

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA: INGENIERÍA CIVIL

TRABAJO ESTRUCTURADO DE MANERA INDEPENDIENTE

TEMA:

**“ESTUDIO DE LAS CONDICIONES ACTUALES DE LA VÍA CONDORAHUA
DESDE EL CALVARIO HASTA CONDORAHUA GRANDE, PARROQUIA EL
ROSARIO, CANTÓN PELILEO, PROVINCIA DEL TUNGURAHUA Y SU
INCIDENCIA EN LA CALIDAD DE VIDA DE SUS HABITANTES”**

AUTOR:

Pablo Xavier Santos Freire

Ambato- Ecuador

2016

APROBACIÓN DEL TUTOR

En calidad de tutor del trabajo de graduación, certifico que la presente tesis realizada por el Sr. Pablo Xavier Santos Freire, egresado de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, de la Universidad Técnica de Ambato, previo a la obtención del Título de Ingeniera Civil, se desarrolló bajo mi tutoría, es un trabajo personal e inédito, bajo el tema: **“ESTUDIO DE LAS CONDICIONES ACTUALES DE LA VÍA CONDORAHUA DESDE EL CALVARIO HASTA CONDORAHUA GRANDE, PARROQUIA EL ROSARIO, CANTÓN PELILEO, PROVINCIA DEL TUNGURAHUA Y SU INCIDENCIA EN LA CALIDAD DE VIDA DE SUS HABITANTES”**. Por tal manera considero que dicho trabajo investigativo reúne los requisitos suficientes para ser sometido a la evaluación del jurado examinador designado por el Honorable Consejo Directivo.

En la ciudad de Ambato, a los 30 días del mes de Noviembre del 2015.

.....

Ing. Mg. Juan Soria

DOCENTE FICM-TUTOR

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DE LA TESIS

Ambato, 30 de Noviembre del 2015.

Yo, Pablo Xavier Santos Freire, portador de la cédula de identidad #180185062-7.

Declaro que la investigación y resultados obtenidos en este trabajo previo a la obtención del título de **INGENIERO CIVIL**, son absolutamente originales, auténticos y personales.

En tal virtud, enuncio que el contenido, las conclusiones y los efectos legales y académicos que se deducen del trabajo propuesto, es de exclusiva responsabilidad legal y académica de mi persona.

.....

Pablo Xavier Santos Freire

180185062-7

AUTOR

AGRADECIMIENTO

Al expresar mis sentimientos de gratitud, quiero nombrar en primer lugar a Dios,

por darme una madre ejemplar, a mi familia en especial a mi tío el Sr. Rómulo

Freire que me impulso a seguir la carrera.

Al Gobierno Autónomo Descentralizado de El Rosario, en especial al el Sr. Lorenzo

José Cunalata presidente de la Junta parroquial, por su aporte y apoyo para la

elaboración y culminación del presente trabajo al permitirme que el mismo se

haya realizado en la parroquia a quien el representa.

A la UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO por preocuparse que las metas de

todos sus estudiantes universitarios sean alcanzadas.

A todos los profesores que a lo largo de mis estudios me han guiado y educado,

dándome la oportunidad de aprender y desarrollarme profesionalmente.

Al Ing. Mg. Juan Soria un agradecimiento especial por encausar y dirigir este

trabajo de grado.

PABLO

DEDICATORIA

*ESTE TRABAJO Y TODOS LOS EXITOS ALCANZADOS A LO LARGO DE MI VIDA
ESTUDIANTIL ESTAN DEDICADOS A MI MADRE QUE ME ENTREGO SU TIEMPO,
SU COMPRENSIÓN Y SU AMOR.*

Vacía tu bolsillo en tu mente, y tu mente llenará tu bolsillo.

Benjamín Franklin

PABLO

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 TEMA	1
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.2.1 Contextualización.....	1
1.2.2 Análisis crítico	2
1.2.3 Prognosis	3
1.2.4 Formulación del problema.....	4
1.2.5 Preguntas directrices	4
1.2.6 Delimitación.....	4
1.2.6.1 Delimitación espacial	4
1.2.6.2 Delimitación temporal	4
1.2.6.3 Delimitación de contenido	5
1.3 JUSTIFICACIÓN	5
1.4 OBJETIVOS	5
1.4.1 General	5
1.4.2 Específicos.....	5

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS	6
2.2 FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA	8
2.3 FUNDAMENTACIÓN LEGAL	9
2.4 CATEGORÍAS FUNDAMENTALES	9

2.4.1 Supra ordenación de las variables.....	9
2.4.2 Definiciones	10
2.4.3 Variable dependiente	10
2.4.4 Variable independiente	10
2.4.5 Ingeniería vial	11
2.4.6 Estudios de suelos	11
2.4.7 Pavimento	11
2.4.8 Tipos de pavimentos.....	12
2.4.8.1 Pavimentos flexibles o asfálticos	12
2.4.9 Determinación de los Límites de Atterberg.....	12
2.4.10 Límite líquido (LL)	12
2.4.11 Límite plástico (LP).....	13
2.4.12 Clasificación de suelos	13
2.4.13 Compactación	14
2.4.14 Subrasante.....	14
2.4.15 Sub-base.....	14
2.4.16 Base	15
2.4.17 Carpeta asfáltica	15
2.4.18 Especificaciones técnicas para bases y sub-base	16
2.4.18.1 Sub-bases de agregados	16
2.4.18.2 Bases de agregados.....	17
2.4.19 Topografía.....	18
2.4.20 Curvas de nivel.....	18
2.4.20.1 Índice	19
2.4.20.2 Intermedias.....	19
2.4.21 Escala.....	19
2.4.22 Cota	20
2.4.23 Perfil longitudinal.....	20
2.4.24 Diseño horizontal	21
2.4.25 Curvas horizontales	21
2.4.26 Radio mínimo de curvatura horizontal (r)	23
2.4.27 Angulo de deflexión de las tangentes (A).....	25

2.4.28	Longitud de la curva (Lc)	25
2.4.29	Tangente (T) o subtangente (ST)	25
2.4.30	External (E).....	26
2.4.31	Flecha (F).....	26
2.4.32	Longitud de la cuerda (CL).....	26
2.4.33	Peralte	26
2.4.34	Desarrollo del peralte	28
2.4.35	Longitud de transición.....	28
2.4.36	Longitud de aplanamiento	30
2.4.37	Tangente intermedia mínima	30
2.4.38	Sobre ancho en las curvas.....	32
2.4.38.1	Valores de diseño	34
2.4.39	Gradientes	34
2.4.39.1	Gradiente máxima	35
2.4.39.2	Gradiente mínima	35
2.4.40	Curvas verticales	36
2.4.41	Coefficiente angular de una curva vertical (K)	37
2.4.42	Curvas verticales cóncavas	38
2.4.43	Coefficiente “K” para diferentes tipos de carreteras.	40
2.4.44	Curvas verticales convexas	40
2.4.45	Perfil transversal.....	41
2.4.46	Pendiente.....	42
2.4.47	Diseño vial	42
2.4.48	Tráfico	43
2.4.48.1	Horario	43
2.4.48.2	Diario	43
2.4.49	Tráfico futuro	43
2.4.50	Tipos de vehículos.....	45
2.4.51	Tráfico promedio diario anual (TPDA)	46
2.4.52	Clasificación de carreteras.....	46
2.4.52.1	En función del tráfico proyectado	47
2.4.52.2	Clasificación por capacidad en función del TPDA	47

2.4.52.3	Clasificación funcional por importancia en la red vial.....	48
2.4.52.4	Según las condiciones orográficas	48
2.4.53	Velocidad de diseño	49
2.4.54	Inventario vial	51
2.4.55	Velocidad de circulación	51
2.4.56	Visibilidad.....	53
2.4.57	Distancia de visibilidad de parada D_p	53
2.4.58	Distancia de visibilidad de rebasamiento D_r	57
2.4.59	Sistema de drenaje.....	60
2.4.60	Diseño hidráulico	60
2.4.61	Drenaje longitudinal	60
2.4.62	Cunetas	61
2.4.62.1	Localización, pendiente y velocidad	62
2.4.62.2	Forma de la sección	62
2.4.63	Alcantarillas	64
2.4.63.1	Alcantarillas metálicas.....	65
2.4.63.2	Corrugación.....	66
2.4.63.3	Paso.....	66
2.4.63.4	Tangente.....	66
2.4.63.5	Altura de corrugación	66
2.4.63.6	Diámetro nominal.....	66
2.4.63.7	Alineación	67
2.4.63.8	Pendiente.....	67
2.5	HIPÓTESIS	67
2.6	SEÑALAMIENTO DE VARIABLES DE LA HIPÓTESIS	68
2.6.1	Variable independiente.....	68
2.6.2	Variable dependiente.....	68

CAPÍTULO III

METODOLOGIA

3.1 MODALIDAD BASICA DE LA INVESTIGACIÓN	69
3.1.1 Investigación de campo	69
3.1.2 Investigación bibliográfica	69
3.1.3 Investigación experimental.....	69
3.2 NIVEL O TIPO DE LA INVESTIGACION	69
3.2.1 Nivel exploratorio	69
3.2.2 Nivel descriptivo	70
3.2.3 Nivel explicativo	70
3.2.4 Asociación de variables	70
3.3 POBLACION Y MUESTRA	70
3.3.1 Población	70
3.3.2 Muestra	71
3.4 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	71
3.4.1 Variable independiente.....	71
3.4.2 Variable dependiente.....	72
3.5 PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	73
3.6 PLAN DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACION	74

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	76
4.1.1 Análisis de resultados de las encuestas	76

4.1.2	Análisis de resultados del estudio topográfico	83
4.1.3	Análisis de resultados del estudio de tráfico.....	83
4.1.3.1	Cálculo del TPDA a partir del método de la 30va hora de diseño	85
4.1.3.2	Cálculo del tránsito atraído (10%TPDA)	87
4.1.3.3	Cálculo del Tránsito actual (TPDA + T atraído).....	87
4.1.3.4	Cálculo del Tránsito futuro o proyectado (Tac 1 + in).....	89
4.1.4	Análisis de resultados del estudio de suelos	91
4.1.4.1	Límites de Atterberg.....	92
4.1.4.2	Compactación.....	92
4.1.4.3	CBR de diseño	92
4.2	INTERPRETACIÓN DE DATOS.....	93
4.2.1	Interpretación de datos de las encuestas	93
4.2.2	Interpretación de datos del estudio topográfico	95
4.2.3	Interpretación de datos del estudio de tráfico	95
4.2.4	Interpretación de datos del estudio de suelos	95
4.3	VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS	96
4.3.1	Formulación de hipótesis.....	96
4.3.1.1	Hipótesis nula (Ho)	96
4.3.1.2	Hipótesis alternativa (Ha) ó hipótesis de investigación	97
4.3.2	Cálculo del Chi-cuadrado (X^2).....	97
4.3.3	Grados de libertad (gl).....	98
4.3.4	Nivel de significación (α)	99
4.3.5	Chi tabulado X_t	99
4.3.6	Comparación entre el chi-cuadrado calculado y el chi-tabulado	99
4.3.7	Decisión	101

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES	102
5.2 RECOMENDACIONES	105

CAPÍTULO VI

PROPUESTA

TEMA	106
6.1 DATOS INFORMATIVOS	106
6.1.1 Ubicación	106
6.1.2 Población	107
6.1.3 Condiciones climáticas	107
6.1.4 Análisis socioeconómico	108
6.1.4.1 Salud	108
6.1.4.2 Vivienda	108
6.1.4.3 Educación	108
6.1.4.4 Servicios Básicos	108
6.1.4.5 Producción	108
6.1.4.6 Transporte	109
6.2 ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA	109
6.3 JUSTIFICACIÓN	109
6.4 OBJETIVOS	110
6.4.1 General	110
6.4.2 Específicos	110

6.5 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD	110
6.5.1 Factibilidad técnica	110
6.5.2 Factibilidad económica.....	110
6.5.3 Factibilidad social	111
6.5.4 Factibilidad legal.....	111
6.5.5 Factibilidad ambiental	111
6.6 FUNDAMENTACIÓN	111
6.6.1 Diseño geométrico	111
6.6.2 Diseño de la estructura del pavimento	112
6.6.3 Sistema de drenaje.....	113
6.7 METODOLOGÍA	113
6.7.1 Diseño geométrico	114
6.7.1.1 Estudio topográfico	114
6.7.2 Diseño horizontal	115
6.7.2.1 Velocidad de diseño (Vd).....	115
6.7.2.2 Velocidad de circulación (Vc)	115
6.7.2.3 Distancia de visibilidad de parada (Dvp)	115
6.7.2.4 Distancias de visibilidad de rebasamiento (Dr)	116
6.7.3 Peralte máximo	116
6.7.4 Radio mínimo de curvas horizontales	117
6.7.5 Elementos de curvas circulares	117
6.7.5.1 Grado de curvatura (Gc).....	117
6.7.5.2 Ángulo central (Δ).....	118
6.7.5.3 Longitud de curva (Lc).....	118
6.7.5.4 Tangente o subtangente (ST)	118
6.7.5.5 External (E).....	118
6.7.5.6 Flecha (F) u ordenada media (M).....	118
6.7.5.7 Cuerda larga (CL).....	119
6.7.5.8 Cálculo del PI.....	119
6.7.5.9 Cálculo del PT.....	119
6.7.6 Diseño vertical	119

6.7.6.1	Longitud de curva vertical L_{cv}	120
6.7.6.2	Longitud de entrada y de salida L_1 y L_2	120
6.7.6.3	Abscisa del PIV	120
6.7.6.4	Gradientes de entrada y salida g_1 y g_2	120
6.7.6.5	Diferencia algebraica de gradientes (A)	121
6.7.6.6	Longitud de curva $L=K*A$	121
6.7.6.7	longitud mínima para curvas cóncava	122
6.7.7	Diseño del pavimento.....	122
6.7.7.1	Método AASHTO-93	122
6.7.7.2	Periodo de diseño	123
6.7.7.3	Confiabilidad.....	123
6.7.7.4	Desviación normal Z_R	124
6.7.7.5	Desviación estándar global S_o	125
6.7.7.6	Módulo de Resiliencia M_r (Característico de la subrasante).....	125
6.7.7.7	Índice de serviciabilidad (PSI).....	127
6.7.7.8	Pérdida o disminución del índice de serviciabilidad (ΔPSI)	127
6.7.7.9	Análisis de tráfico.....	128
6.7.7.10	Volúmenes de camiones	128
6.7.7.11	Peso de camiones.....	128
6.7.7.12	Factor de daño FD	128
6.7.7.13	Factor de distribución por dirección DD	130
6.7.7.14	Factor de distribución por carril DC	131
6.7.7.15	Calculó de ejes equivalentes simples de 8.2 ton ó 18 kips	131
6.7.7.16	Determinación de los espesores de la sección multicapa	132
6.7.7.17	Cálculo de los coeficientes estructurales	133
6.7.7.18	Cálculo del número estructural requerido SN	139
6.7.7.19	Cálculo de los espesores de la estructura del pavimento flexible método AASHTO 1993	139
6.7.7.20	Desarrollo del procedimiento manual para determinar los espesores de cada capa de la estructura del pavimento	142
6.7.7.21	Descripción de parámetros a considerar dentro de la estructura del pavimento base clase 4.....	145

6.7.7.22 bases de agregados	146
6.7.7.23 Límites granulométricos para base clase 4	146
6.7.7.24 Capa de rodadura.....	146
6.7.8 Sistema de drenaje.....	148
6.7.8.1 Diseño de cunetas.....	148
6.7.8.2 Diseño de alcantarillas.....	162
6.7.9 Señalización.....	173
6.7.9.1 Señalización horizontal.....	174
6.7.9.2 Señalización vertical.....	178
6.7.10 Cálculo de volúmenes.....	186
6.7.11 Presupuesto referencial.....	195
6.7.12 Cronograma valorado	196
6.8 ADMINISTRACIÓN.....	197
6.9 PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN.....	197

ÍNDICE DE GRAFICOS

Gráfico 1 Supra ordinación de las variables.....	10
Gráfico 2 Perfil longitudinal.....	21
Gráfico 3 Curvas horizontales	22
Gráfico 4 Coeficientes de fricción lateral	25
Gráfico 5 Fuerzas que actúan sobre un vehículo a lo largo de una curva circular .	27
Gráfico 6 Transición del peralte	30
Gráfico 7 Sobre ancho.....	33
Gráfico 8 Curvas verticales	36
Gráfico 9 Tipos de curvas verticales.....	37
Gráfico 10 Coeficiente angular de la curva vertical	38
Gráfico 11 Curvas verticales cóncavas	39
Gráfico 12 Curva vertical convexa	41
Gráfico 13 Perfil transversal.....	42
Gráfico 14 Relaciones entre las velocidades de diseño y de circulación.....	52
Gráfico 15 Distancia de visibilidad de parada.....	54
Gráfico 16 Distancia de visibilidad de parada.....	56
Gráfico 17 Coeficiente de fricción para patinaje longitudinal	56
Gráfico 18 Distancia de visibilidad de rebasamiento	57
Gráfico 19 Distancia de visibilidad de rebasamiento D_r	58
Gráfico 20 Distancia de visibilidad mínima para el rebasamiento de un vehículo	59
Gráfico 21 Secciones típicas de cunetas	63
Gráfico 22 Dimensiones típicas de cunetas triangulares.....	63
Gráfico 23 Elementos de una alcantarilla	65
Gráfico 24 Elementos de una corrugación en acero	66
Gráfico 25 Alineación correcta de una alcantarilla	67
Gráfico 26 Volumen vehicular durante la hora pico.....	84
Gráfico 27 Distribución de tráfico vehicular.....	85
Gráfico 28 Composición del tránsito actual	88
Gráfico 29 Composición del tránsito proyectado	90
Gráfico 30 Distribución gráfica de la prueba Chi-Cuadrado	100

Gráfico 31	Espesores de las capas de pavimento	132
Gráfico 32	Nomograma para estimar el coeficiente estructural a_1	134
Gráfico 33	Nomograma para estimar el coeficiente estructural a_2	136
Gráfico 34	Nomograma para estimar el coeficiente estructural a_3	137
Gráfico 35	Cálculo del SN requerido para el pavimento en el software Ecuación AASHTO 93.....	139
Gráfico 36	Cálculo del SN requerido para la base en el software Ecuación AASHTO 93.....	142
Gráfico 37	Cálculo del SN requerido para la sub base en el software Ecuación AASHTO 93.....	143
Gráfico 38	Espesores de diseño de la estructura del pavimento.....	145
Gráfico 39	Dimensiones de la cuneta del proyecto	149
Gráfico 40	Alcantarilla de muro de ala $\Phi 1.2$	168
Gráfico 41	Paso de agua cabezal $\Phi 1.2$	169
Gráfico 42	Alcantarilla de muro de ala $\Phi 0.8$	170
Gráfico 43	Paso de agua cabezal $\Phi 0.8$	170
Gráfico 44	Caja de revisión para desfogue de puentes	172
Gráfico 45	Caja de revisión para la vía.....	172
Gráfico 46	Áreas.....	173
Gráfico 47	Ángulo de iluminación y observación.....	176
Gráfico 48	Líneas segmentadas de separación de circulación opuesta.....	177
Gráfico 49	R1-1 “PARE”,	179
Gráfico 50	Límite máximo de velocidad	179
Gráfico 51	Curva cerrada a la izquierda, derecha.....	180
Gráfico 52	Curva abierta a la izquierda, derecha	180
Gráfico 53	Curva y contra curva cerrada izquierda, derecha	181
Gráfico 54	Resalto/Reductor de velocidad.....	181
Gráfico 55	Animales en la vía	181
Gráfico 56	Niños.....	182
Gráfico 57	Peatones en la vía	182
Gráfico 58	Señal de salida y flecha de direccionamiento	183
Gráfico 59	Señales especiales delineadoras	183

Gráfico 60	Ubicación longitudinal de los delineadores de una curva horizontal .	184
Gráfico 61	Ubicación lateral de los delineadores de una curva horizontal.....	184
Gráfico 62	Señales para trabajos en la vía	185
Gráfico 63	Adelante trabajos en la vía (T1-4).....	185
Gráfico 64	Señales escolares	186

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1	Límites granulométricos para sub-bases	16
Cuadro 2	Límites granulométricos para bases	17
Cuadro 3	Características de las sub-bases y bases de agregados	18
Cuadro 4	Radio Mínimo de Curvatura (m)	24
Cuadro 5	Valores recomendados de pendiente de borde “i” para el desarrollo del peralte.....	29
Cuadro 6	Longitud mínima de transición en función de Vd	31
Cuadro 7	Valores de diseño de las gradientes longitudinales máximas (%).....	35
Cuadro 8	La gradiente y longitud máxima.....	35
Cuadro 9	Coefficiente K para longitud mínima de curvas verticales-cóncavas	40
Cuadro 10	Coefficiente K para longitud mínima de curvas verticales-convexas....	41
Cuadro 11	Tasa de crecimiento de tráfico en porcentaje (i).....	44
Cuadro 12	Periodo de análisis (n).....	44
Cuadro 13	Tipos de vehículos	45
Cuadro 14	Clasificación de carreteras en función del tráfico proyectado	47
Cuadro 15	Clasificación por capacidad en función del TPDA	47
Cuadro 16	Denominación de carreteras por Condiciones Orográficas.....	48
Cuadro 17	Velocidad de diseño	50
Cuadro 18	Valores de velocidad de circulación	52
Cuadro 19	Distancia de visibilidad mínima para la parada de un vehículo	56
Cuadro 20	Velocidades del agua con que se erosionan diferentes materiales	62
Cuadro 21	Operacionalización de la variable independiente	72
Cuadro 22	Operacionalización de la variable dependiente	73

