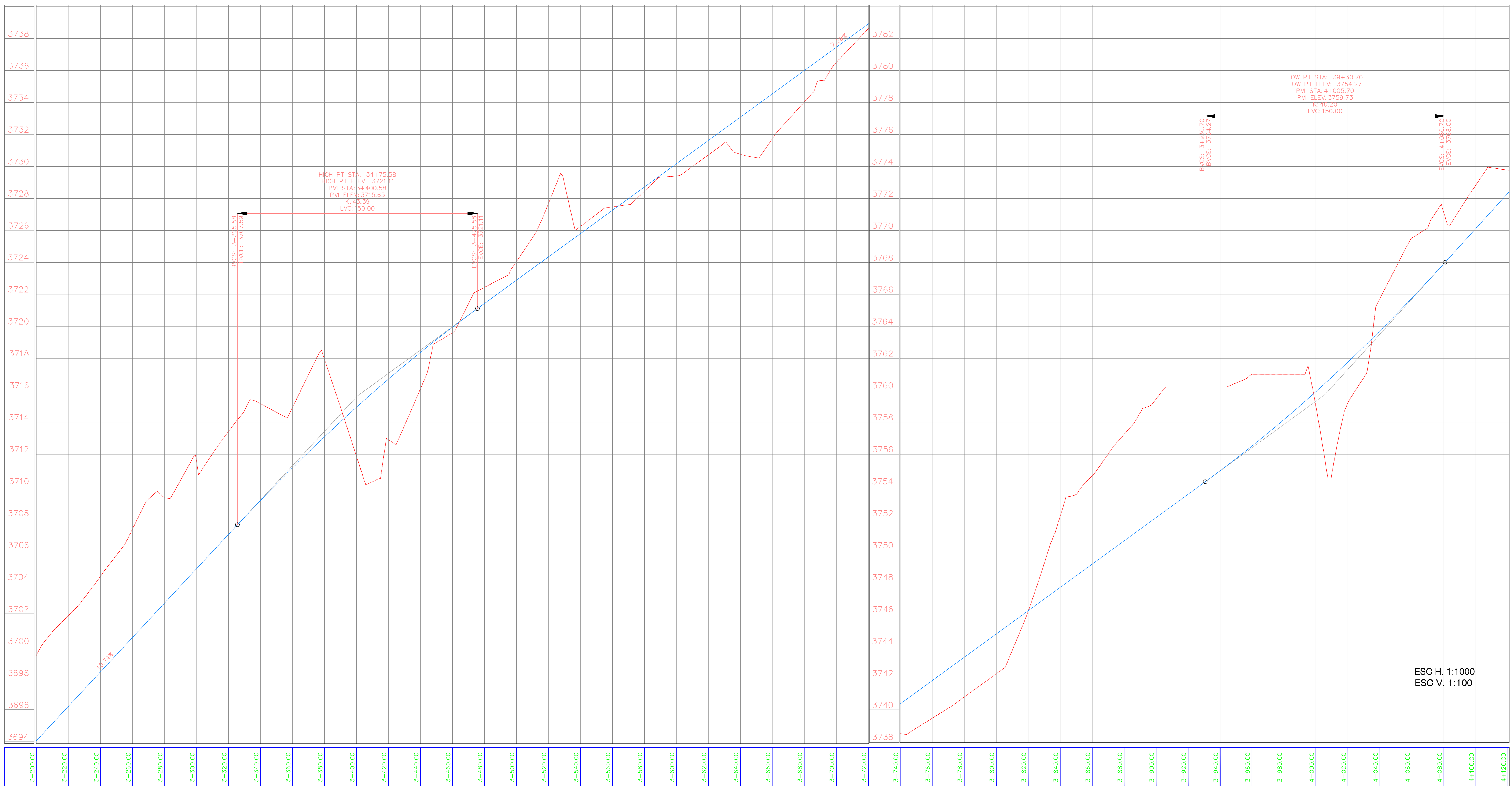




ALCANTARILLA 7		ALCANTARILLA 8	
Abscisa	3+500	Abscisa	4+000
Longitud	12 m	Longitud	12 m
Dámetro	1.2 m	Dámetro	1.2 m
Material	Armado	Material	Armado
Código	A7	Código	A8
Entrada	Tipo 2	Entrada	Tipo 1
Salida	Tipo 1	Salida	Tipo 1