Cuadro 23	Técnica de la observación	74
Cuadro 24	Volumen vehicular durante la hora pico	84
Cuadro 25	Volumen de tránsito de la hora pico	85
Cuadro 26	Tráfico promedio diario anual, TPDA	86
Cuadro 27	Tráfico atraído	87
Cuadro 28	Tránsito actual y su composición	88
Cuadro 29	Composición de tránsito actual y tráfico proyectado.....	89
Cuadro 30	Resumen del tránsito proyectado.....	90
Cuadro 31	Composición del tránsito proyectado al año 20 del W18	91
Cuadro 32	Límites de Atterberg	92
Cuadro 33	Compactación	92
Cuadro 34	Valor de resistencia de diseño	93
Cuadro 35	Interpretación de datos de las encuestas	93
Cuadro 36	Clasificación del suelo de acuerdo al C.B.R	96
Cuadro 37	Frecuencias observadas.....	98
Cuadro 38	Frecuencias esperadas.....	98
Cuadro 39	Chi cuadrado.....	98
Cuadro 40	Tabla de distribución de Chi Cuadrado	99
Cuadro 41	Ubicación geográfica del proyecto	106
Cuadro 42	Población, superficie (km ²), densidad poblacional a nivel parroquial	107
Cuadro 43	Periodos de diseño en función del tipo de carretera	123
Cuadro 44	Valores del nivel de confianza R de acuerdo al tipo de camino.....	124
Cuadro 45	Valores de la desviación estándar normal Z _r , correspondientes a los niveles de confiabilidad	125
Cuadro 46	Factores de daño según el tipo de vehículos FD	129
Cuadro 47	Factor de distribución direccional DD.....	130
Cuadro 48	Factor de distribución por carril DC	131
Cuadro 49	Espesores mínimos en función de los ejes equivalentes	133
Cuadro 50	Criterios Marshall	134
Cuadro 51	Módulos de la carpeta asfáltica a ₁	135
Cuadro 52	Coeficiente estructural de la capa base a ₂	137
Cuadro 53	Coeficiente estructural de la capa sub-base a ₃	138

Cuadro 54	Calidad de drenaje	138
Cuadro 55	Coefficientes de drenaje m ² , m ³	138
Cuadro 56	Diseño de pavimentos flexibles método AASHTO 1993	141
Cuadro 57	Características de las sub-bases y bases de agregados	145
Cuadro 58	características de la base	146
Cuadro 59	Límites granulométricos para bases.....	146
Cuadro 60	Granulometrías de los agregados para la mezcla asfáltica.....	147
Cuadro 61	Criterios de diseño para mezclas Marshall tabla 405.5.4.....	148
Cuadro 62	Coefficiente de rugosidad para la fórmula de Manning	150
Cuadro 63	Caudales y velocidades con distintas pendientes de las cunetas	152
Cuadro 64	Ecuaciones para las zonas del Ecuador.....	154
Cuadro 65	Precipitación máxima P _{máx} 24 horas.....	157
Cuadro 66	Coefficientes de escorrentía.....	160
Cuadro 67	Ubicación y caudales de descarga de las cunetas	162
Cuadro 68	Coefficientes de escorrentía para el método racional	165
Cuadro 69	Valores de C para la fórmula de Talbot	167
Cuadro 70	Cálculo del diseño de la alcantarilla ubicación y tipo	171
Cuadro 71	Tamaño de las señales.....	174
Cuadro 72	Niveles mínimos de retroreflexión para pinturas de pavimento.....	176
Cuadro 73	Relación señalización línea de separación de circulación opuesta segmentada	177
Cuadro 74	Volúmenes de hormigón para alcantarillas del proyecto	191
Cuadro 75	Volúmenes de hormigón para cajas de revisión	191
Cuadro 76	Presupuesto referencial	195
Cuadro 77	Cronograma valorado.....	196
Cuadro 78	Estructura del plan de manejo ambiental	201
Cuadro 79	Presupuesto Ambiental	202

RESUMEN EJECUTIVO

Tema: “ESTUDIO DE LAS CONDICIONES ACTUALES DE LA VÍA CONDORAHUA DESDE EL CALVARIO HASTA CONDORAHUA GRANDE, PARROQUIA EL ROSARIO, CANTÓN PELILEO, PROVINCIA DEL TUNGURAHUA Y SU INCIDENCIA EN LA CALIDAD DE VIDA DE SUS HABITANTES”.

El propósito de un adecuado análisis de la vía Condorahua que une a las comunidades El Calvario y Condorahua Grande, es mejorar la calidad de vida no solo de los habitantes que conforman la parroquia sino de las demás comunidades que usan esta vía para sacar sus productos.

El proyecto parte de una observación visual de la zona, para luego tener una serie de entrevistas con los moradores con el fin de hacerles encuestas y conocer el grado de aceptación hacia el proyecto vial. Luego se procede a realizar el levantamiento topográfico, para obtener el trazado de la vía existente, luego se tomó muestras para realizar el estudio de suelos y finalmente se procedió hacer el estudio de tráfico.

Con todos estos datos se efectuará la interpretación de los resultados mediante cálculos numéricos, tablas, cuadros estadísticos, gráficos y generar la propuesta al estudio que es el diseño geométrico horizontal, vertical y transversal de la vía, para mejorar los radios de giro en las curvas, mejorar taludes, diseñar sistemas de drenaje como son cunetas y alcantarillas y finalmente realizar el diseño del pavimento flexible.

El proyecto será entregado al Gobierno Autónomo Descentralizado de El Rosario, del cantón Pelileo, provincia del Tungurahua como un aporte de la Universidad Técnica de Ambato hacia la sociedad, entidad que podrá ejecutar el proyecto y elevar la calidad de vida los pobladores.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 TEMA

“ESTUDIO DE LAS CONDICIONES ACTUALES DE LA VÍA CONDORAHUA DESDE EL CALVARIO HASTA CONDORAHUA GRANDE, PARROQUIA EL ROSARIO, CANTÓN PELILEO, PROVINCIA DEL TUNGURAHUA Y SU INCIDENCIA EN LA CALIDAD DE VIDA DE SUS HABITANTES”

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.2.1 Contextualización

La calidad de vida y desarrollo de los pueblos está basada en gran medida del estado que presentan sus vías de comunicación, por tal medida constituye un gran desafío para las autoridades hacia la comunidad el brindar carreteras y caminos de superficie uniforme, seguros, confortables, resistentes en el tiempo, al medio ambiente y de costos óptimos de operación; necesarios para la comunicación entre ciudades, centros poblados y demás comunidades en el comercio de bienes y productos y así fomentar el desarrollo económico y social.

La red vial primaria en el país fueron por muchos años descuidadas y abandonadas en unos casos y deterioradas en otros, pero se ha ido mejorando en los últimos años debido a que se dieron cuenta que la vías son de gran importancia en el crecimiento de la economía y desarrollo porque facilitan el traslado de las personas entre sus distintos lugares, de los productos de consumo, las mercaderías, bienes, etc. Reduciendo así tiempos y costos por transporte y

deterioro de los vehículos, que por ende se transforma en un desarrollo socio-económico del sector.

En Tungurahua la Red Vial Provincial que es administrada por cada el Consejo Provincial ha sufrido algunos cambios en bien de la provincia. Se ha mejorado las calles de su capital integrada por las vías terciarias que conectan cabeceras de parroquias y zonas de producción con los caminos de la Red Vial Nacional de un reducido tráfico.

La parroquia El Rosario está en la actualidad trabajando para el mejoramiento de sus vías que por muchos años fueron descuidadas, razón por la cual sus productos agrícolas, ganaderos y mineros no podían ser llevados a su comercialización en forma inmediata, reduciendo así la calidad de vida que tenía el sector. Es por esto que hoy en día la junta parroquial con su presidente a la cabeza está trabajando en virtud a mejorar y avanzar en el cambio positivo en buscas de un buen vivir, implementando proyectos de mejoramiento continuo en sus vías.

1.2.2 Análisis crítico

En la parroquia El Rosario, la red vial cantonal que comprende vías urbanas e inter-parroquiales administradas por el Consejo Municipal, está ubicada la vía Condorahua de 7.4 Km de longitud que une El Rosario con la comuna de Condorahua Grande.

La vía en su mayoría es empedrada y con el pasar del tiempo el mismo se ha ido deteriorando reduciendo así el desarrollo del sector, tanto por el empedrado mismo que causa daño a los vehículos como por los cambios del clima que sufre el sector durante el año, que en épocas de verano genera de un excesivo polvo y en épocas de invierno agua y lodo impedimento así el desarrollo económico de sus habitantes.

Es por esto que las autoridades hoy en día se han preocupado por mejorar la vía con proyectos de pavimentación y que en primera instancia ha pavimentado aproximadamente 2.2 Km de toda la vía quedando inconclusa el mejoramiento de la misma, razón por la cual aún existe un tramo de vía de 5.241 Km que va desde El Calvario hasta Condorahua Grande que sigue empedrada con algunas partes en malas condiciones ya sea por baches, ancho de vía angostos en algunos tramos que son un peligro para los moradores que transitan por la misma, así como para los automotores que han aumentado los costos por transporte y daños de los vehículos, reduciendo las actividades agrícolas, ganaderas y mineras propias de la parroquia.

Por tal motivo el proyecto en estudio es este tramo de vía de 5.241 Km que va desde el Calvario hasta Condorahua Grande, con el fin de mejorar la calidad de vida de sus moradores dándoles un a mejor vía para que realicen sus labores de mejor forma y de manera más rápida para incrementar sus ingresos.

1.2.3 Prognosis

Debido a que para el 2015 solo está proyectado la pavimentación de 2.2km vía, el no realizarse el presente proyecto del tramo de vía que falta, las actividades agropecuarias, ganaderas y mineras no se podrán comercializar con facilidad por el costo que conlleva el transitar por esta vía empeorando así su calidad de vida, a más del malestar de los moradores en donde la vía está en malas condiciones hacia las autoridades por el atraso del mejoramiento del total de la vía.

Al existir varias viviendas en el sector, esta vía por estar empedrada en partes si y en otras no, es causante de mucha polvareda provocando así infecciones a la garganta en adultos y niños que se ven en la necesidad de transitarla a diario. Y que en épocas de lluvia los baches el agua y lodo son un peligro para los automotores y los moradores que se ven obligados a esquivarlos para evitar causarse un accidente, así como el peligro que conlleva a los vehículos por los

radios de curvatura que son pequeños y por las partes donde la vía es angosta, pueden ser causales de accidentes.

1.2.4 Formulación del problema

¿De qué manera afecta el estado actual de la vía, que va desde El Calvario hasta Condorahua Grande, en la calidad de vida de los habitantes?

1.2.5 Preguntas directrices

¿Cuáles son las condiciones actuales de la vía?

¿De qué manera afecta el estado actual de la vía a sus moradores?

¿Cómo se podrá mejorar la vía?

¿De qué forma influye el mejoramiento de la vía en calidad de vida de los habitantes?

1.2.6 Delimitación

1.2.6.1 Delimitación espacial

La presente investigación se la realizó en la parroquia El Rosario, cantón Pelileo, provincia del Tungurahua, entre El Calvario y Condorahua Grande, ubicado al noroccidente del cantón San Pedro de Pelileo en la provincia del Tungurahua con una superficie de 1343.60 hectáreas. Limitada al norte con la parroquia Chiquicha, al sur con la parroquia Salasaca al este con la parroquia García Moreno y al oeste con la parroquia Picaihua del cantón Ambato. ¹

1.2.6.2 Delimitación temporal

El estudio se realizará en el periodo comprendido entre los meses de Mayo del 2015 a Febrero del 2016.

¹ Plan de desarrollo y ordenamiento territorial de la parroquia El Rosario

1.2.6.3 Delimitación de contenido

Campo: Ingeniería Civil

Área: Ingeniería Vial

Aspecto: Topografía, Mecánica de suelos, Diseño Vial

1.3 JUSTIFICACIÓN

El propósito de un adecuado análisis de la vía Condorahua que une a las comunidades El Calvario y Condorahua Grande, es mejorar la calidad de vida no solo de los habitantes que conforman la parroquia como son los caseríos de Nitón, Churumanga, Sacato, Condorahua, Rumichaca, sino de las demás comunidades que usan esta vía para sacar sus productos.

Propiciará un documento de investigación para los estudiantes de la carrera de Ingeniería Civil y para cualquier organismo, quienes pudieren dar uso adecuado y responsable de los planos y memoria técnica de este diseño.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 General

Estudiar las condiciones actuales en las que se encuentra la vía que une las comunidades El Calvario y Condorahua Grande y la incidencia en la calidad de vida de sus habitantes.

1.4.2 Específicos

- Realizar un análisis preliminar con los moradores del sector
- Realizar el estudio topográfico de la vía
- Realizar el estudio de suelos
- Realizar el estudio del tráfico
- Realizar el análisis de los estudios
- Proponer la solución más óptima

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

El marco teórico es un trabajo de investigación sustentada en varios libros, tesis, normas y notas académicas, relevantes al tema de investigación. En lo referente a proyectos de tesis se ha considerado aquellos que están en la biblioteca de la facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.

En la investigación realizada por la Ing. Campoverde Saltos Estefanía Fernanda (2015), bajo el tema. “La infraestructura vial de las comunidades Chico Copataza y Villa flora, parroquia Simón Bolívar, cantón Pastaza, provincia Pastaza y su repercusión en la calidad de vida de los pobladores”, se concluye que:

Del estudio de tráfico se obtuvo un tránsito proyectado de 190 vehículos al final del periodo de diseño, debido a este volumen vehicular se clasificó a la vía de IV orden o camino vecinal, puesto que ingresó dentro del rango de 100-300 TPDA, según las Normas de diseño geométrico del Ministerio de Obras Públicas MOP-2003.

La velocidad de diseño según las normativas del MOP, para una vía tipo IV y de terreno ondulado es la velocidad recomendable 70 km/h y la absoluta 35 km/h, es por ello que se adoptado para el proyecto una velocidad de 35 km/h.

Del estudio de suelos del terreno de fundación se obtuvo una capacidad portante de diseño CBR= 5.80 %, demostrando de esta forma que la subrasante es de mala calidad, lo cual es un factor primordial a considerar en el diseño de la estructura del pavimento.

En la investigación realizada por la Ing. Andrea Paula Álvarez Quispe (2013), bajo el tema. “Las condiciones de la vía Milinpungo – Miraflores, perteneciente al cantón Saquisilí, provincia de Cotopaxi y su incidencia en el desarrollo socio económico de los habitantes”, se concluye que:

Del estudio de tráfico con una proyección de 10 años se ha determinado un TPDA de 199 vehículos, obteniendo así una vía de clase Tipo IV.

En el estudio de suelos y el análisis del mismo junto con el ensayo de CBR en el proyecto se observa un C.B.R de diseño igual 6.0.

El suelo tiene una baja resistencia lo que amerita usar material extraído de una mina de Lasso para la base y sub-base y dio un C.B.R de 86.

Con la ejecución del estudio de la vía Milinpungo – Miraflores se beneficiará el desarrollo comercial, agricultura, educación, la misma que mejorará el estilo y calidad de vida.

En la investigación realizada por la Ing. Herrera Uribe Nader Pamela (2014), bajo el tema. “Estudio del pavimento de las vías del barrio Salacalle, perteneciente a la parroquia Saquisilí, cantón Saquisilí, provincia de Cotopaxi y su incidencia en la calidad de vida de los habitantes”, se concluye que:

De la investigación realizada se concluyó que con el mejoramiento del pavimento y del sistema de drenaje la población considera que mejorará la calidad de vida.

De acuerdo al estudio de tráfico, la mayor circulación se refiere a vehículos livianos, casi en su totalidad son camionetas; además existe la presencia de camiones de doble eje pequeños y grandes.

Al analizar el inventario vial se puede resumir que la vía no cuenta con estructura de pavimento y que la misma se encuentra a nivel de subrasante con un ancho que

varía entre siete y ocho metros y en sus ramales con cinco metros, y además no cuenta con cunetas.

El estudio de suelos reflejó que la vía consta de arena pobremente graduada con un porcentaje de humedad natural bajo, no plástico y con una capacidad de soporte adecuada para la estructura del pavimento.

En la investigación realizada por la Ing. Janeth Alexandra Reyes Villacrés (2013), bajo el tema. “las condiciones de la vía Manduro – “y” de Alto Shicama – Batancocha y su incidencia en la circulación vehicular”, se concluye que:

Acorde al estudio de tráfico realizado se evidenció que los vehículos que circulan con mayor frecuencia por esta vía son los vehículos livianos representados en un 59.09% del total de vehículos, mientras que el transporte pesado representa el 40.91% con estos porcentajes se ha establecido la estructura de pavimento.

Del estudio de tráfico proyectado a 20 años se ha determinado un T.P.D.A. de 187 vehículos.

Existe radio de curvatura de aproximadamente 10 m., en la abscisa K1+580 en la “Y” a la entrada de la comunidad de Alto Shicama, que dificulta la circulación vehicular ya que no existe el diseño de un triángulo en la intersección.

2.2 FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA

El proyecto de investigación está ligado al paradigma filosófico: critico propositivo y participativa.

Crítico porque investiga la situación actual de la vía y como este afecta al crecimiento socio económico por la que atraviesa el sector.

Propositivo porque analiza la existencia de varios problemas para determinar la solución más óptima al mejoramiento de la vía, regenerando así el crecimiento socio-económico de sus habitantes.

Participativo debido a que va en beneficio de todas las personas del sector que están involucrados.

2.3 FUNDAMENTACIÓN LEGAL

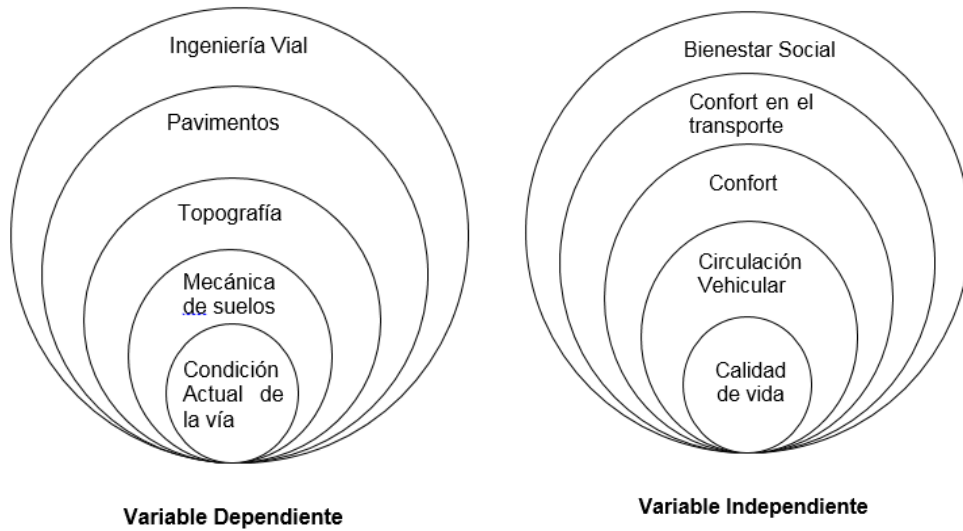
Entre los diversos fundamentos legales que sustentan este proyecto de investigación podemos destacar los siguientes:

- NEVI 2012, Normas Ecuatorianas Viales 2012
- SUCS, Sistema Unificado de Clasificación de Suelos
- Normas de diseño del pavimento flexible método AASHTO – 93
- Normas del diseño Geométrico de Carreteras MTOP -001-F 2003

2.4 CATEGORÍAS FUNDAMENTALES

2.4.1 Supra ordenación de las variables

Gráfico 1 Supra ordinación de las variables



Fuente: Autor

2.4.2 Definiciones

2.4.3 Variable dependiente

Es aquella característica, propiedad o cualidad de una realidad o evento que estamos investigando. Es el objeto mismo de estudio sobre la cual se centra la investigación en general, cuyos valores dependen de los que tomen otra variable.

2.4.4 Variable independiente

Es aquella propiedad, cualidad o característica de una realidad evento o fenómeno, que tiene la capacidad para influir, incidir o afectar a otras variables. Se llama independiente porque esta variable no depende de otros factores para estar presente en esa realidad en estudio.

2.4.5 Ingeniería vial

Se entiende por ingeniería vial el conjunto de conocimientos, habilidades, destrezas, prácticas profesionales, principios y valores; necesarios para satisfacer las necesidades sociales sobre movilidad de personas y bienes. Es una especialidad de la profesión de ingeniería civil, basada en la aplicación de las ciencias físicas, matemáticas, técnica; en general es el ingenio en beneficio de la sociedad. Su función:

- Planificación del transporte
- Economía del transporte
- Diseño y mantenimiento de pavimentos
- Diseño geométrico de vías

2.4.6 Estudios de suelos

En la medida que se obtienen de los estudios de la calidad de la subrasante sobre la que se asentará toda la estructura del pavimento.

2.4.7 Pavimento

Conjunto de capas de material seleccionado que reciben en forma directa las cargas del tránsito y las transmiten a los estratos inferiores en forma disipada proporcionando una superficie de rodamiento, la cual debe funcionar eficientemente para aumentar su resistencia y servir para la circulación de personas o vehículos. Entre los materiales utilizados en la pavimentación urbana, industrial o vial; están los suelos con mayor capacidad de soporte, los materiales rocosos, el hormigón y las mezclas asfálticas, la infraestructura vial y pavimento debe tener en cuenta:

- Diseño geométrico de vías
- Diseño de pavimentos
- Ingeniería de materiales

2.4.8 Tipos de pavimentos

En general los pavimentos están compuestos por una capa delgada de mezcla asfáltica construida sobre una capa de base y una capa de sub-base las que usualmente son de material granular. Estas capas descansan en una capa de suelo compactado, llamada subrasante, existen varios tipos de pavimentos pero los más destacados o utilizados son:

- Pavimentos de Concreto o Rígidos
- Pavimentos Asfálticos o Flexibles

2.4.8.1 Pavimentos flexibles o asfálticos

Es aquel que está elaborado por una carpeta asfáltica de materiales débiles y menos rígidos que el concreto, es más deformable y transmite las cargas del tránsito a la subrasante de manera más concentrada.

2.4.9 Determinación de los Límites de Atterberg

Los límites de Atterberg o límites de consistencia se determinan cuando, a un suelo totalmente seco y en estado sólido se le agrega agua poco a poco y este va pasando sucesivamente a los estados de semisólido, plástico, y finalmente líquido.

Los contenidos de humedad en los puntos de transición de un estado al otro son los denominados límites de Atterberg.

2.4.10 Límite líquido (LL)

El límite líquido de un suelo es el contenido de humedad expresado en porcentaje del suelo secado en el horno, cuando éste se halla en el límite entre el estado líquido y el estado plástico. (AASHTO T89)

Para los fines de esta especificación, cualquier valor observado o calculado deberá aproximarse al centésimo.

El contenido de humedad del suelo debe expresarse como el porcentaje de agua, en relación con el peso de la muestra secada al horno.

El contenido de humedad que corresponde a la intersección de la curva de escurrimiento con la ordenada de 25 golpes, debe tomarse como el límite líquido del suelo.

2.4.11 Límite plástico (LP)

El objeto de este ensayo es la determinación en el laboratorio del límite plástico de un suelo, y el cálculo del índice de plasticidad si se conoce el límite líquido del mismo suelo.

Se denomina límite plástico a la humedad más baja con la que pueden formarse cilindros de suelo de unos 3 mm (1/8") de diámetro, rodando dicho suelo entre la palma de la mano y una superficie lisa, sin que dichos cilindros se desmoronen, el suelo está entre el estado plástico y semisólido. (AASHTO T90)

2.4.12 Clasificación de suelos

Esta clasificación es el indicador de las propiedades físico-mecánicas del suelo.

La clasificación de la AASHTO M-145 es la que mejor se adapta a las propiedades de los suelos que van a utilizarse como subrasante. Según la granulometría, existen las siguientes clases de suelos:

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

AASHTO M-145

2.4.13 Compactación

Es el aumento de la densidad de un determinado suelo o capa del firme al comprimirlo empleando medios mecánicos.²

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

2.4.14 Subrasante

Suelo que sirve como fundación para toda la estructura del pavimento, la misma que está encargada de soportar los esfuerzos necesarios para el tráfico en la obra a realizarse.

2.4.15 Sub-base

Se denomina sub-base a la capa granular localizada entre la subrasante y la base granular en los pavimentos asfálticos, sin perjuicio de que los documentos del proyecto le señalen otra utilización.

Con el propósito de cumplir con los objetivos:

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

² Ministerio de Transporte y Obras Públicas MTOP, (2012)

2.4.16 Base

Es una capa de materiales pétreos seleccionados que se encuentra limitada en su parte superior por una carpeta asfáltica y en su parte inferior la sub-base y eventualmente sobre la subrasante. Tiene como función principal soportar adecuadamente las cargas vehiculares que se transmiten a través de la carpeta asfáltica y distribuir los esfuerzos.

El material que se utiliza para la construcción de una base debe cumplir con:

- Ser resistente a los cambios de humedad y temperatura
- No debe presentar cambios de volumen
- El porcentaje desgaste en máquina de los Ángeles debe ser menor al 40%.
- El valor del C.B.R. debe ser igual o mayor al 80%. (MOP, 2002)

2.4.17 Carpeta asfáltica

Capa superior de un pavimento flexible que proporciona la superficie de rodamiento compuesta por una mezcla de materiales pétreos seleccionados y un producto asfáltico dependiendo del tipo de camino que se va a construir, siendo de gran importancia buscar un contenido óptimo de la mezcla que no debe resultar muy gruesa ya que además de resultar antieconómica puede provocar una pérdida de la estabilidad en la carpeta, hacer resbalosa la superficie.

La diferencia de pavimentos radica en cómo reaccionan y transmiten las cargas a la subrasante, la alta rigidez de la losa de concreto del pavimento rígido le permite mantenerse como una placa y distribuir las cargas sobre un área mayor de la subrasante, transmitiendo presiones muy bajas a las capas inferiores. Por sí misma, la losa proporciona la mayor parte de la capacidad estructural del pavimento rígido.³

³ Altamirano Kauffmann. Universidad Nacional de Ingeniería, Deterioros en el Pavimento Rígido. ludwigkauf@yahoo.com

2.4.18 Especificaciones técnicas para bases y sub-base

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

2.4.18.1 Sub-bases de agregados

Clase 1: son construidas con agregados obtenidos por trituración de piedras o gravas, y graduadas uniformemente de grueso a fino, son obtenidas mediante un proceso industrial, este tipo de sub-bases posee aristas irregulares por lo que se consigue mejor resistencia.

Clase 2: son construidas por cribado de piedras fragmentadas naturalmente o de grava

Clase 3: son construidas con material obtenido de la excavación para la plataforma o las minas, son materiales más pobres incluso pueden ser redondeadas las partículas

Cuadro 1 Límites granulométricos para sub-bases

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

Fuente: MOP, (2002)

2.4.18.2 Bases de agregados

Clase 1: constituidas con agregados gruesos y con agregados finos triturados en un 100% y mezclados necesariamente en sitio

Clase 2: constituidas con el 50% o más de agregados gruesos triturados y mezclados necesariamente en una planta central

Clase 3: constituidas por lo menos con el 25% o más de agregados gruesos triturados y mezclados preferentemente en una planta central

Clase 4: constituidas con bases obtenidas por tamizados de piedras o Gravas

Cuadro 2 Límites granulométricos para bases

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

Fuente: MOP, (2002)

Cuadro resumen de las características de las sub-bases y base de agregados que existen.

Cuadro 3 Características de las sub-bases y bases de agregados

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

Fuente: MOP, (2002)

2.4.19 Topografía

La topografía nos describe y representa en un plano la superficie o el relieve de un terreno, describiendo sus accidentes y características estableciéndonos métodos y procedimientos para llevar a cabo estas descripciones.

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.

2.4.20 Curvas de nivel

Son aquellas representaciones por medio de líneas que en un mapa unen todos los puntos que tienen igualdad de condiciones y de altura sobre o bajo el nivel del mar.

En un mapa la altitud se indica mediante las curvas de nivel que son líneas que unen puntos con la misma altitud, cada curva lleva asociado un número que

representa la altura a la que se encuentra no la longitud esto significa que la distancia que hay entre curva y curva siempre es la misma debido a que son equidistantes, el valor de ese número se denomina cota.

Cada mapa puede utilizar una determinada equidistancia entre curvas de nivel. Si el mapa es muy detallado la equidistancia es muy pequeña, por ejemplo 5 metros. Si el mapa representa una gran extensión, la equidistancia puede ser mayor por ejemplo, 100 metros.

Existen dos tipos de curvas de nivel

- Índice
- Intermedias

2.4.20.1 Índice

Son aquellas que arbitrariamente se establecen cada cierta distancia, generalmente divisiones exactas cada (5, 10, 50, 100, etc.) m y siempre se les indica su valor.

2.4.20.2 Intermedias

Son la que se trazan entre cada dos curvas índice también a la misma distancia entre ellas.

Las curvas índices se representan con líneas más gruesas que las intermedias para facilitar su lectura.

2.4.21 Escala

Representa la relación fija existente entre cada distancia en el terreno como generalmente se indican dimensiones en el mapa, es necesario dibujar la escala en que se han dibujado sea gráfica o numéricamente.

Es decir es la relación matemática que existe entre las dimensiones reales y las del dibujo que representa la realidad, el número a la izquierda del símbolo ":" y el valor de la realidad el número a la derecha del símbolo ":" y un ejemplo de ello sería 1:100.000, lo que indica que una unidad cualquiera en el plano representa 100 000 de esas mismas unidades en la realidad, dicho de otro modo, dos puntos que en el plano se encuentren a 1 cm estarán en la realidad a 100 000 cm, si están en el plano a 1 metro en la realidad estarán a 100 000 metros, y así con cualquier unidad que tomemos. ⁴

2.4.22 Cota

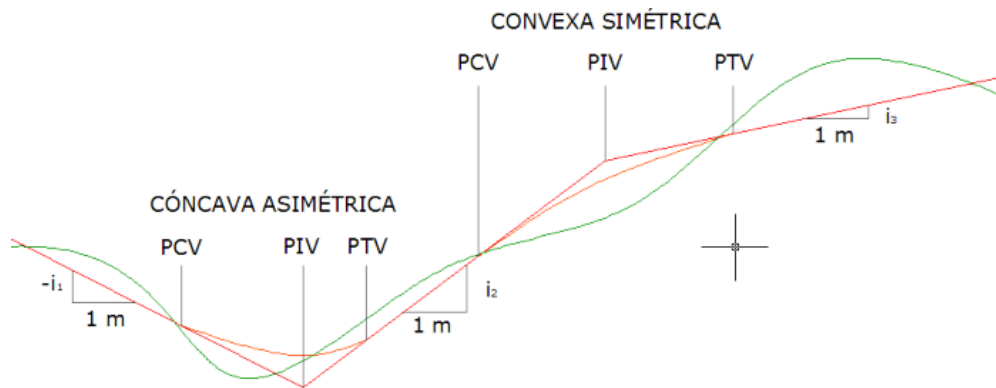
Número que en los mapas indica la altura de un punto sobre el nivel del mar o sobre otro plano de nivel.

2.4.23 Perfil longitudinal

Es un perfil que simboliza la longitud de la vía, las alturas respectivas de sus puntos, abscisas principales en un plano. Se aprecian al igual que en alineamiento horizontal una serie de tramos rectos que deben ser empalmados por curvas verticales que permitan una transición suave, que resulte cómoda y segura entre las pendientes rectas.

⁴ [http://es.wikipedia.org/wiki/Escala_\(cartograf%C3%ADa\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Escala_(cartograf%C3%ADa))

Gráfico 2 Perfil longitudinal



Fuente: CHOCONTÁ pedro. Diseño geométrico de vías. Bogotá. 1998. pp 545

2.4.24 Diseño horizontal

El diseño horizontal es la proyección del eje del camino sobre un plano horizontal cuyos elementos que integran esta proyección son las tangentes y las curvas, sean estas circulares o de transición.

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

2.4.25 Curvas horizontales

Las curvas circulares son los arcos de círculo que forman la proyección horizontal de las curvas empleadas para unir dos tangentes consecutivas y pueden ser simples o compuestas.

Sus elementos principales son:

2.4.26 Radio mínimo de curvatura horizontal (r)

Es un valor límite que ofrece seguridad para una velocidad de diseño dado y se determina en base al máximo peralte admisible y el coeficiente de fricción lateral. Se puede calcularse con la siguiente formula.

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

Dónde:

Vd= Velocidad de diseño

E= Peralte

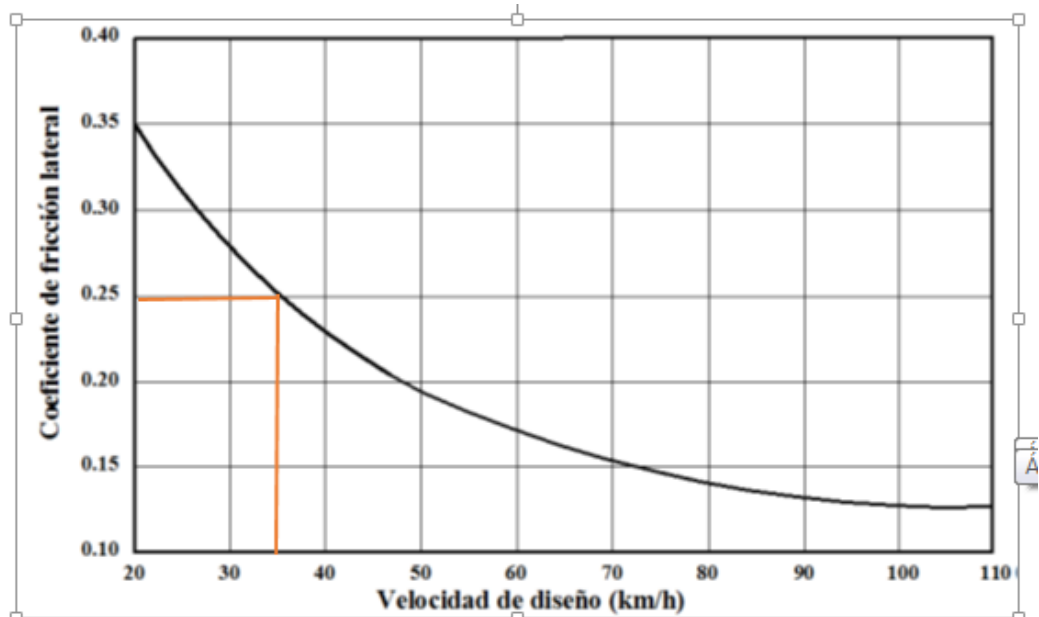
f =Coeficiente de fricción lateral

Cuadro 4 Radio Mínimo de Curvatura (m)

Velocidad Km/h	f lateral	Radio Mínimo calculado				Radio Mínimo recomendado			
		e=10%	e=8%	e=6%	e=4%	e=10%	e=8%	e=6%	e=4%
20	0.350	7.00	7.32	7.68	8.08	15.0	180.	20.0	20.0
25	0.315	12	12.46	13.12	13.86	15.0	20.0	25.0	25.0
30	0.284	19	19.47	20.60	21.87	20.0	25.0	30.0	30.0
35	0.225	27	28.79	30.62	32.70	30.0	30.0	35.0	35.0
40	0.221	39	41.86	44.83	48.27	40.0	42.0	45.0	50.0
45	0.206	52	55.75	59.44	64.82	55.0	58.0	60.0	66.0
50	0.190	68	72.91	78.74	85.50	70.0	75.0	80.0	90.0
60	0.165	106.97	115.70	125.98	138.28	110.0	120.0	130.0	140.0
70	0.150	154.33	167.75	183.73	203.07	160.0	170.0	185.0	205.0
80	0.140	209.97	229.06	251.97	279.97	210.0	230.0	255.0	280.0
90	0.134	272.56	298.04	328.76	366.55	275.0	300.0	330.0	370.0
100	0.130	342.35	374.95	414.42	463.18	350.0	375.0	415.0	465.0
110	0.124	425.34	467.04	517.80	580.95	430.0	470.0	520.0	585.0
120	0.120	515.39	566.39	629.92	708.66	520.0	570.0	630.0	710.0

Fuente "Normas de Diseño Geométrico de carreteras" MTOP 2003

Gráfico 4 Coeficientes de fricción lateral



Fuente: MOP, (2003)

2.4.27 Angulo de deflexión de las tangentes (A)

Es el ángulo formado por la curva circular y se simboliza como Δ .

En curvas circulares simples es igual a la definición de las tangentes.

2.4.28 Longitud de la curva (Lc)

Distancia desde el PC hasta el PT recorriendo el arco de la curva, o bien, una poligonal abierta por una sucesión de cuerdas rectas de una longitud relativamente corta.

$$Lc = \frac{\pi * R * \Delta}{180^{\circ}}$$

2.4.29 Tangente (T) o subtangente (ST)

Distancia desde el punto de intersección de las tangentes (PI), los alineamientos rectos también se conocen con el nombre de tangentes, si se trata del tramo recto

que queda entre dos curvas se le llama entre tangencia hasta cualquiera de los puntos de tangencia de la curva (PC o PT)

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

2.4.30 External (E)

Distancia desde el PI al punto medio de la curva sobre el arco.

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

2.4.31 Flecha (F)

Distancia desde el punto medio de la curva hasta el punto medio de la cuerda larga.

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

2.4.32 Longitud de la cuerda (CL)

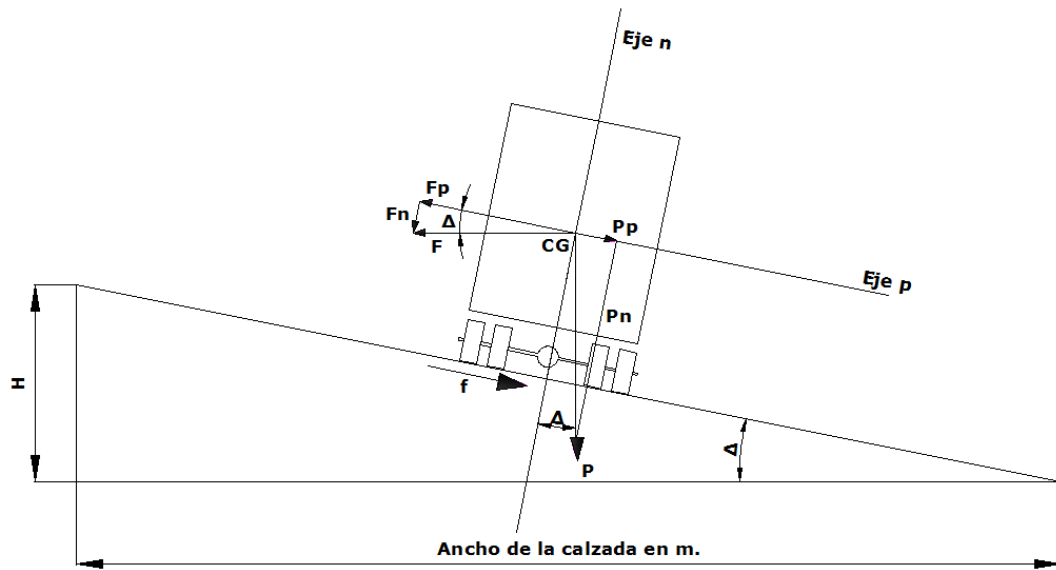
Línea recta que une al punto de tangencia donde comienza la curva (PC) y al punto de tangencia donde termina (PT).

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

2.4.33 Peralte

Es aquella fuerza centrífuga que soporta un vehículo cuando recorre una trayectoria circular, es decir es empujado hacia afuera por efecto de la fuerza (F), esta fuerza es contrarrestada por las fuerzas componentes del peso (P) del vehículo, debido al peralte y por la fuerza de fricción desarrollada entre llantas y la calzada.

Gráfico 5 Fuerzas que actúan sobre un vehículo a lo largo de una curva circular



Fuente: Chocontá, (2002)

Este peralte se da al levantar el borde exterior, bajar el borde interior, o ambas cosas al mismo tiempo, hasta que la superficie de la vía forme transversalmente un ángulo con la horizontal.

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

Un adecuado peralte proporciona seguridad a los vehículos que transita sobre curvas horizontales, esto es que el peralte no debe sobrepasar valores máximos debido a que puede provocar el deslizamiento del vehículo hacia el interior de la curva cuando el mismo circula a baja velocidad.

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

Donde:

e = peralte de la curva (%)

Vd = velocidad de diseño (km/h)

R = radio de la curva circular (m)

f = coeficiente de fricción lateral

Se recomienda para vías de dos carriles un peralte máximo del 10% para carreteras y caminos con capas de rodadura asfáltica, de concreto o empedrada para velocidades de diseño mayores a 50 Km/h; y del 8% para caminos con capa granular de rodadura (caminos vecinales tipo 4, 5 y 6) y velocidades hasta 50 Km/h.

2.4.34 Desarrollo del peralte

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

- Haciendo girar la calzada alrededor de su eje (para terrenos montañosos)
- Haciendo girar la calzada alrededor de su borde interior (para terrenos en llano)
- Haciendo girar la calzada alrededor de su borde exterior

2.4.35 Longitud de transición

La longitud de transición (LT), por simplicidad, se considera desde aquella sección trasversal donde el carril exterior se encuentra a nivel o no tiene bombeo, hasta aquella sección donde la calzada tiene todo su peralte (e) completo. (MOP 2003)

Sirve para efectuar la transición de las pendientes transversales entre una sección normal y otra peraltada alrededor del eje de la vía o de uno de sus bordes.

La longitud de transición debe ser mayor a la distancia necesaria de un vehículo que transita a una velocidad de diseño determinada durante dos segundos es decir:

$$L_{min} = 0.56 * V$$

Donde:

L_{min} = longitud mínima de transición

V= velocidad de diseño

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

Donde:

a = ancho del carril (m)

e_c = peralte de la curva (%)

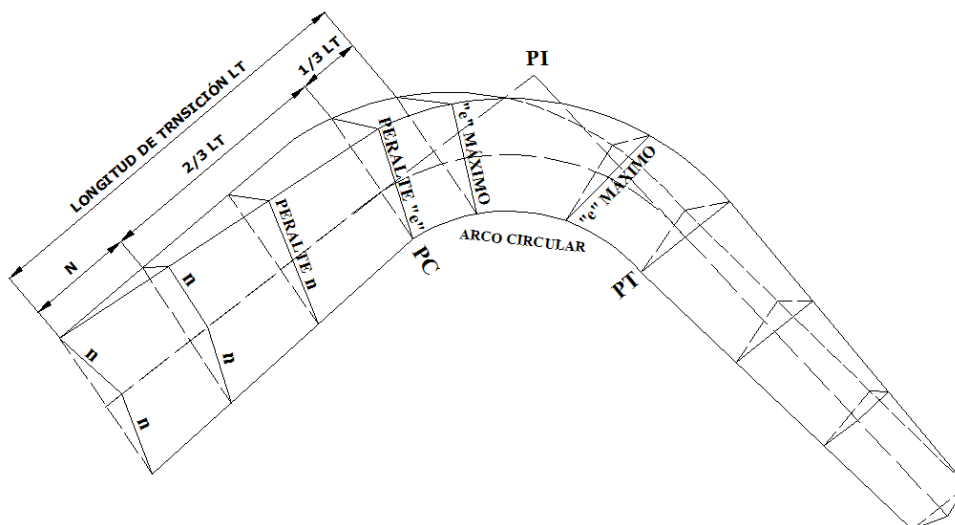
i = pendiente o gradiente longitudinal de la vía (%)

Cuadro 5 Valores recomendados de pendiente de borde “i” para el desarrollo del peralte

Vd(km/h)	Valor de i (%)	Máxima pendiente equivalente
20	0,800	1:125
25	0,775	1:129
30	0,750	1:133
35	0,725	1:138
40	0,700	1:143
50	0,650	1:154
60	0,600	1:167
70	0,550	1:182
80	0,500	1:200
90	0,470	1:213
100	0,430	1:233
110	0,400	1:250
120	0,370	1:270

Fuente: MOP, (2003)

Gráfico 6 Transición del peralte



Fuente: MOP, (2003)

2.4.36 Longitud de aplanamiento

Es la longitud necesaria para que el carril exterior pierda su bombeo o se aplane. (Cárdenas, 2004, p.162)

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

Donde:

a = ancho del carril (m)

b= pendiente lateral de bombeo, %

i= pendiente de borde, %

2.4.37 Tangente intermedia mínima

Es la distancia entre el fin de la curva anterior y el inicio de la siguiente. En el caso de dos curvas circulares consecutivas, es la distancia entre el PT de la curva inicial y el PC de la curva siguiente.