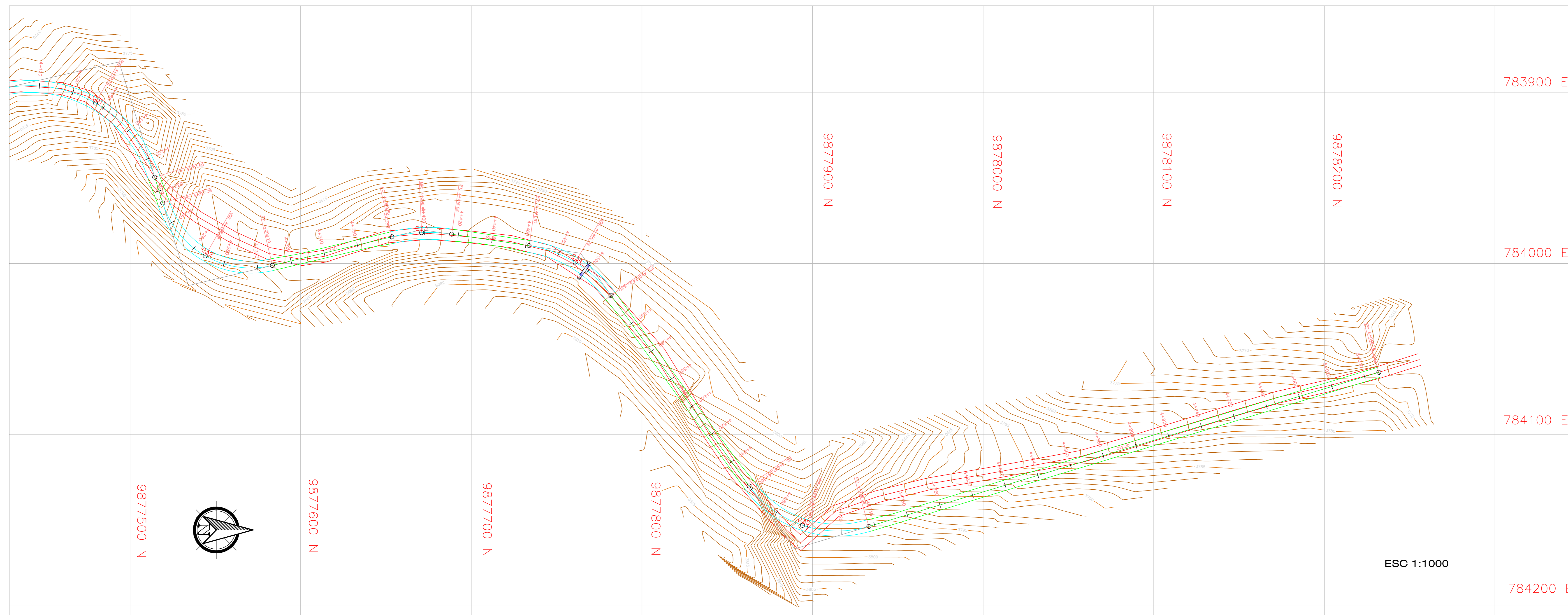
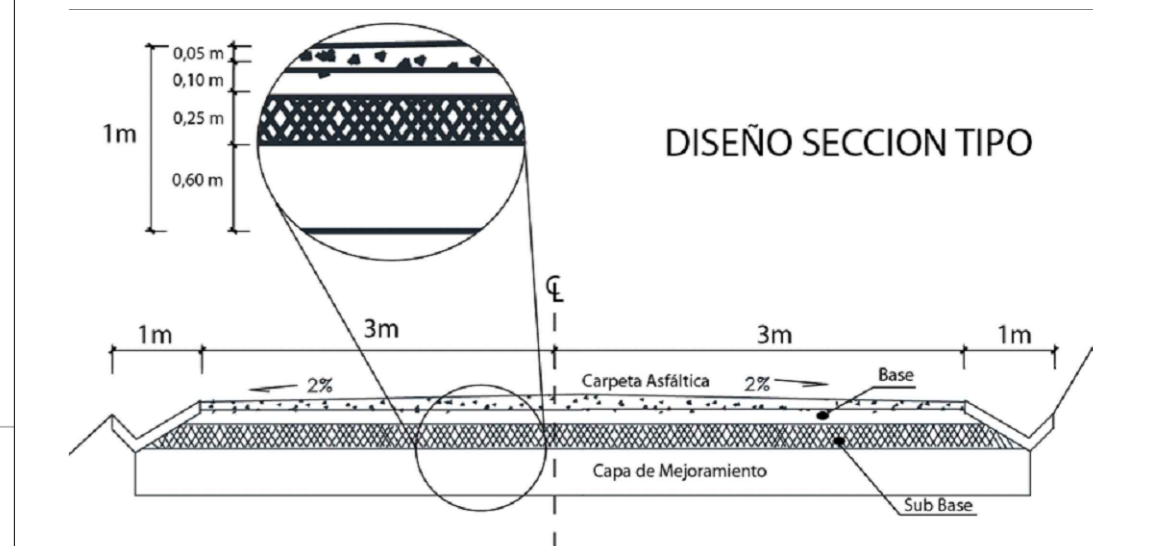


Curva Tabla: Aligamiento											
Curva	#	Inicio	Fin	Longitud	ANGULO	PC	PT	PI	CE	CE	PC
CA1	1	3+200.00	3+400.00	200.00	20.00°	3+300.00	3+350.00	3+350.00	3+350.00	3+350.00	3+350.00
CA2	2	3+400.00	3+500.00	100.00	10.00°	3+450.00	3+475.00	3+475.00	3+475.00	3+475.00	3+475.00
CA3	3	3+500.00	3+700.00	200.00	20.00°	3+600.00	3+650.00	3+650.00	3+650.00	3+650.00	3+650.00
CA4	4	3+700.00	3+900.00	200.00	20.00°	3+800.00	3+850.00	3+850.00	3+850.00	3+850.00	3+850.00
CA5	5	3+900.00	4+100.00	200.00	20.00°	4+000.00	4+050.00	4+050.00	4+050.00	4+050.00	4+050.00



ALCANTARILLA 9

Alcoba	4.500
Longitud	12 m
Dámetro	1.2 m
Materia	Armico
Código	A9
Entrada	Tipo 2
Salida	Tipo 1



Curve Table: Alignments

Curve #	Radius	Length	Start Station	End Station	PC	PT	EC	PVI	HI
C01	76.17	114.02	3772.00	3783.42	4+120.00	4+234.02	4+150.00	3777.214	3786.843
C02	34.12	81.43	3783.42	3791.85	4+234.02	4+315.45	4+274.74	3787.639	3792.824
C03	63.32	130.28	3791.85	3821.13	4+315.45	4+445.73	4+380.59	3796.528	3808.224
C04	72.15	87.68	3821.13	3839.81	4+445.73	4+533.41	4+489.57	3830.422	3834.979
C05	43.31	78.03	3839.81	3917.84	4+533.41	4+611.84	4+572.62	3878.949	3867.081