Para situaciones extremadamente críticas y en caminos clase IV o V, con bajas velocidades de diseño, y únicamente en casos puntuales se podrá optar por la solución de distribuir la longitud de transición 100 % dentro del arco de curva circular, en cuyo caso la longitud de la curva circular deberá ser igual o mayor al doble de la longitud de transición.

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

Si: $T_m=2x$ y $L_1=12$

Entonces

$$T_{IM} = L_1 + 2X_1$$

Donde:

T_{IM} = longitud mínima de transición

X_1 = Longitud tangencial mínimo absoluto

Cuadro 6 Longitud mínima de transición en función de Vd

Velocidad de diseño Km/h	Pendiente de borde %	Transición mínima m	Longitud tangencial valor mínimo absoluto			
			0.10	0.08	0.06	0.04
			Bombeo 2%			
20	0.800	11		3	4	6
25	0.775	14		4	5	7
30	0.750	17		4	6	8
35	0.725	20		5	7	10
40	0.700	22		6	7	11
45	0.675	25		6	8	13
50	0.650	28		7	9	14
60	0.600	34	7	8	11	17
70	0.550	39	8	10	13	20
80	0.500	45	9	11	15	22
90	0.470	50	10	13	17	25
100	0.430	56	11	14	19	28
110	0.400	62	12	15	21	31
120	0.370	67	13	17	22	34

Fuente: Diseño geométrico de carreteras y caminos vecinales

2.4.38 Sobre ancho en las curvas

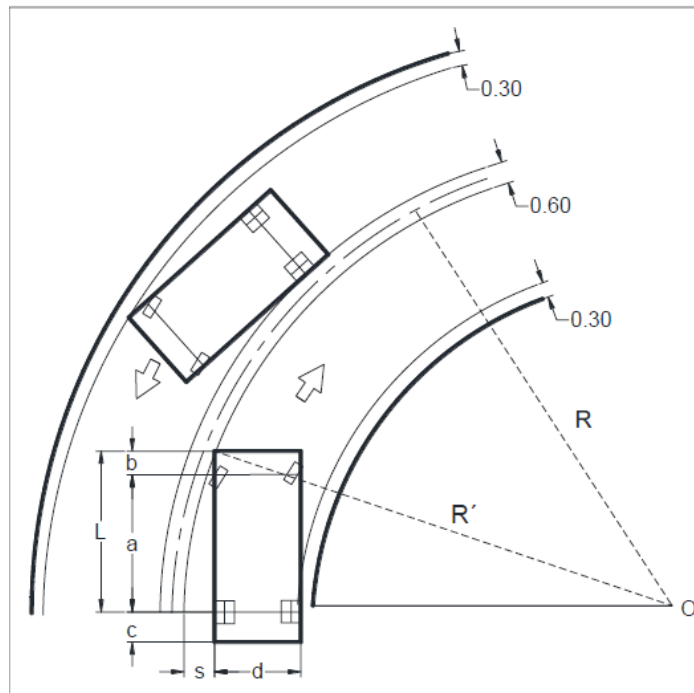
En virtud de que el eje de las ruedas traseras de un vehículo que transita por el lado interior de una curva horizontal se mantiene en coincidencia con el radio de la misma, y por ser rígida la base del vehículo, las ruedas delanteras tienen que seguir una ruta que las acerca al centro del camino; y por otro lado, los vehículos que transitan por la parte exterior tienen que mantener las ruedas delanteras dentro del pavimento obligando a las traseras a recorrer una ruta que también las acerca más al centro de la carretera, y como se necesita mantener entre los vehículos claros iguales a los que existen en las tangentes, se precisa, entonces, la ampliación del pavimento en las curvas.⁵

Las curvas horizontales se amplían en una cantidad constante desde el PC hasta el PT y después disminuye hasta los extremos de las transiciones. Se hace siempre esta ampliación por el lado interior de la curva. Cuando las curvas son menores de 4° , ellas no se amplían. En la figura se representa un vehículo con un ancho B y con una distancia L desde su eje trasero hasta la línea delantera de la defensa tomando una curva de centro O.⁶

⁵ Moreno, P. Coronel, J. Cortez, D. (2.000), Rediseño de la vía existente Ancon - Santa Elena, tesis de grado previa a la obtención del título de ingeniero civil.

⁶ Moreno, P. Coronel, J. Cortez, D. (2.000), Rediseño de la vía existente Ancon - Santa Elena, tesis de grado previa a la obtención del título de ingeniero civil.

Gráfico 7 Sobre ancho



Fuente: Moreno, P. Coronel, J. Cortez, D. (2.000)

Generalmente la distancia \$L\$ se considera de seis metros.

De la figura anterior se tiene:

$$x = R - F$$

Pero también de la misma figura se tiene que:

$$F = \sqrt{R^2 - L^2}$$

Por lo tanto, el sobre ancho \$x\$, en metros, necesario para una vía será:

$$X = R - \sqrt{R^2 - L^2}$$

El sobre ancho para \$N\$ vías será el valor anterior multiplicado por \$N\$. Al valor resultante, la AASTHO recomienda se le agregue un término empírico, independiente del número de vías, cuyo valor es de \$R\$

$$X = \left(R - \sqrt{R^2 - L^2} \right) * N + \frac{0.10 * Vd}{\sqrt{R}}$$

Donde:

S= Valor de sobreancho, metros

n= Número de carriles de la calzada

R= Radio de la curva circular, metros

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

V= Velocidad de diseño, Km/hora

2.4.38.1 Valores de diseño

$$S_{\text{mín}} = 0,30 \text{ m para } Vd \leq 50\text{km/h} \quad ; \quad S_{\text{mín}} = 0,40 \text{ m para } Vd > 50\text{km/h}$$

Debido a que el sobre ancho es costoso y poco o nada se mejora con pequeñas magnitudes de ensanche, se ha adoptado un valor mínimo de 60 centímetros.⁷

2.4.39 Gradientes

Las pendientes del eje de la carretera pueden producir variaciones en la velocidad de operación de los vehículos; si es negativa, es decir, que baja en el sentido del abscisado, los conductores tienen que reducir la velocidad por razones de seguridad; y si es positiva, o sea que sube en el sentido considerado, la componente del peso del vehículo paralela a la superficie de la vía opone a la fuerza de tracción lo que hace que los vehículos pesados (camiones) reduzcan su velocidad, y que esa reducción sea tanto más rápida cuanto mayor sea la pendiente de la carretera. (Chocontá, 2002, p.121)

⁷ MOP, Normas de Diseño Geométrico

2.4.39.1 Gradiente máxima

Cuadro 7 Valores de diseño de las gradientes longitudinales máximas (%)

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

Fuente: MOP, (2003)

Cuadro 8 La gradiente y longitud máxima

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

Fuente: MOP, (2003)

En longitudes cortas se puede aumentar la gradiente en 1 por ciento, en terrenos ondulados y montañosos, a fin de reducir los costos de construcción, para las vías de clase 1°, 2° y 3°. (Chocontá, 2002, p.122)

2.4.39.2 Gradiente mínima

Es el mínimo valor que facilita el drenaje superficial longitudinal, de todas maneras, la inclinación de la línea de rasante en cualquier punto de la calzada no será menor que 0.5%. Se puede adoptar una gradiente de 0% para el caso de rellenos de 1m de altura o más y cuando el pavimento tiene una gradiente transversal adecuada para drenar lateralmente las aguas de lluvia. (Chocontá, 2002, p.125)

2.4.40 Curvas verticales

El perfil vertical de una carretera es tan importante como el trazado horizontal y debe estar en relación directa con la velocidad de diseño, con las curvas horizontales y con las distancias de visibilidad para posibilitar un tránsito motorizado seguro y uniforme.

Existen dos tipos de curvas verticales: Cóncava, cuya abertura es hacia arriba y Convexa, de abertura hacia abajo. Y constan de los siguientes elementos:

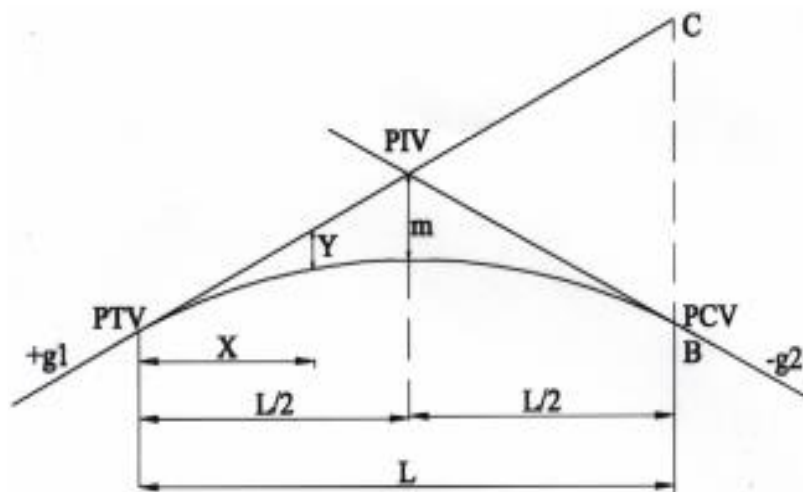
L = Longitud de la curva vertical en metros.

A = Diferencia algebraica expresada en porcentaje.

L/A = Longitud de la curva por cada tanto por ciento de la diferencia de gradientes, se la conoce como K y sirve para determinar la longitud de las curvas en base a las diferentes velocidades del proyecto.

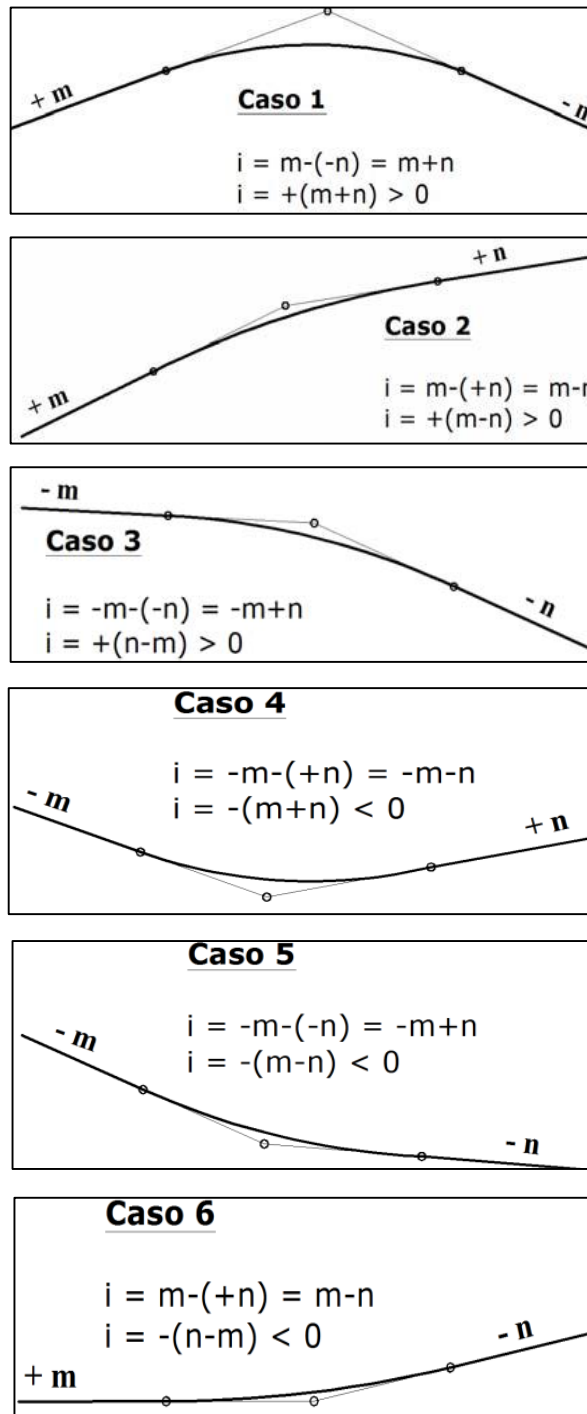
La curva que mejor satisface el cambio gradual de una tangente a otra es la parábola, porque si se intercala la rama de una parábola entre los dos puntos, se obtiene una variación uniforme de pendiente y además la entrada y la salida resultan suavizadas porque en ellas la variación de pendientes es la misma que para el resto de la curva.

Gráfico 8 Curvas verticales



Fuente: Moreno, P. Coronel, J. Cortez, D. (2.000)

Gráfico 9 Tipos de curvas verticales



Fuente: Cárdenas, (2004)

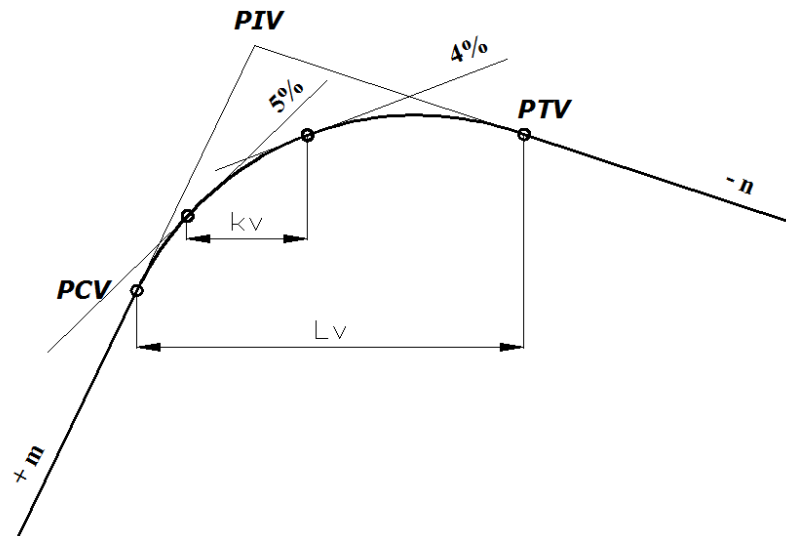
2.4.41 Coeficiente angular de una curva vertical (K)

k es la distancia horizontal expresada en metros necesaria para que se efectúe un cambio de 1% en la pendiente a lo largo de la curva. Este coeficiente angular “k”,

define la curvatura de la parábola como una variación por unidad de pendiente (Cárdenas, 2004, p.282)

$$K_v = \frac{L_v}{i} = \left[\frac{m}{\%} \right] \text{ Si } i=1\% \quad K_v = \frac{L}{1\%}$$

Gráfico 10 Coeficiente angular de la curva vertical



Fuente: Cárdenas, (2004)

La longitud mínima absoluta de las curvas verticales tanto convexas como cóncavas es:

$$L \text{ mín (m)} = 0,60 * V_d$$

Donde:

Lmín= Longitud mínima de la curva vertical (m)

Vd= velocidad de diseño (km/h)

2.4.42 Curvas verticales cóncavas

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

Relación entre la longitud de la curva, la diferencia algebraica de gradientes y la distancia de visibilidad de parada.

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

Donde

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

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

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

La fórmula anterior se basa en una altura de 60 centímetros para los faros del vehículo y un grado de divergencia hacia arriba de los rayos de luz con respecto al eje longitudinal del vehículo.

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

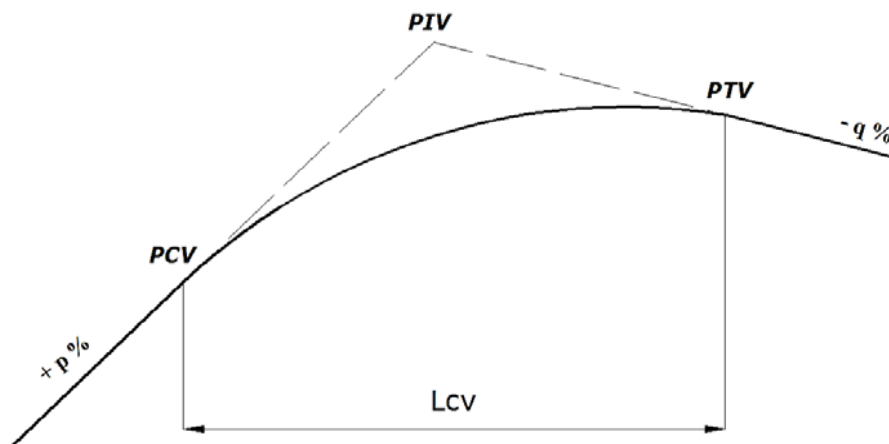
$$L = K * A$$

Donde

L = longitud de la curvas verticales cóncava, expresada en metros.

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

Gráfico 11 Curvas verticales cóncavas



Fuente: Cárdenas, (2004)

2.4.43 Coeficiente “K” para diferentes tipos de carreteras.

Cuadro 9 Coeficiente K para longitud mínima de curvas verticales-cóncavas

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

Fuente: MOP, (2003)

2.4.44 Curvas verticales convexas

La longitud mínima de las curvas verticales se determina en base a los requerimientos de la distancia de visibilidad para parada de un vehículo, considerando una altura del ojo del conductor de 1,15 metros y una altura del objeto que se divide sobre la carretera igual a 0,15 metros. Esta longitud se expresa por la siguiente fórmula. (MOP, 2003)

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

Donde

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

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

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

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

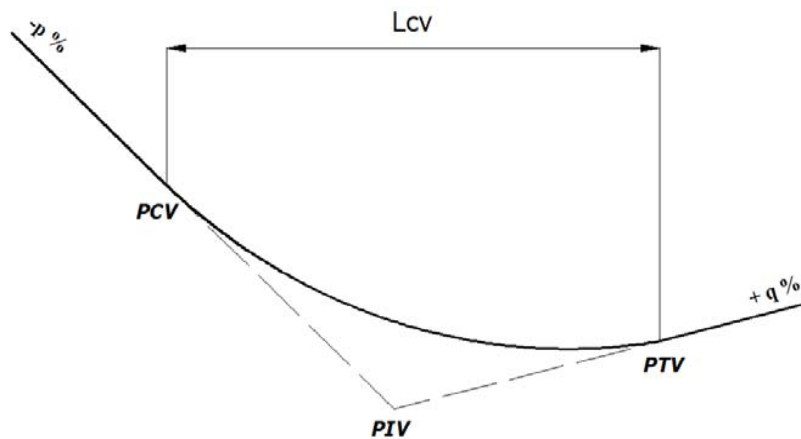
$$L = K * A$$

Cuadro 10 Coeficiente K para longitud mínima de curvas verticales-convexas

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

Fuente: MOP, (2003)

Gráfico 12 Curva vertical convexa

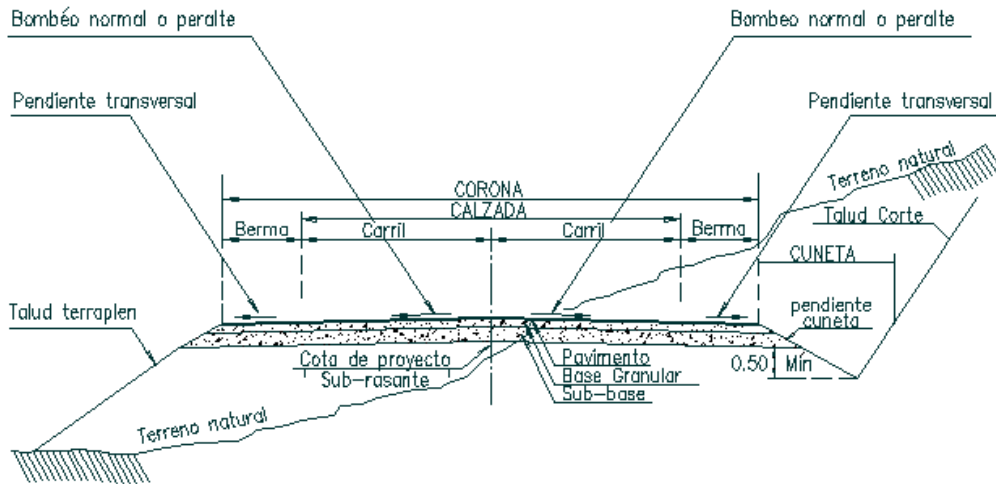


Fuente: Cárdenas, (2004)

2.4.45 Perfil transversal

Se obtiene seccionando la vía mediante un plano perpendicular a la proyección horizontal del eje, en él se definen geoméricamente los diferentes elementos que conforman la sección transversal de la vía, taludes de desmonte, terraplén, cunetas, aceras, pendientes o peraltes.

Gráfico 13 Perfil transversal



Fuente: Manual de diseño geométrico de carretera, Instituto Nacional de vías, sección transversal típica

2.4.46 Pendiente

Las pendientes de los tramos rectos se expresan en porcentaje y corresponden a la cantidad de metros (altura) de ascenso o descenso por cada metro que se recorre horizontalmente.

2.4.47 Diseño vial

La Red Vial Nacional es conjunto de carreteras y caminos, integrada por la Red Vial Estatal (vías primarias y vías secundarias), la Red Vial Provincial (vías terciarias), y la Red Vial Cantonal (caminos vecinales), sujetos a una normatividad y a un marco institucional vigente. Con una longitud total aproximadamente de 8672.10 km (incluyendo vías primarias y secundarias) es administrada por el Ministerio de Transporte y Obras Públicas (anteriormente Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones) como única entidad responsable de su manejo y control. (MTO, 2003)

2.4.48 Tráfico

El tráfico es la cantidad de vehículos que pasan por un tramo de una calzada durante un periodo de tiempo determinado siendo horario o diario.

2.4.48.1 Horario

Si el periodo de tiempo de toma de datos es de una hora

2.4.48.2 Diario

Si el periodo de tiempo de toma es de un día, estos datos nos darán algunos datos requeridos para pronosticar el volumen de una vía o de un tramo de vía y así poder obtener la capacidad de vehículos que una carretera puede absorber.

2.4.49 Tráfico futuro

Es pronosticar a futuro el tráfico vehicular debido a que el tráfico crece en función del tiempo, es por esto que se requiere obtener o proyectar estos datos del tráfico a 15 o 20 años.

$$T_f = T_a (1 + i)^n$$

Donde:

T_f= Tráfico futuro

T_a= Tráfico actual

i= Tasa de crecimiento

n= Periodo de proyección expresado en años (15 o 20 años)

Cuadro 11 Tasa de crecimiento de tráfico en porcentaje (i)

Tipo de vehículos	Periodo			
	2010-2015	2015-2020	2020-2025	2025-2030
Livianos	4,47	3,97	3,57	3,25
Buses	2,22	1,97	1,78	1,62
Pesados	2,18	1,94	1,74	1,58

Fuente: Normas del diseño Geométrico de Carreteras MTOP -001-F 2003











Cuadro 12 Periodo de análisis (n)

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

Fuente: Normas del diseño Geométrico de Carreteras MTOP -001-F 2003

2.4.50 Tipos de vehículos

Cuadro 13 Tipos de vehículos

Tipo de vehículo		Eje	Esquemas		Símb.
			Perfil	Planta	
Vehículos livianos	Automóviles	2		Automóvil 2 ejes	P
	Camionetas	2		Camioneta 2 ejes	C
Vehículos pesados	Bus	2		Bus 2 ejes	B1
		3		Bus 3 ejes	B2
	Camiones	2		Camión 2 ejes Pequeño	C-2-P
		2		Camión 2 ejes Grande	C-2-G
		3		Camión 3 ejes	C-3
		4		Camión 4 ejes	C-4
		5		Camión 5 ejes	C-5
		6		Camión 6 ejes	C-6

Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras MTOP 2003

2.4.51 Tráfico promedio diario anual (TPDA)

El TPDA es el Tráfico Promedio Diario Anual proyectado a 15 o 20 años. Cuando el pronóstico de tráfico para 10 años es 7000 vehículos debe investigarse la posibilidad de construir una autopista. Para determinar la capacidad de una carretera, cuando se efectúa el diseño definitivo, debe usarse tráfico en vehículos equivalentes.⁸

2.4.52 Clasificación de carreteras

El MTOP 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.

- Clasificación en función del tráfico proyectado
- Clasificación por capacidad (en función del TPDA)
- Clasificación por importancia en la red vial
- Clasificación por condiciones orográficas
- Clasificación por número de calzadas

⁸ Normas de Diseño Geométrico MTOP 2003

2.4.52.1 En función del tráfico proyectado

Cuadro 14 Clasificación de carreteras en función del tráfico proyectado

Clasificación de carreteras en función del tráfico proyectado	
Clase de carretera	Tráfico proyectado TPDA
R-I o R-II	Más de 8000
I	De 3000 a 8000
II	De 1000 a 3000
III	De 300 a 1000
IV	De 100 a 300
V	Menos de 100

El TPDA es el Tráfico Promedio Diario Anual proyectado a 15 o años. Cuando el pronóstico de tráfico para el año 10 los 7000 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.

Fuente: Normas de Diseño Geométrico MTOP 2003

2.4.52.2 Clasificación por capacidad en función del TPDA

Cuadro 15 Clasificación por capacidad en función del TPDA

Función	Categoría de la vía		TPDA esperado
	R - I o R - II	(Tipo)	>8000
Corredor Arterial	I	todos	3000 – 8000
	II	todos	1000 – 3000
Colectora	III	todos	300 – 1000
	IV	5,5 E,6 y 7	100 – 300
Vecinal	V	4 y 4E	<100

Fuente: Normas de Diseño Geométrico MTOP 2003

2.4.52.3 Clasificación funcional por importancia en la red vial

Corredores arteriales

Caminos de alta jerarquía funcional constituidos por vías que conectan las capitales de provincia con estándares geométricos adecuados para proporcionar una operación de tráfico eficiente y seguro.

Vías colectoras

Caminos de mediana jerarquía funcional, recolectan el tráfico de la zona rural o una región que llegan a través de los caminos locales. Caminos que se utilizan para el tráfico de recorridos intermedios o regionales, requiriendo de estándares geométricos.

Caminos vecinales

Carreteras convencionales básicas que incluyen a todos los caminos rurales destinados a recibir el tráfico doméstico de poblaciones rurales, zonas de producción agrícola, accesos a sitios rurales.

2.4.52.4 Según las condiciones orográficas

Se aplica para carreteras según el relieve del terreno natural, en función de la máxima inclinación media de la línea de máxima pendiente correspondiente a la franja original de dicho terreno interceptada por la explanación de la carretera.

Cuadro 16 Denominación de carreteras por Condiciones Orográficas

Tipo de Relieve	Máxima Inclinación Media
Llano	$i < 5$
Ondulado	$5 < i < 15$
Accidentado	$15 < i < 25$
Muy accidentado	$i < 25$

Fuente: Normas de Diseño NEVI

2.4.53 Velocidad de diseño

Es la velocidad máxima a la cual los vehículos pueden circular con seguridad sobre la vía cuando las condiciones atmosféricas y del tránsito son favorables, esta velocidad de diseño tiene que tener una máxima compatibilidad con la seguridad, desplazamiento, eficiencia y movilidad en función de:

- Las condiciones físicas y topográficas del terreno
- La importancia del camino
- Los volúmenes del tránsito
- El uso de la tierra

Con la velocidad de diseño se busca mantener una velocidad constante de circulación en el diseño de cada tramo de carretera, siendo susceptibles de cambios de velocidad dependiendo de la topografía de la vía en donde el conductor no debe efectuar cambios bruscos de velocidad sino tener una distancia necesaria que le permita efectuar cambios graduales de velocidad, teniendo una diferencia de velocidad entre estos dos tramos no mayor de 20 Km/h

Con la velocidad de diseño se calculan los elementos geométricos de la vía como la señalética horizontal y vertical que darán seguridad al proyecto. Siempre que sea posible se aconseja usar valores de diseños mayores a los mínimos establecidos.

Cuadro 17 Velocidad de diseño

	Velocidad de diseño en Km/h											
	Básica				Permisible en tramos difíciles							
	(Relieve llano)				(Relieve ondulado)				(Relieve montañoso)			
	Para el cálculo de los elementos del diseño del perfil longitudinal		Para el cálculo de los elementos de la sección transversal y otros dependientes de la velocidad		Para el cálculo de los elementos del diseño del perfil longitudinal		Para el cálculo de los elementos de la sección transversal y otros dependientes de la velocidad		Para el cálculo de los elementos del diseño del perfil longitudinal		Para el cálculo de los elementos de la sección transversal y otros dependientes de la velocidad	
CATEGORIA DE LA VIA	Recomendable	Absoluta	Recomendable	Absoluta	Recomendable	Absoluta	Recomendable	Absoluta	Recomendable	Absoluta	Recomendable	Absoluta
	R - I o R - II	120	110	100	95	110	90	95	85	90	80	90
I	110	100	100	90	100	80	90	80	80	60	80	60
II	100	90	90	85	90	80	85	80	70	50	70	50
III	90	80	85	80	80	60	80	60	60	40	60	40
IV	80	60	80	60	60	35	60	35	50	25	50	25
V	60	50	60	50	50	35	50	35	40	25	40	25

Fuente: Normas de Diseño Geométrico MTOP 2003

NOTA:

Los valores recomendados se emplearán cuando el T.P.D.A. es cercano al límite superior de la respectiva categoría de vía.

Los valores absolutos se emplearán cuando el T.P.D.A. es cercano al límite inferior de la respectiva categoría de vía y/o el relieve sea difícil o escarpado.

2.4.54 Inventario vial

El inventario vial se lo realiza para conocer la condición actual de una determinada vía, permitiendo a las autoridades viales determinar el tipo, frecuencia y nivel de mantenimiento que pueda influenciar significativamente sobre el desempeño de los pavimentos.

Se orienta hacia 3 aspectos importantes:

- Drenaje menor (cunetas y alcantarillas)
- Calzada (bacheo y espaldones)
- Derecho de vía (taludes)

Sin descartarse el inventario de los elementos de seguridad vial como: señalización vertical, señalización horizontal, guardavías, muros, existencia de material de relleno, etc.

2.4.55 Velocidad de circulación

La velocidad de circulación es la velocidad real de un vehículo a lo largo de una sección específica de carretera y es igual a la distancia recorrida dividida para el tiempo de circulación del vehículo, o a la suma de las distancias recorridas por todos los vehículos o por un grupo determinado de ellos, dividida para la suma de los tiempos de recorrido correspondientes⁹

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

Donde:

V_c = velocidad de circulación (km/h)

V_d = velocidad de diseño (km/h)

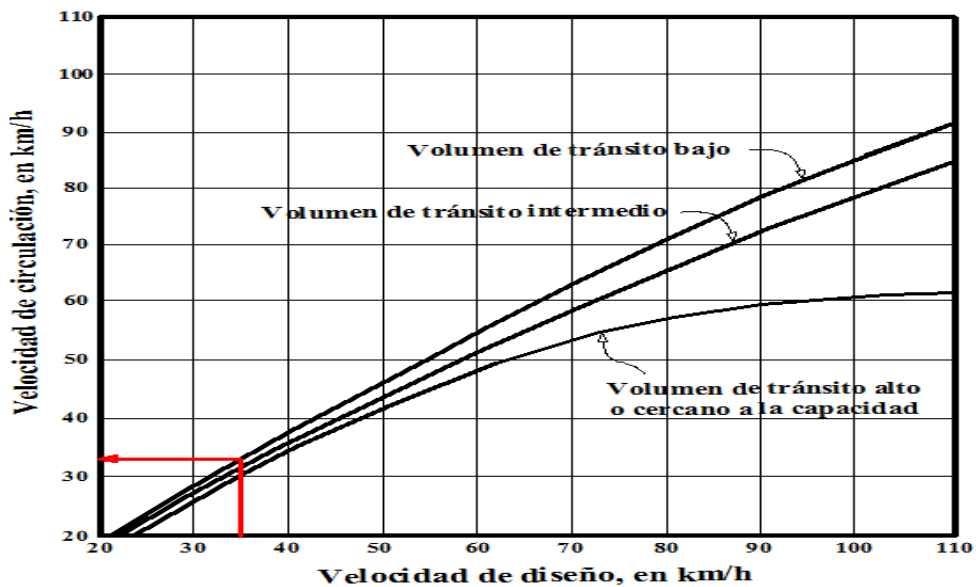
⁹ Normas de Diseño Geométrico MTOP 2003

Cuadro 18 Valores de velocidad de circulación

Vd Velocidad de diseño (Km/h)	Velocidad de circulación (km/h)		
	Volumen de tránsito bajo	Volumen de tránsito intermedio	Volumen de tránsito alto
25	24	23	22
30	28	27	26
40	37	35	34
50	46	44	42
60	55	51	48
70	63	59	53
80	71	66	57
90	79	73	59
100	86	79	60
110	92	85	61

Fuente: Normas de Diseño Geométrico MTOP 2003

Gráfico 14 Relaciones entre las velocidades de diseño y de circulación



Fuente: Normas de Diseño Geométrico MTOP 2003

Nota:

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

2. La velocidad de circulación correspondiente al volumen de tránsito alto se emplea cuando la vía está saturada
3. Las dos primeras se utilizan para fines de diseño y operación y la última para análisis económicos ¹⁰

2.4.56 Visibilidad

Generalmente, los caminos están contruidos para velocidades muy inferiores a las normales en los vehículos modernos por tal razón los caminos resultan muy peligrosos y es por esto que es necesario que en las carreteras exista, tanto en planta como en perfil, la distancia de visibilidad adecuada para que el conductor del vehículo pueda ver delante de él a una distancia tal que permita tomar, con garantía, decisiones oportunas.

Todo conductor requiere de dos distancias de visibilidad:

- Distancia de visibilidad para parar.
- Distancia de visibilidad para rebasar

2.4.57 Distancia de visibilidad de parada D_p

Es la distancia mínima de diseño que asegura un frenado seguro. Esta distancia se estudia teniendo en cuenta la distancia segura para frenar que abarca el recorrido del vehículo durante los llamados “tiempo de precepción” y “tiempo de reacción” y la distancia recorrida después de aplicar los frenos. Se determina por medio de: velocidad de diseño, tiempo de reacción del conductor (2,5 segundos) y la distancia de frenado.

Los parámetros geométricos necesarios para determinar la distancia de velocidad de frenado son:

- Altura del ojo : 1,15 m
- Altura del objeto: 0,15

¹⁰ Fuente: MOP, (2003)

Gráfico 15 Distancia de visibilidad de parada



La mínima distancia de visibilidad (d) para la parada de un vehículo es igual a la suma de dos distancias; una, la distancia recorrida (d_1) por el vehículo desde el instante en que el conductor avizora un objeto en el camino hasta que pisa el freno, y la distancia (d_2) de frenado del vehículo, es decir, la distancia necesaria para que el vehículo pare completamente después que el conductor vio el objeto que obliga a frenar:

$$D_p = d_1 + d_2$$

d_1 = distancia recorrida desde el instante en que el conductor observa un obstáculo sobre la calzada hasta el instante en que aplica los frenos, ésta depende de los tiempos de percepción y de reacción del conductor y distancia que se designará con la letra d_1

Se llama “tiempo de percepción” al que transcurre desde el instante en que el conductor del vehículo ve un objeto hasta el instante en que llega a la conclusión de que es un obstáculo que le obligará a emplear los frenos. Se denomina “tiempo de reacción” al que requiere el organismo de cada individuo para llevar a la práctica la aplicación de los frenos una vez que ha concluido que ello es necesario.

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

siglas iniciales de perception, intelectito, emotion y evolution) o tiempo de precepción y reacción en 2,5 segundos.¹¹

$$d1 = \frac{Vc}{3.6} t$$

$$d1 = \frac{Vc}{3.6} 2.5$$

$$d1 = 0.70 Vc$$

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

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

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

d2= Distancia recorrida por el vehículo desde el instante en que se han aplicado los frenos hasta que aquel se detiene. Este último trayecto se conoce con el nombre de “distancia de frenado”, ésta depende del estado de los frenos y de las llantas del vehículo, la clase y condiciones de pavimento y las pendientes y alineamientos de la vía y se designará la letra **d2**.¹²

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

$$f = \frac{1015}{Vc^{0.3}}$$

Donde:

f = coeficiente de fricción longitudinal

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

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

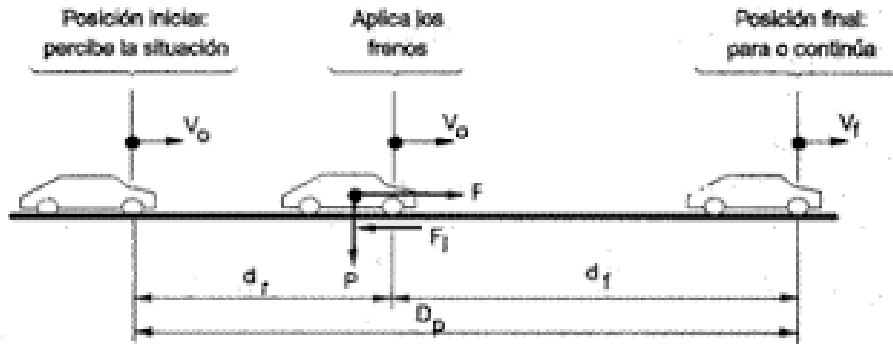
$$Dp = d1 + d2$$

$$Dp = 0.70 Vc + \frac{Vc^2}{254 f}$$

¹¹ XII Congreso Panamericano de Carreteras, 1979, p.28

¹² XII Congreso Panamericano de Carreteras, 1979, p.29

Gráfico 16 Distancia de visibilidad de parada



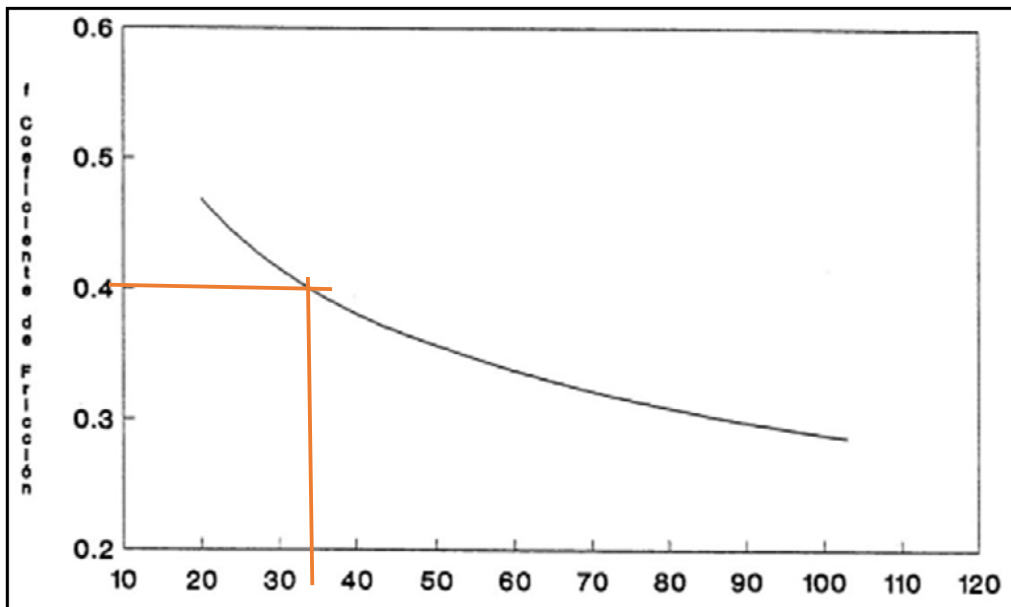
Fuente: MOP, (2003)

Cuadro 19 Distancia de visibilidad mínima para la parada de un vehículo

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

Fuente: MOP, (2003)

Gráfico 17 Coeficiente de fricción para patinaje longitudinal



Fuente: MOP, (2003)

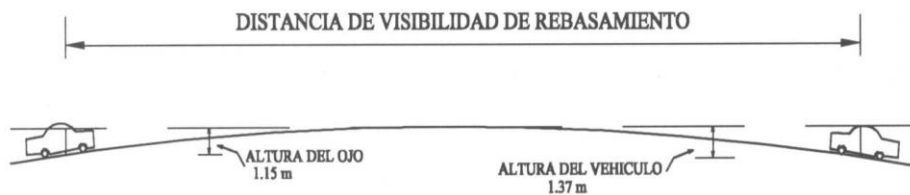
2.4.58 Distancia de visibilidad de rebasamiento Dr

Es la distancia de visibilidad mínima necesaria para posibilitar un rebasamiento seguro para una velocidad de diseño dada.

Los parámetros geométricos necesarios para determinar la distancia de visibilidad de rebasamiento son:

- Altura del ojo: 1,15 m
- Altura del vehículo: 1,37 m

Gráfico 18 Distancia de visibilidad de rebasamiento



Fuente: Leclair, (2001)

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.

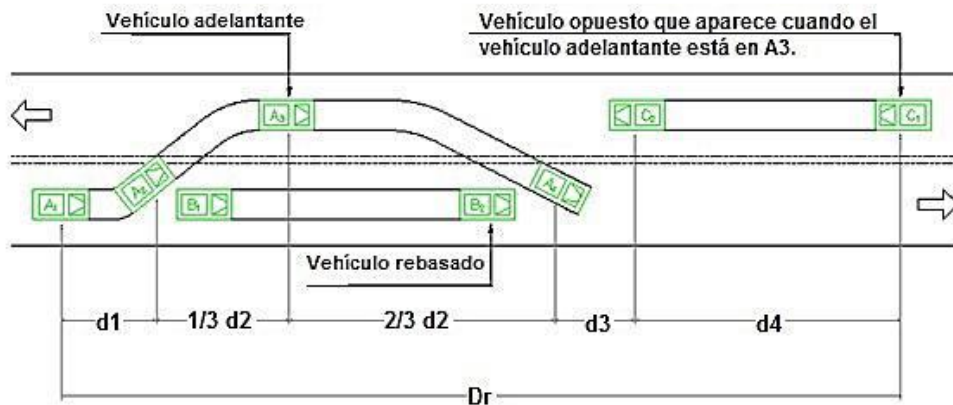
d_2 = distancia recorrida por el vehículo rebasante durante el tiempo que ocupa el carril izquierdo.

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.¹³

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

Gráfico 19 Distancia de visibilidad de rebasamiento D_r



Fuente: Leclair, (2001)

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:

- a. El vehículo rebasado circula con velocidad uniforme.
- b. 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.
- c. 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.

¹³ MOP, 2003

d. 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.

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

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

Donde:

D_r = distancia de visibilidad de rebasamiento (m)

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

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

Gráfico 20 Distancia de visibilidad mínima para el rebasamiento de un vehículo

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

Fuente: MOP, (2003)

2.4.59 Sistema de drenaje

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

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

Las tres primeras funciones son realizadas por drenajes longitudinales tales como cunetas, cunetas de coronación, canales de encauzamiento, bordillos y subdrenes, mientras que la última función es realizada por drenajes transversales como las alcantarillas y puentes (MOP, 2003)

El estudio del drenaje abarca dos aspectos principales que son:

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

2.4.60 Diseño hidráulico

Selección de los tipos y tamaños de las estructuras de drenaje para servir los escurrimientos estimados, sin que ocurran problemas de socavación y embalsamiento.

2.4.61 Drenaje longitudinal

El drenaje longitudinal comprende las obras de captación y defensa, cuya ubicación serán necesarios establecer, calculando el área hidráulica requerida,

sección, longitud, pendiente y nivelación del fondo, y seleccionando el tipo de proyecto constructivo.

2.4.62 Cunetas

Las cunetas son canales abiertos junto a la carretera cuyo propósito es conducir el agua que cae sobre la carretera y áreas adyacentes hacia las alcantarillas y cursos naturales.

Para propósitos de verificar el correcto funcionamiento de las cunetas en los diferentes tramos de la vía se ha realizado el cálculo hidráulico de las mismas, tomando en cuenta que el flujo del agua en éstas es similar al flujo en canales abiertos con régimen uniforme.¹⁴

Es importante que:

Las cunetas tengan una profundidad tal que la cota de la superficie libre del agua que circula por ellas, se encuentre por debajo de la cota de la sub-base para evitar la saturación y reblandecimiento de ésta.

Las cunetas de coronación no sigan una dirección paralela al eje de la carretera sino que forman con dicho eje un ángulo entre 10 y 30 grados para evitar que se produzcan derrumbes de los taludes.

Se considere el aspecto erosión de los materiales cuya intensidad varía con el cuadrado de la velocidad del agua; los fondos limosos y suaves de corrientes poco profundas empiezan a erosionarse para velocidades de 0.30 m/s, las arenas a velocidades que varían entre 0.30 y 0.60 m/s, las arcillas ordinarias entre 0.60 y 1.00 m/s, y los de arcilla compacta y grava entre 1.20 y 1.80 m/s.

¹⁴ PATRICIO, M. JULIAN, C. PAREJA, D. (2.000), Rediseño de la vía existente Ancon - Santa Elena, tesis de grado Previa a la obtención del Título de Ingeniero civil

En las zonas de corte de la vía en rediseño es necesario construirse cunetas en forma de “V” con una profundidad mínima de 30 cm por debajo de la cota de la subrasante compactada, estando el talud de un lado en una relación 2:1 y para el otro lado su talud es variable, tal como lo contempla la “Sección Típica”. Estas cunetas deben tener un revestimiento de hormigón simple cuando la pendiente longitudinal sea mayor de 4 % y/o cuando el terreno natural sea erosionable. ¹⁵

2.4.62.1 Localización, pendiente y velocidad

La cuneta se localizará entre el espaldón de la carretera y el pie del talud del corte. La pendiente será similar al perfil longitudinal de la vía, con un valor mínimo del 0.50% y un valor máximo que estará limitado por la velocidad del agua la misma que condicionará la necesidad de revestimiento. (MTO, 2003)

Cuadro 20 Velocidades del agua con que se erosionan diferentes materiales

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

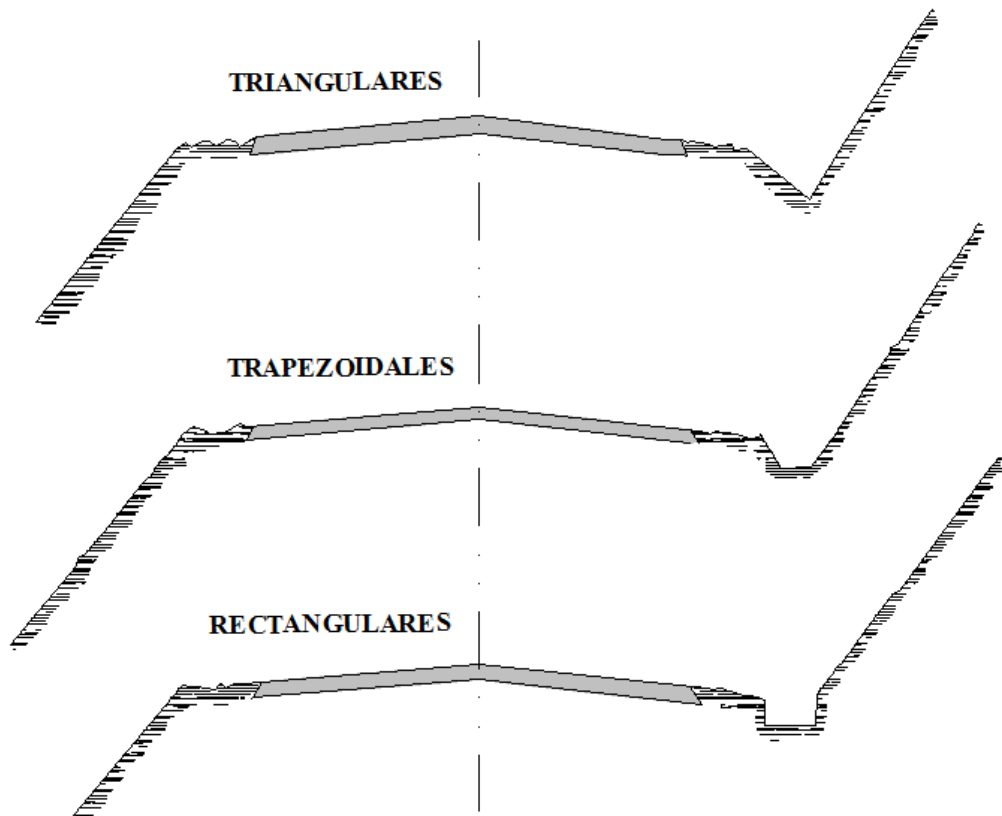
Fuente: Ministerio de Transporte y Obras Públicas MTO, (2003)

2.4.62.2 Forma de la sección

Pueden ser de forma: triangulares, rectangulares y trapezoidales. Las triangulares poseen facilidad de construcción y mantenimiento, a diferencia de cunetas de secciones rectangulares ó trapezoidales.

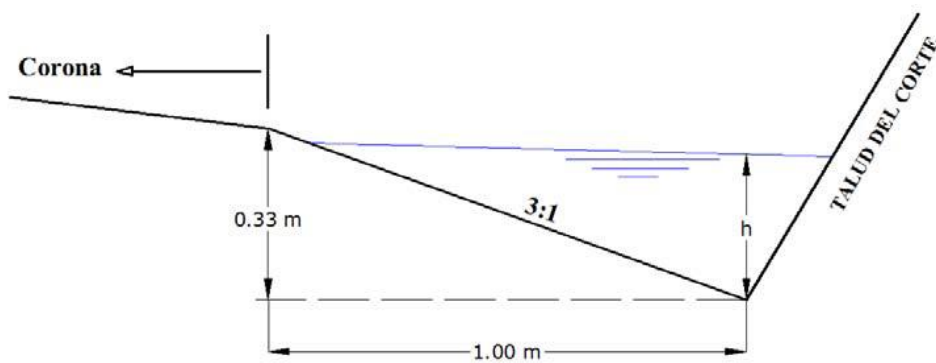
¹⁵ PATRICIO, M. JULIAN, C. PAREJA, D. (2000), Rediseño de la vía existente Ancon - Santa Elena, tesis de grado Previa a la obtención del Título de Ingeniero civil

Gráfico 21 Secciones típicas de cunetas



Fuente: MOP, (2003)

Gráfico 22 Dimensiones típicas de cunetas triangulares



Fuente: MOP, (2003)

2.4.63 Alcantarillas

Las alcantarillas son conductos cerrados, de forma diversa, que se instalan o construyen transversales y por debajo del nivel de subrasante de una carretera, con el objeto de conducir, hacia cauces naturales, el agua de lluvia proveniente de pequeñas cuencas hidrográficas, arroyos ó esteros, canales de riego, cunetas y/o del escurrimiento superficial de la carretera. (MOP, 2003)

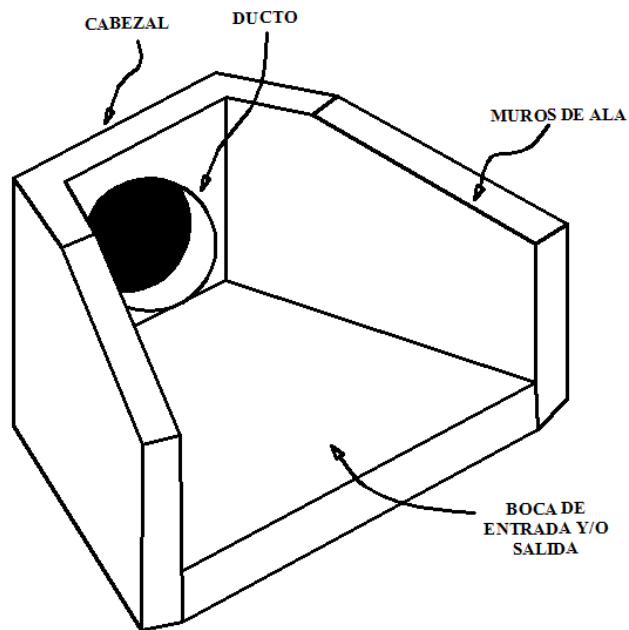
Los elementos constitutivos de una alcantarilla son: el ducto, los cabezales, los muros de ala en la entrada y salida, y otros dispositivos que permitan mejorar las condiciones del escurrimiento y eviten la erosión regresiva debajo de la estructura. (MOP, 2003)

El tipo de alcantarillas se determina de acuerdo a criterios económico. El tubo circular (simple o múltiple) es el más frecuente. Cuando se requiere una luz media, se hace favorable el uso de alcantarillas de cajón (simples o múltiples). La selección de tuberías metálicas o de hormigón, debe basarse en consideraciones técnicas y económicas. La alcantarilla metálica es de más fácil colocación, pero en zonas con alto potencial corrosivo se prefiere la alcantarilla de hormigón armado.¹⁶

El diseño de alcantarillas deberá realizarse en función de las características de la cuenca hidráulica a ser drenada y de la carretera a la que prestará servicio. Como los sistemas de drenaje inciden en los costos de conservación y mantenimiento de las carreteras, es necesaria que las alcantarillas sean proyectadas considerando que su funcionamiento deberá estar acorde con las limitaciones impuestas por los sistemas de conservación y métodos de mantenimiento. (MOP, 2003)

¹⁶(<http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/6129/5/TESIS%20COMPLETA.docx>).

Gráfico 23 Elementos de una alcantarilla



Fuente: MOP, (2003)

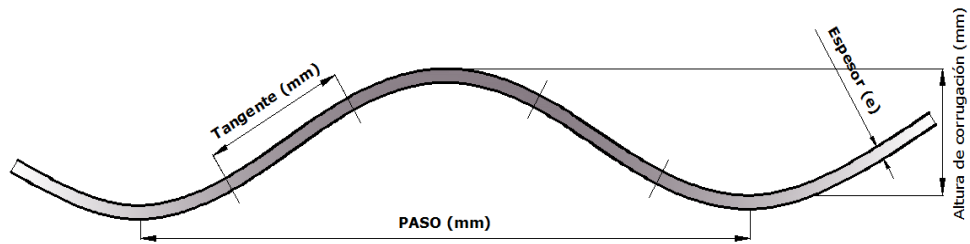
De acuerdo con la forma de la sección transversal del ducto, las alcantarillas pueden ser:

- circulares
- rectangulares
- de arco
- bóvedas
- ductos múltiples

2.4.63.1 Alcantarillas metálicas

Las alcantarillas metálicas se construirán empleando tubos de acero corrugado, conocidas como ármico.

Gráfico 24 Elementos de una corrugación en acero



Fuente: INEN

2.4.63.2 Corrugación

Es la forma longitudinal deformada de la placa de acero, destinada a aumentar su resistencia mecánica. Generalmente la corrugación tiene una forma semejante a la sinusoidal, formada por un arco cóncavo y un convexo, unidos por un tramo rectilíneo. En la corrugación se distingue los siguientes elementos: (MOP, 2002)

2.4.63.3 Paso

Es la distancia entre dos ápices o nodos consecutivos de la corrugación.

2.4.63.4 Tangente

Es la longitud rectilínea, entre arcos, de una corrugación.

2.4.63.5 Altura de corrugación

Es el valor de la proyección vertical de la distancia entre un ápice y un nodo de la corrugación.

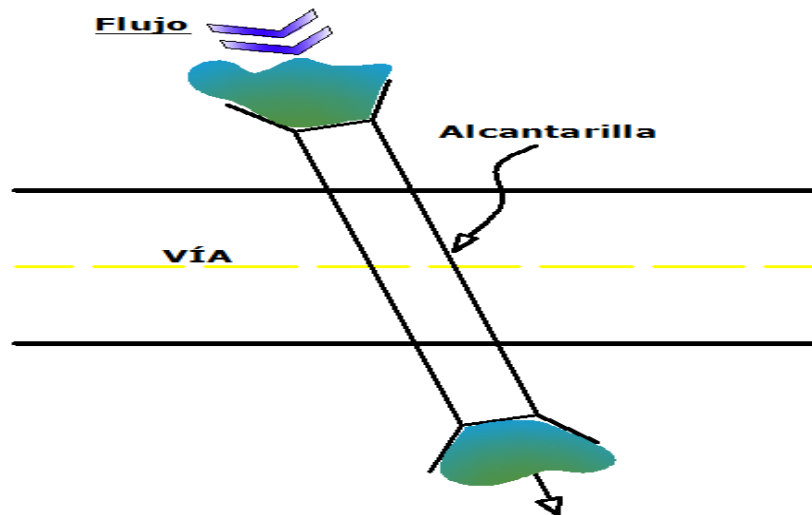
2.4.63.6 Diámetro nominal

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

2.4.63.7 Alineación

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

Gráfico 25 Alineación correcta de una alcantarilla



Fuente: NOVACERO, 2014

2.4.63.8 Pendiente

Se requiere de una pendiente mínima del 0,5% evitará la sedimentación, se considera normal 2,0 % al 3,0 % siempre que la velocidad esté dentro de los límites admisibles.

2.5 HIPÓTESIS

Un buen estudio de las condiciones actuales de la vía Condorahua desde El Calvario hasta Condorahua Grande, parroquia El Rosario, cantón Pelileo, provincia del Tungurahua, ayudara a mejorar el desarrollo socio económico de los habitantes.

2.6 SEÑALAMIENTO DE VARIABLES DE LA HIPÓTESIS

2.6.1 Variable independiente

El estudio de las condiciones actuales de la vía Condorahua desde El Calvario hasta Condorahua Grande, parroquia El Rosario, cantón Pelileo, provincia del Tungurahua.

2.6.2 Variable dependiente

Su incidencia en la calidad de vida de los habitantes.

CAPITULO III

METODOLOGIA

3.1 MODALIDAD BASICA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1.1 Investigación de campo

Como primera instancia la investigación consiste en una inspección visual a lo largo de toda la vía la cual dará algunos datos iniciales del sitio necesarios para luego realizar los estudios topográficos, estudios de circulación vehicular, estudios de suelos., análisis de datos obtenidos y buscar la mejor propuesta para mejorarla.

3.1.2 Investigación bibliográfica

La investigación bibliográfica ayudara en la totalidad del estudio debido a que son el soporte mismo mediante teorías de diversos autores que los expresan en sus libros, textos, revistas, páginas de internet y apuntes tomados a lo largo de la carrera.

3.1.3 Investigación experimental

La investigación experimental se la hará en el laboratorio, debido a que con las muestras del suelo recolectado del lugar se necesitará realizar los ensayos respectivos en el laboratorio para obtener resultados y efectuar las interpretaciones de los mismos que arrojen el estudio.

3.2 NIVEL O TIPO DE LA INVESTIGACION

3.2.1 Nivel exploratorio

La investigación exploratoria nos proporcionara el motivo del porque los

pobladores requieren una infraestructura vial en la zona, con el propósito de que se logre dar una o varias propuestas viables de solución para los habitantes del lugar.

3.2.2 Nivel descriptivo

El nivel descriptivo no proporciona las condiciones actuales de la vía que conllevaron a un mal diseño si ese es el caso y así tener una idea clara de los posibles cambios que se puedan dar en la misma mediante el uso de cálculos estadísticos.

3.2.3 Nivel explicativo

El nivel explicativo nos proporciona el conocimiento de las causas del problema que los habitantes del lugar saben de primera mano, es decir que mediante información efectuada a los pobladores que están dispuestos a colaborar en encuestas, se tabulara y se encontrara las posibles propuestas de solución.

3.2.4 Asociación de variables

Nos da el grado de relación entre una variable con otra y la influencia directa entre ellas motivos de la investigación, buscando las tendencias y así aprobar la hipótesis planteada.

3.3 POBLACION Y MUESTRA

3.3.1 Población

La población universo lo conforma los habitantes de las comunidades El Calvario y Condorahua Grande, de la parroquia.

El Calvario con 200 habitantes y Condorahua Grande con 200 habitantes de acuerdo a los datos proporcionados por la Junta Parroquial El Rosario. Por lo que la población universo de estudio es de 400 Habitantes.

3.3.2 Muestra

Se utiliza la fórmula general para poblaciones finitas:

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

Dónde:

n= Tamaño de la muestra

N=Población o universo

e= Error muestral (1%-5%)= 5%

$$n = \frac{400}{0.05^2(400 - 1) + 1} = 201 \text{ habitantes}$$

El tamaño es de 201 habitantes para el estudio

3.4 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

3.4.1 Variable independiente

El estudio de las condiciones actuales de la vía Condorahua, desde El Calvario hasta Condorahua Grande, parroquia El Rosario, del cantón Pelileo, provincia del Tungurahua.

Cuadro 21 Operacionalización de la variable independiente

Conceptualización	Categorías dimensiones	Indicadores	Ítems	Técnicas e instrumentos
El estudio de las condiciones actuales de la vía	Diseño geométrico	-Velocidad de diseño	¿Cuál es el diseño geométrico de la vía?	Normas MTOP NEVI SUCS
	Alineamiento horizontal	-Radio mínimo -Distancia de visibilidad y de parada	¿Cuál es la topografía del sector?	Equipo de topografía
	Alineamiento vertical	-Peralte -Gradientes		
	Sección transversal	-Curvas -Calzada -Cunetas y alcantarillas	¿Cuáles son las pendientes?	Software
	Subrasante	-Humedad	¿Qué porcentaje de humedad posee el suelo?	Ensayos de laboratorio
	Base Carpeta asfáltica	-Granulometría -Compactación -Límites de consistencia CBR	¿Cuál es la capacidad de soporte del suelo?	Conteo manual de tráfico TPDA Método ASSHTO 1993

Fuente: Autor

3.4.2 Variable dependiente

Su incidencia en la calidad de vida de los habitantes de las comunidades El Calvario y Condorahua Grande.

Cuadro 22 Operacionalización de la variable dependiente

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Técnicas e Instrumentos
Su incidencia en la calidad de vida de los habitantes.	Calidad de vida	Salud	¿Cómo se ha reducido las enfermedades respiratorias?	Entrevistas
		Educación	¿Cómo se ha mejorado la educación?	Encuestas
		Transporte	¿Cómo se encuentra el transporte actualmente?	Tabulación de resultados
	Desarrollo económico	Producción agrícola	¿Cómo ha aumentado el comercio? ¿Cómo ha mejorado la producción agrícola?	Entrevistas
Económica		¿Se ha reducido los daños a los vehículos?	Encuestas	
		¿Se mejorara la producción en el sector?		Tabulación de resultados

Fuente: Autor

3.5 PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Se utilizó la técnica de la observación con la que obtendremos:

Datos proporcionados por el observador

Tanto como para el campo como para el laboratorio.

Cuadro 23 Técnica de la observación

Preguntas básicas	Explicación
1. ¿Para qué?	-Estudiar las condiciones actuales de la vía -Realizar el levantamiento topográfico de la vía -Determinar el tipo de suelo de la vía -Evaluar el TPDA de la vía
2. ¿A quiénes?	Habitantes de las comunidades de El Calvario y Condorahua Grande, parroquia El Rosario del cantón Pelileo, provincia de Tungurahua.
3. ¿Quién?	Egdo. Pablo Xavier Santos Freire
4. ¿Cuándo?	Mayo del 2015 – Febrero del 2016
5. ¿Dónde?	Entre las comunidades de El Calvario y Condorahua Grande, parroquia El Rosario del cantón Pelileo, provincia de Tungurahua.
6. ¿Qué técnicas?	Observación Entrevista Encuesta
7. ¿Con qué?	Fichas Cuestionarios

Fuente: Autor

3.6 PLAN DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACION

Los resultados se los analizara mediante:

- Observación visual
- Encuestas
- Levantamiento topográfico
- Estudios de suelo
- Estudio de tráfico

Una vez realizado el análisis se efectuará la interpretación de los resultados mediante fórmulas, tablas, cuadros estadísticos, y así proponer una o más alternativas de solución más adecuadas como puede ser:

- Diseño geométrico de la vía, horizontal vertical y transversal
- Mejorar radios de giro en las curvas
- Mejorar taludes, etc.
- Diseño de sistemas de drenaje cunetas y alcantarillas
- Diseño del pavimento

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Para obtener mejores resultados de cómo se encuentra la situación actual del proyecto se desarrolló varios estudios ya sean de campo, de laboratorio y de oficina, con el propósito de obtener una mejor y más clara información para llegar a una solución eficiente, segura y económica.

4.1.1 Análisis de resultados de las encuestas

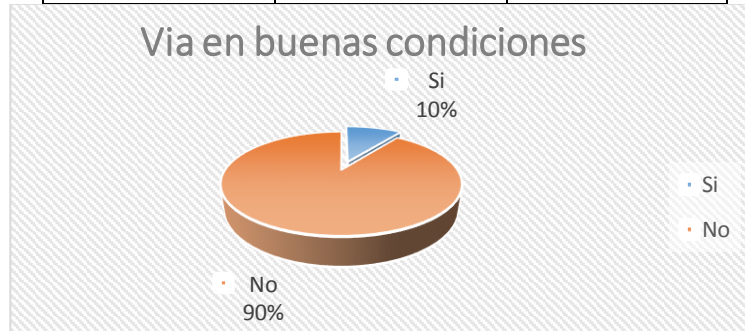
La encuesta se la hizo con una muestra de 201 habitantes del sector según el tamaño de muestras para poblaciones finitas, el cual nos da una visión rápida que tienen los moradores que se encuentran en la zona de influencia que conocen bien las condiciones actuales de la vía y su calidad de vida.

La encuesta consta de 10 preguntas. Cuyos resultados se muestran a continuación.

Pregunta 1

¿Considera usted que el estado actual de la vía está en buenas condiciones?

CRITERIO	NO DE PERSONAS	% PORCENTAJE
Si	20	10
No	181	90
TOTAL	201	100



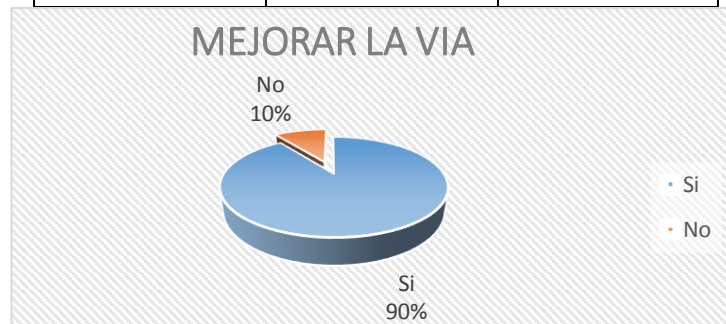
Conclusión:

El 90% de las personas encuestadas consideran que la vía no está en buenas condiciones y el 10% considera que la vía si está en buenas condiciones.

Pregunta 2

¿Cree usted que es necesario mejorar la vía?

CRITERIO	NO DE PERSONAS	% PORCENTAJE
Si	181	90
No	20	10
TOTAL	201	100



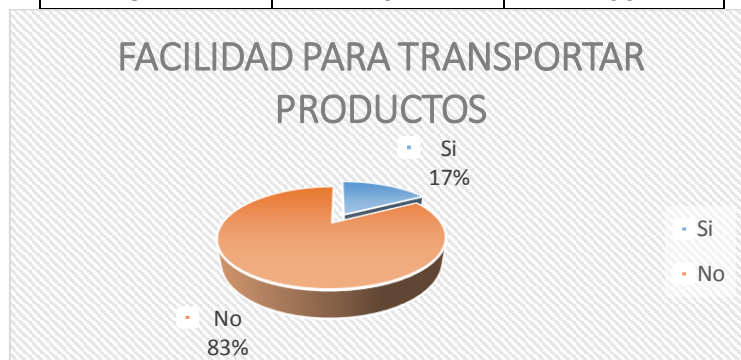
Conclusión:

El 90% de las personas encuestadas consideran que si es necesario mejorar la vía y el 10% considera que no es necesario mejorar la vía

Pregunta 3

¿Tiene facilidad para transportar sus productos por la vía?

CRITERIO	NO DE PERSONAS	% PORCENTAJE
Si	34	17
No	167	83
TOTAL	201	100



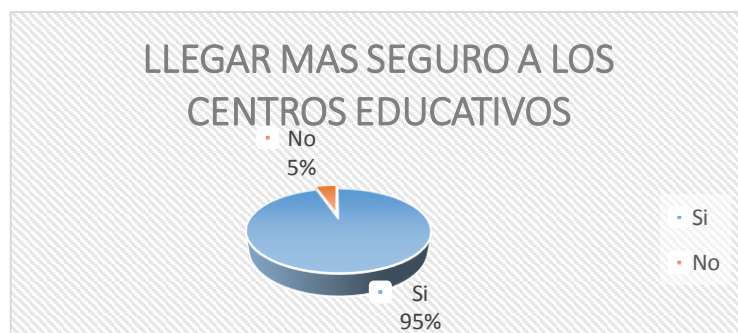
Conclusión:

El 17% de las personas encuestadas consideran que si tienen facilidad para transportar sus productos por las vías y el 83% considera que no tienen facilidad para transporta sus productos por la vía

Pregunta 4

¿Cree usted que una mejor vía ayudaría a transportarse de manera más rápida, cómoda y segura a los centros educativos?

CRITERIO	NO DE PERSONAS	% PORCENTAJE
Si	191	95
No	10	5
TOTAL	201	100



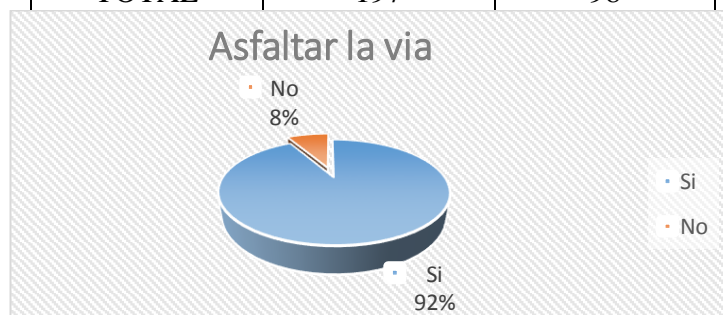
Conclusión:

El 95% de las personas encuestadas consideran que una mejor vía ayudaría a transportarse de manera más rápida, cómoda y segura a los centros educativos y el 5% considera que no les ayudaría.

Pregunta 5

¿Cree usted que se debería asfaltar la vía?

CRITERIO	NO DE PERSONAS	% PORCENTAJE
Si	185	92
No	12	8
TOTAL	197	98



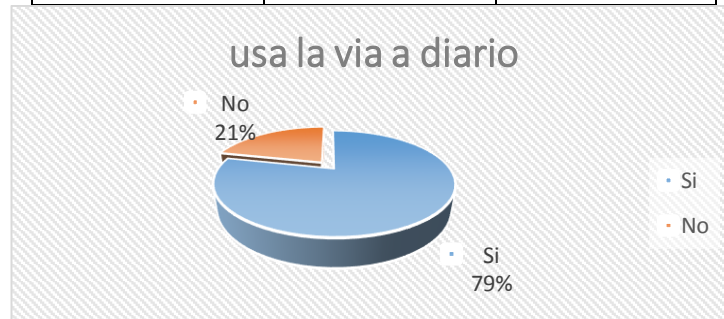
Conclusión:

El 92% de las personas encuestadas consideran que si se debería asfaltar la vía y el 8% considera que no se la debería asfaltar.

Pregunta 6

¿Utiliza usted la vía a diario?

CRITERIO	NO DE PERSONAS	% PORCENTAJE
Si	158	79
No	43	21
TOTAL	201	100



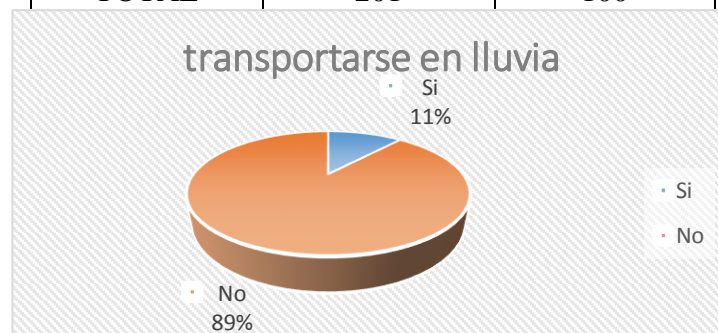
Conclusión:

El 79% de las personas encuestadas utilizan la vía a diario y el 21% no utiliza la vía a diario.

Pregunta 7

¿Se puede trasportar fácilmente por la vía cuando llueve?

CRITERIO	NO DE PERSONAS	% PORCENTAJE
Si	23	11
No	178	89
TOTAL	201	100



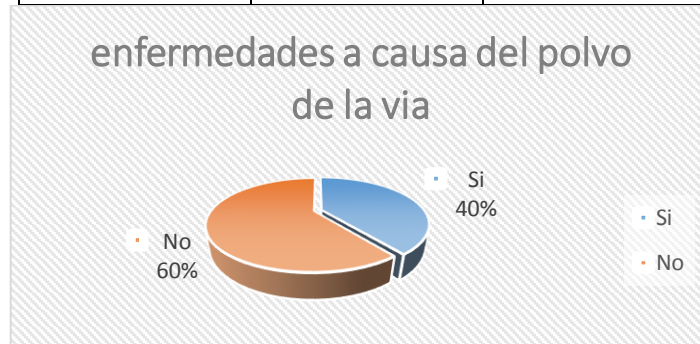
Conclusión:

El 11% de las personas encuestadas opina que si se puede transportar con facilidad cuando llueve y el 89% opinan que no se puede transportar con facilidad cuando llueve.

Pregunta 8

¿Ha sufrido usted o algún miembro de su familia alguna enfermedad a causa del polvo que genera la vía?

CRITERIO	NO DE PERSONAS	% PORCENTAJE
Si	80	40
No	121	60
TOTAL	201	100



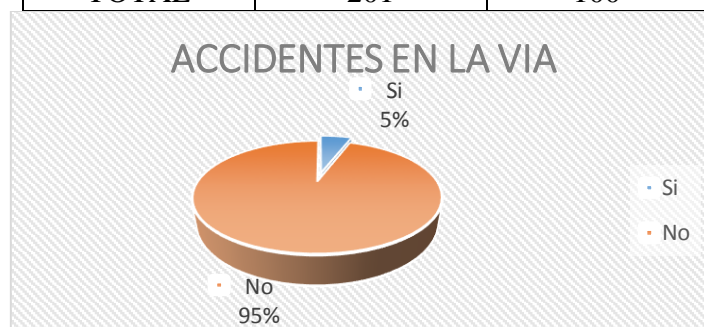
Conclusión:

El 40% de las personas encuestadas consideran que si se han enfermado ellos o algún miembro de su familia a causa del polvo que genera la vía y el 60% consideran que no se han enfermado.

Pregunta 9

¿Ha existido accidentes en la vía por su actual estado?

CRITERIO	NO DE PERSONAS	% PORCENTAJE
Si	11	5
No	190	95
TOTAL	201	100



Conclusión:

El 5% de las personas encuestadas consideran que si se ha producido accidentes por causa del estado actual de la vía y el 95% consideran que no se ha producido ningún accidente.

Pregunta 10

¿Cree usted que una mejor vía le ayudaría en su economía?

CRITERIO	NO DE PERSONAS	%
Si	196	98
No	5	2
TOTAL	201	100



Conclusión:

El 2% de las personas encuestadas consideran que una mejor vía no les ayudaría a mejorar su economía y el 98% consideran que una mejor vía si les ayudaría a mejorar su economía.

4.1.2 Análisis de resultados del estudio topográfico

La vía actual empieza en el K 0+000 en la comunidad de El Calvario y termina en el K 5+241 en la comunidad de Condorahua Grande, es totalmente empedrada con un ancho de la calzada que en su mayoría es de 4m de camino regular, se tomó una faja topográfica de 40m a cada lado del centro de la vía para su diseño, se observó que la topografía que se presenta el proyecto es ondulada, la vía tiene una pendiente mínima de 5% y una pendiente máxima del 13% en el último tramo de la vía. Mientras se llevó a cabo el levantamiento topográfico permitió distinguir todas las características físicas del proyecto tales como el canal de riego Pachanlica situado al costado de la vía, los puntos de paso obligados, las características de los taludes en las minas de cascajo situados al costado de la vía.

4.1.3 Análisis de resultados del estudio de tráfico

Para un mejor estudio de tráfico se investigó primeramente a los moradores del proyecto con el propósito de conocer cuáles son los días y las horas que mayor tránsito vehicular que existe en la vía así como el lugar más idóneo donde hacer el conteo, obteniendo así que los días que sacan sus productos a las distintas ferias de Ambato y Pelileo son los días de mayor circulación vehicular y que el lugar mejor ubicado para el conteo es en la Escuela Jaime Roldós Aguilera.

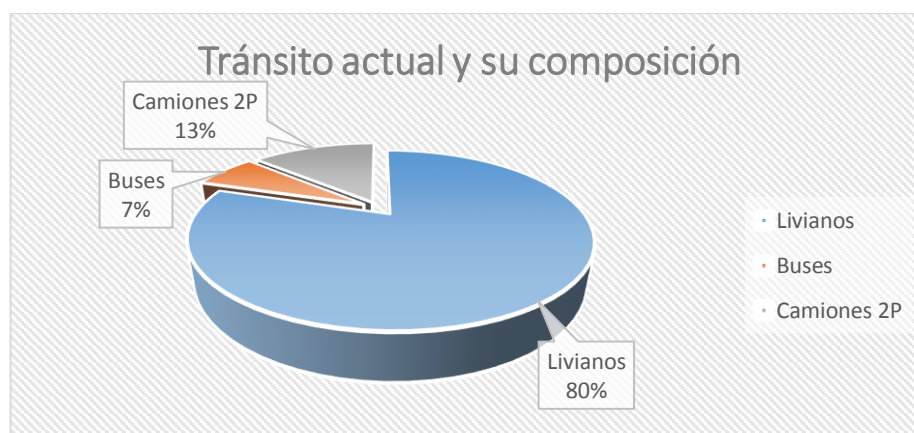
Se determinó hacer el estudio del conteo de tráfico los días: sábado 18, lunes 20, martes 21, miércoles 22 y jueves 23 de julio del 2015, de 6:00 a.m. a 6:00 p.m. en ambos sentidos por la vía con intervalos de 15 minutos. Y se estableció que el día de máxima demanda vehicular que corresponde al lunes 20 de julio del 2015 con una hora pico de (6:00 – 7:00) horas. Y se estableció los siguientes volúmenes vehiculares.

Cuadro 24 Volumen vehicular durante la hora pico

Hora		Livianos	Buses	Pesados	Σ de cuartos de hora de vehículos
De	a			C - 2P	
6:00	6:15	4	1		5
6:15	6:30	1		2	3
6:30	6:45	4			4
6:45	7:00	3			3
Sumatoria Σ		12	1	2	15
Distribución %		80,00	6,66	13,33	100,00

Fuente: Autor

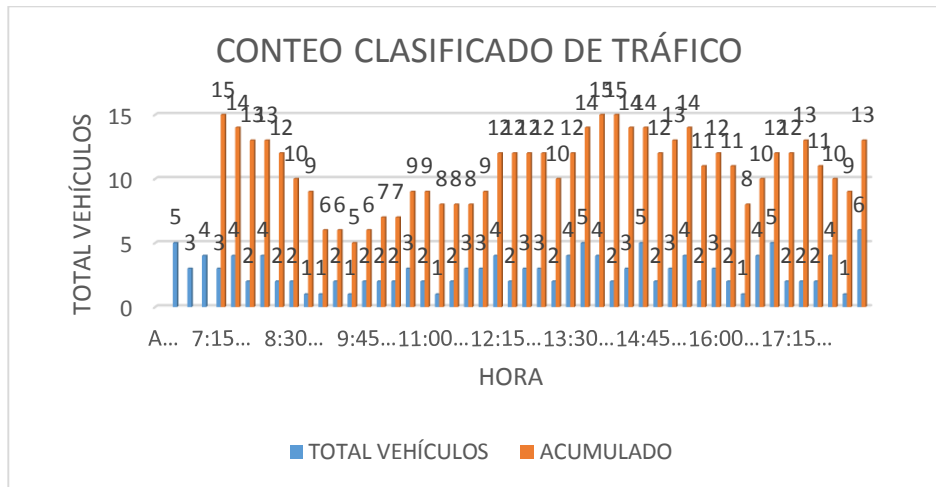
Gráfico 26 Volumen vehicular durante la hora pico



Fuente: Autor

En la hora de mayor volumen de tránsito circularon 12 vehículos livianos, 1 bus y 2 camiones de dos ejes-pequeño. Dando como resultado 15 vehículos en la hora de mayor afluencia.

Gráfico 27 Distribución de tráfico vehicular



Fuente: Autor

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

El volumen de tránsito de la hora pico o 30va HD para carreteras rurales esta entre 12 y 18 por ciento del TPDA, con un término medio bastante representativo de 15 por ciento de dicho TPDA para vías rurales.

Cuadro 25 Volumen de tránsito de la hora pico

Vías urbanas		Vías rurales	
		12%	18%
vías urbanas	10%	Intermedio	15%
		8%	12%

Fuente: Autor

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

Livianos	12
Buses	1
Camiones -2P	2

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

Donde:

VHP = volumen en hora pico

TPDA = tráfico promedio diario anual

Despejando

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

Para vehículos livianos

$$TPDA = \frac{12}{0.15}$$

$$TPDA = 80 \text{ vehiculos}$$

Para buses

$$TPDA = \frac{1}{0.15}$$

$$TPDA = 7 \text{ vehiculos}$$

Para C-2P

$$TPDA = \frac{2}{0.15}$$

$$TPDA = 13 \text{ vehiculos}$$

Cuadro 26 Tráfico promedio diario anual, TPDA

Tipo de vehículos	VHP de cada tipo de vehículo	TPDA
Livianos	12	80
Buses	1	7
Camiones 2P	2	13
	TPDA	100 vehículos

Fuente: Autor

4.1.3.2 Cálculo del tránsito atraído (10% TPDA)

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

Para vehículos livianos

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

$$T_{at} = 10\% * 80$$

$$T_{at} = 8 \text{ vehículos}$$

Para buses

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

$$T_{at} = 10\% * 7$$

$$T_{at} = 0.7 = 1 \text{ vehículo}$$

Para C-2P

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

$$T_{at} = 10\% * 13$$

$$T_{at} = 1.3 = 1 \text{ vehículos}$$

Cuadro 27 Tráfico atraído

Tipo de vehículos	TPDA	T at
Livianos	80	8 =8
Buses	7	0.7 = 1
Camiones 2P	13	1.3 = 1
	T at	10 vehículos

Fuente: Autor

4.1.3.3 Cálculo del Tránsito actual (TPDA + T atraído)

$$T_{ac} = TPDA + T_{at}$$

Para vehículos livianos

$$T_{ac} = TPDA + T_{at}$$

$$T_{ac} = 80 + 8$$

$$T_{ac} = 88 \text{ vehículos}$$

Para buses

$$Tac = TPDA + Tat$$

$$Tac = 7 + 0.07$$

$$Tac = 7 \text{ veh\u00edculos}$$

Para C-2P

$$Tac = TPDA + Tat$$

$$Tac = 13 + 1.3$$

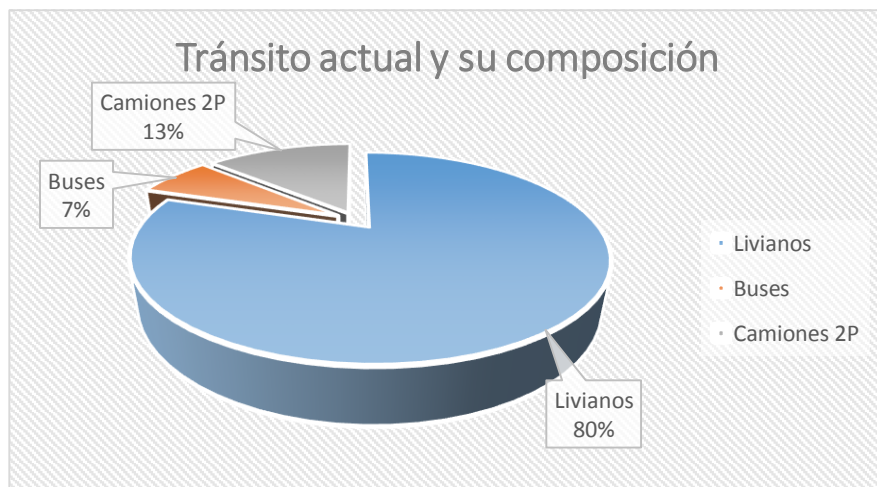
$$Tac = 15 \text{ eh\u00edculos}$$

Cuadro 28 Tr\u00e1nsito actual y su composici\u00f3n

Tipo de veh\u00edculos	TPDA (veh\u00edculos)	Tr\u00e1nsito atra\u00eddo (10% TPDA)	Tr\u00e1nsito Actual Tac (veh\u00edculos)	%
Livianos	80	8	88	80%
Buses	7	1	7	7%
Camiones 2P	3	1	15	13%
Sumatoria Σ	100	10	110	100%

Fuente: Autor

Gr\u00e1fico 28 Composici\u00f3n del tr\u00e1nsito actual



Fuente: Autor

4.1.3.4 Cálculo del Tránsito futuro o proyectado ($Tac (1 + i)^n$)

Se proyectó el tráfico futuro de acuerdo a las tasas de crecimiento del parque automotor. Para vehículos livianos $i= 3.25\%$, buses $i=1.62\%$, pesados $i=1.58\%$, para una proyección de 20 años de diseño.

Para vehículos livianos

$$Tp \text{ o } Tf = Tac (1 + i)^n$$

$$Tp = 88(1 + 0,0325)^{20}$$

$$Tp = 167 \text{ veh\u00edculos}$$

Para buses

$$Tp \text{ o } Tf = Tac (1 + i)^n$$

$$Tp = 7 (1 + 0,0162)^{20}$$

$$Tp = 10 \text{ veh\u00edculos}$$

Para C-2P

$$Tp \text{ o } Tf = Tac (1 + i)^n$$

$$Tp = 15 (1 + 0,0158)^{20}$$

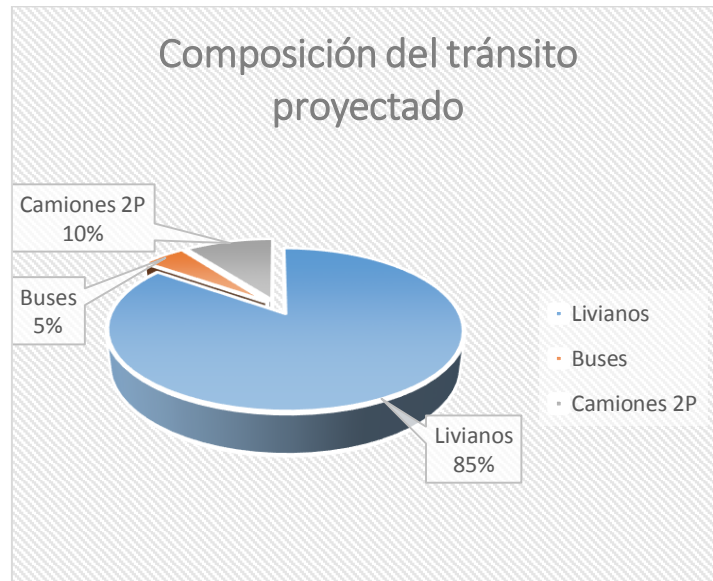
$$Tp = 20 \text{ veh\u00edculos}$$

Cuadro 29 Composición de tránsito actual y tráfico proyectado

Tipo de Veh\u00edculos	Tr\u00e1nsito Actual	Tr\u00e1nsito proyectado (20 a\u00f1os)	%
Livianos	88	167	85,00%
Buses	7	10	5,00%
Camiones -2P	15	20	10,00%
Sumatoria Σ	110	197	100%

Fuente: Autor

Gráfico 29 Composición del tránsito proyectado



Fuente: Autor

Cuadro 30 Resumen del tránsito proyectado

Tipo de Vehículos	Totales	TPDA (veh)	Tránsito atraído (10% TPDA)	Tránsito Actual Tac (veh)	%	Tránsito proyectado	%
Livianos	12	80	8	88	80	167	85
Buses	1	7	1	7	7	10	5
Camiones 2P	2	13	1	15	13	20	10
Sumatoria Σ		100	10	110	100	197	100

Fuente: Autor

Cuadro 31 Composición del tránsito proyectado al año 20 del W18

AÑO	% Crecimiento			TRANSITO PROMEDIO DIARIO				W18	W18 ACUMULADO
	LIVIANOS	BUSES	PESADOS C - 2P	TPDA TOTAL	LIVIANOS	BUSES	PESADOS C - 2P		
2015	4,47%	2,22%	2,18%	110	88	7	15	1818	1818
2016	3,97%	1,97%	1,94%	116	92	8	16	2040	3858
2017	3,97%	1,97%	1,94%	120	96	8	16	2040	5898
2018	3,97%	1,97%	1,94%	123	99	8	16	2040	7938
2019	3,97%	1,97%	1,94%	128	103	8	17	2073	10011
2020	3,97%	1,97%	1,94%	132	107	8	17	2073	12084
2021	3,57%	1,78%	1,74%	134	109	8	17	2073	14157
2022	3,57%	1,78%	1,74%	138	113	8	17	2073	16230
2023	3,57%	1,78%	1,74%	144	117	9	18	2295	18525
2024	3,57%	1,78%	1,74%	148	121	9	18	2295	20820
2025	3,57%	1,78%	1,74%	152	125	9	18	2295	23115
2026	3,25%	1,62%	1,58%	153	126	9	18	2295	25410
2027	3,25%	1,62%	1,58%	158	130	9	19	2328	27738
2028	3,25%	1,62%	1,58%	162	134	9	19	2328	30066
2029	3,25%	1,62%	1,58%	166	138	9	19	2328	32394
2030	3,25%	1,62%	1,58%	171	143	9	19	2328	34722
2031	3,25%	1,62%	1,58%	177	147	10	20	2550	37272
2032	3,25%	1,62%	1,58%	182	152	10	20	2550	39822
2033	3,25%	1,62%	1,58%	187	157	10	20	2550	42372
2034	3,25%	1,62%	1,58%	193	162	10	21	2583	44955
2035	3,25%	1,62%	1,58%	198	167	10	21	2583	47538

Fuente: Autor

4.1.4 Análisis de resultados del estudio de suelos

Para el estudio de suelos se contó con los moradores del sector los cuales dieron información preliminar para una determinación inicial de las condiciones generales del suelo y también para determinar el lugar de cada calicata a cielo abierto, con el fin de tomar muestras para hacer los ensayos.

Se tomó cinco muestras en los: Km 1+000, Km 2+000, Km 3+000, Km 4+000 y Km 5+000, para llevarlas a un laboratorio especializado para realizar todos los ensayos requeridos para el estudio de suelos

4.1.4.1 Límites de Atterberg

Cuadro 32 Límites de Atterberg

Ensayo Muestras	Límite líquido %	Límite plástico %	Índice plástico %
Km 1+000	29.20	26.32	2.88
Km 2+000	29.20	23.69	5.51
Km 3+000	27.20	np	np
Km 4+000	31.80	25.34	6.46
Km 5+000	29.20	24.98	4.22

Fuente: Autor

4.1.4.2 Compactación

Cuadro 33 Compactación

Ensayo Muestras	γ máx	w óptimo %
Km 1+000	1.527	21.0
Km 2+000	1.520	21.0
Km 3+000	1.518	20.0
Km 4+000	1.580	21.0
Km 5+000	1.558	22.1

Fuente: Autor

4.1.4.3 CBR de diseño

“El criterio más difundido para la determinación de la resistencia de diseño es el propuesto por el Instituto del Asfalto, el cual recomienda tomar un valor total, que el 60%, 75% o el 87.5 % de los valores individuales sean mayores o iguales que

este valor de acuerdo con el tránsito que se espera circule por el pavimento. Criterio para la selección de la capacidad de soporte en los tramos homogéneos¹⁷.

Cuadro 34 Valor de resistencia de diseño

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

Fuente: AASHTO, (1993)

El número de ejes equivalentes para el proyecto fue 6,17 E+04, por lo tanto según la tabla anterior el porcentaje que se utilizó para hallar la resistencia fue 60%.

4.2 INTERPRETACIÓN DE DATOS

4.2.1 Interpretación de datos de las encuestas

Cuadro 35 Interpretación de datos de las encuestas

Pregunta N°	Descripción	Interpretación
1	¿Considera usted que el estado actual de la vía está en buenas condiciones?	El 90% de las personas consideran que la vía no está en buenas condiciones y el 10% considera que la vía si está en buenas condiciones
2	¿Cree usted que es necesario mejorar la vía?	El 90% consideran que es necesario mejorar la vía y el 10% considera que no es necesario mejorar la vía

¹⁷ Normas de diseño del pavimento flexible método AASHTO – 93

3	¿Tiene facilidad para transportar sus productos por la vía?	El 83% consideran que no y el 17% considera que sí
4	¿Cree usted que una mejor vía ayudaría a transportarse de manera más rápida, cómoda y segura a los centros educativos?	El 95% consideran que si y el 5% considera que no
5	¿Cree usted que se debería asfaltar la vía?	El 92% de las personas encuestadas consideran que si se debería asfaltar la vía y el 8% considera que no se la debería asfaltar.
6	¿Utiliza usted la vía a diario?	El 79% de las personas encuestadas utilizan la vía a diario y el 21% no utiliza la vía a diario.
7	¿Se puede trasportar fácilmente por la vía cuando llueve?	El 11% opina que si y el 89% opinan que no
8	¿Ha sufrido usted o algún miembro de su familia alguna enfermedad a causa del polvo que genera la vía?	El 60% afirma que no, y el 40% afirma que sí.
9	¿Ha existido accidentes en la vía por su actual estado?	El 5% afirma que si, y el 95% afirma que no
10	¿Cree usted que una mejor vía le ayudaría en su economía?	El 2% consideran que no y el 98% consideran que si

Fuente: Autor

4.2.2 Interpretación de datos del estudio topográfico

Al revisar el perfil de terreno se observó que es ondulado con pocos tramos montañosos por lo cual supone moderados movimientos de tierra, lo que permitió alineamientos con cierta rectitud, la vía tiene cierta capacidad de drenaje longitudinal, sin embargo no cuenta con cunetas, y la sección transversal de la vía existente no presenta un bombeo adecuado. La superficie se realizó con curvas de nivel tipo índice y las intermedias, las primeras distanciadas cada 5 metros y las segundas cada metro para apreciar de mejor manera la topografía del proyecto.

4.2.3 Interpretación de datos del estudio de tráfico

Según los datos obtenidos y tabulados se observó que el tránsito normal de la vía de mayor frecuencia son vehículos livianos, seguidos por una circulación baja de buses y camiones de 2 ejes pequeños (C-2P), que se los considero para el diseño puesto que ofrecen la carga a soportar de la vía influyendo más que los vehículos livianos en la determinación de la estructura del pavimento.

El tránsito futuro para un periodo de 20 años fue de 190 vehículos, por lo cual la vía según este tráfico es de IV orden o camino vecinal ya que está dentro del rango de 100 a 300 vehículos, según las Normas de diseño geométrico del MOP 2003.

4.2.4 Interpretación de datos del estudio de suelos

De las 5 calicatas se tomaron muestras representativas para realizar los respectivos ensayos, determinándose un CBR de diseño del 23.0% considerando el valor de 60.0 % como percentil para el cálculo de la resistencia.

Cuadro 36 Clasificación del suelo de acuerdo al C.B.R

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

Fuente: MOP, (2003)

Según el siguiente cuadro se pudo clasificar a la subrasante como Muy buena.

Según este CBR de la subrasante, el suelo de fundación se categorizó como un suelo Muy bueno, analizando su granulometría según la SUCS el suelo se identificó como SM-SC (Arena Limo arcillosa) propio de los suelos cohesivos presentes en la zona del proyecto, características que fueron consideradas para el diseño de la estructura del pavimento.

4.3 VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS

Se utiliza la prueba estadística del X^2 de Pearson ó chi cuadrado de Pearson, que compara lo observado respecto a lo esperado, mediante la presentación de los datos en tablas de contingencia, en donde se determina si dos variables están relacionadas o no, en base al procedimiento.

4.3.1 Formulación de hipótesis

4.3.1.1 Hipótesis nula (H₀)

Es aquella en la que se asegura que los dos parámetros analizados son independientes uno del otro.

H₀: “El diseño geométrico y el diseño de la estructura del pavimento de la vía Condorahua desde el Calvario hasta Condorahua Grande, parroquia El Rosario, cantón Pelileo, provincia del Tungurahua, no mejorará la calidad de vida de los pobladores”.

4.3.1.2 Hipótesis alternativa (H_a) ó hipótesis de investigación

Es aquella en la que se asegura que los dos parámetros analizados sí son dependientes.

H_a: “El diseño geométrico y el diseño de la estructura del pavimento de la vía Condorahua desde el Calvario hasta Condorahua Grande, parroquia El Rosario, cantón Pelileo, provincia del Tungurahua, mejorará la calidad de vida de los pobladores”

4.3.2 Cálculo del Chi-cuadrado (X²)

$$x = X_{cal}^2 \sum \frac{(f_o - f_e)}{f_e}$$

Donde

f_o= frecuencia del valor observado

f_e=frecuencia del valor esperado

Lo siguiente es escoger dos preguntas ver las frecuencias de las respuestas, las mismas que tienen que ser las más significativas de la encuesta que se realizó a los habitantes del sector y realizar con estas una tabla de contingencia.

Las preguntas son:

1 ¿Considera usted que el estado actual de la vía está en buenas condiciones?

10 ¿Cree usted que una mejor vía le ayudaría en su economía?

Cuadro 37 Frecuencias observadas

P1	Si	No	Total
P10			
Si	17	179	196
No	3	2	5
Total	20	181	201

Fuente: Autor

Frecuencias esperadas:

$$\text{frec. esp} = \frac{\text{total de columna para dicha celda} * \text{Total de fila para dicha celda}}{\text{Suma total de frecuencias observadas}}$$

$$\text{frec. esp} = \frac{196 * 20}{201}$$

Cuadro 38 Frecuencias esperadas

P1	Si	No	Total
P10			
Si	19.50	176.50	196
No	0.50	4.50	5
Total	20	181	201

Fuente: Autor

Cuadro 39 Chi cuadrado

fo	fe	(fo-fe) ²	$\frac{(fo-fe)^2}{fe}$
17	19.50	380.35	19.50
179	176.50	6.26	0.04
3	0.50	6.26	12.59
2	4.50	6.26	1.39
X^2			33.52

Fuente: Autor

4.3.3 Grados de libertad (gl)

Los grados de libertad es el número de valores que pueden ser asignados de forma arbitraria.

$$gl = (r - 1) * (k - 1)$$

Donde:

r = número de filas

k = el número de columnas.

$$gl = (2 - 1) * (2 - 1)$$

$$gl = 1$$

4.3.4 Nivel de significación (α)

Es el complemento del nivel de la confianza.

El nivel de confianza es del 95%, el nivel de significación (α) es el 5 % = (0.05)

4.3.5 Chi tabulado X_t

El chi tabulado (X_t) se obtiene con los grados de libertad y el nivel de significancia en la tabla de distribución Chi cuadrado.

$$X_t = 3.841$$

Cuadro 40 Tabla de distribución de Chi Cuadrado

Grados de Libertad	Probabilidad de un valor superior				
	0.1	0.05	0.025	0.01	0.005
1	2,72	3,84	5,02	6,63	7,88
2	4,61	5,99	7,38	9,21	10,6
3	6,25	7,81	9,35	11,34	12,84
4	7,78	9,49	11,14	13,28	14,86
5	9,24	11,07	12,83	15,09	16,75
6	10,64	12,59	14,45	16,81	18,55
7	12,02	14,07	16,01	18,48	20,28
8	13,36	15,51	17,53	20,09	21,95
9	14,68	16,92	19,02	21,67	23,59
10	15,99	18,31	20,48	23,21	25,19

Fuente: Autor

4.3.6 Comparación entre el chi-cuadrado calculado y el chi-tabulado

La comparación se hace entre los valores del chi cuadrado calculado X^2 y el chi cuadrado tabulado X_t^2 .

Si ($X^2 > X_t^2$) rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alternativa (H_a)

$$X^2 = 33.52$$

$$X_t^2 = 3.84$$

$$X^2 > X_t^2$$

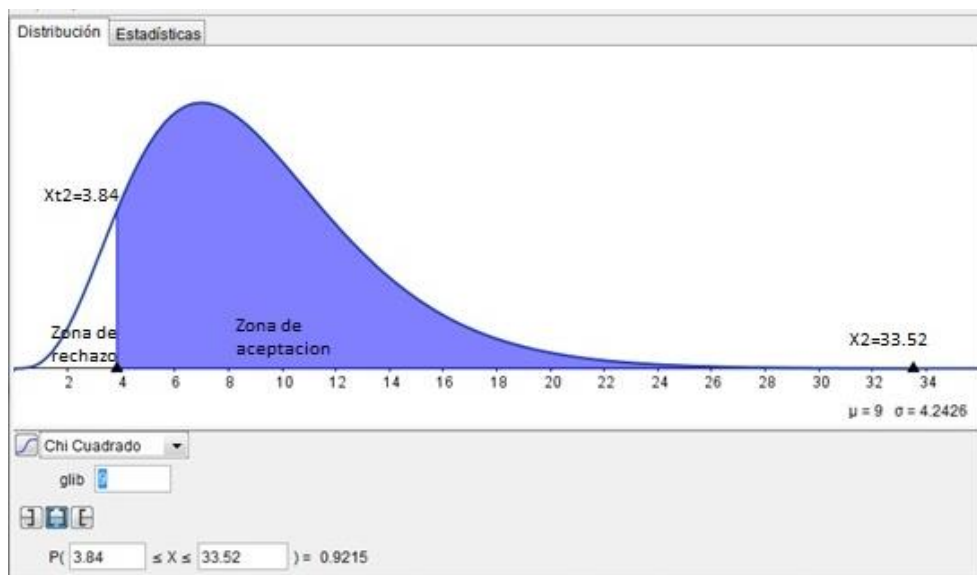
$$33.52 > 3.84$$

Del resultado obtenido se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa o de investigación (H_a).

H_a : “El diseño geométrico y el diseño de la estructura del pavimento de la vía Condorahua desde el Calvario hasta Condorahua Grande, parroquia El Rosario, cantón Pelileo, provincia del Tungurahua, mejorará la calidad de vida de los pobladores”

Para graficar este resultado se utiliza el programa Geo-Gebra. Y se muestra las zonas de aceptación y rechazo.

Gráfico 30 Distribución gráfica de la prueba Chi-Cuadrado



Fuente: Autor

4.3.7 Decisión

Se plantea como hipótesis: “El diseño geométrico y el diseño de la estructura del pavimento de la vía Condorahua desde el Calvario hasta Condorahua Grande, parroquia El Rosario, cantón Pelileo, provincia del Tungurahua, mejorará la calidad de vida de los pobladores”

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

La vía posee un ancho promedio de 4.00m y es empedrada, siendo un grave problema para los moradores tanto en el transporte de sus productos como el mantenimiento de sus vehículos, mejorando así su calidad de vida.

Con el estudio topográfico inicial la vía actual posee una longitud total de 5241m empezando en el K 0+000 de la comunidad de El Calvario y terminado en la abscisa 5+241 en el estadio de la comunidad de Condorahua Grande. Una vez hecho el diseño la vía baja su longitud a 4967m debido a que por tener la actual vía radios pequeños en las quebradas se debe subir la vía y construir puentes gestionados por el GAD El Rosario y por ser muy angosta se debe construir muros en los lugares donde se tiene que ensanchar la vía para que al rellenar este alcance el CBR del suelo de fundación, todo esto se hará por gestión de las autoridades del Gobierno Autónomo Descentralizado de El Rosario.

Para conocer el grado de aceptación de los habitantes ante el hecho de hacer un diseño y mejorar la vía existente se realizó una encuesta de 10 preguntas acerca de la condición de la vía, a una muestra de 201 habitantes del sector según el tamaño de muestras para poblaciones finitas

Con las preguntas realizadas se escogió dos de ellas y se realizó el estudio comparativo a fin de verificar si la hipótesis es rechazada o aceptada, dando como resultado que el valor de la prueba estadística chi cuadrado estadístico $X^2= 33.52$ es mayor al valor crítico ó chi cuadrado tabulado $Xt^2= 3.84$; por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis de investigación o alternativa,

con lo cual se concluye que “El diseño geométrico y el diseño de la estructura del pavimento de la vía Condorahua desde el Calvario hasta Condorahua Grande, parroquia El Rosario, cantón Pelileo, provincia del Tungurahua, mejorará la calidad de vida de los pobladores” , por lo tanto queda verificada la hipótesis.

Mediante el estudio del conteo de tráfico se estableció que el día de máxima demanda vehicular tuvo una hora pico de (6:00 – 7:00) horas, dando como resultado 15 vehículos en la hora de mayor afluencia.

Mediante el método de la 30va hora de diseño el TPDA fue de 100 autos. Y el Tráfico proyectada de 197 autos al final del periodo de diseño de 20 años.

Mediante este volumen vehicular se clasificó como un camino vecinal ondulado de IV orden, puesto que ingresó dentro del rango de 100- 300 TPDA, según las Normas de diseño geométrico del Ministerio de Obras Públicas MOP-2003.

Para el cálculo de los elementos del diseño del perfil longitudinal y transversal se tomó los valores absolutos con una velocidad de diseño de 35Km/h, debido a que el tránsito proyectado es cercano al límite inferior.

El radio mínimo para curvas horizontales para velocidades de 30Km/h según las normativas del MOP es de 30 m.

La distancia de parada es de 35 m la distancia de rebasamiento es de 150 m y coeficiente K para curvas verticales convexas ($K=3$), y curvas verticales cóncavas ($K=3$) establecido según la normativa del MOP.

Se adoptó un peralte máximo de 8% para velocidades de diseño menores a 50 km/h.

Se determinó una capacidad de soporte del suelo CBR= 23%, de la subrasante, así que se categorizó al suelo de fundación como muy bueno, analizando su granulometría según la SUCS el suelo se identificó como SM-SC (Arena Limo

arcillosa) propio de los suelos cohesivos presentes en la zona del proyecto, características que fueron consideradas para el diseño de la estructura del pavimento.

La sección típica de diseño para una vía de IV orden o camino vecinal, tiene un ancho de calzada de 6 metros, con cunetas de 1m de ancho para la recolección de las aguas.

Se determinó las capas de la estructura del pavimento flexible mediante el Método AASHTO-93 basado en la determinación del Número Estructural SN, mediante el Tráfico equivalente $W_{18} = 47538$.

Se determinó solamente dos capas para la estructura del pavimento, con las siguientes dimensiones, la carpeta asfáltica de 5 cm y la base de 10 cm.

La capa base es de clase 4, cuyos agregados deberán tener un coeficiente de desgaste máximo de 40%, en base al ensayo de abrasión de la Máquina de los Ángeles, un índice de plasticidad menor que 6 y un límite líquido máximo de 25, con un CBR igual o mayor del 80%.

La señalización esta en base al MTOP y las normas INEN referente a la señalización horizontal y vertical, las dimensiones son para las señales informativas, turísticas y de servicios de 2,40 m * 1,20 m, las señales preventivas y reglamentarias de 0,75 m * 0,75m.

Se diseñó la vía en base al canal de riego Pachanlica existente, respetándolo y tratando de no dañarlo, es así que se tuvo que hacer muros en algunos tramos donde se requiera para cumplir con el ancho de 6m que la norma da para ese tipo de vía.

5.2 RECOMENDACIONES

Se recomienda hacer siempre una investigación de campo para conocer bien el lugar del proyecto.

Realizar una socialización con los moradores de la zona implicada a fin de comunicarles sobre el proyecto y conocer su grado de aceptación del mismo.

Las calicatas a cielo abierto se deben realizar a un lado de la vía, con la ayuda de los moradores, para ir integrándoles en el proyecto.

Construir los sistemas de drenaje cunetas y alcantarillas de acuerdo a las especificaciones de diseño a fin de que las condiciones de drenaje sean las adecuadas.

Verificar la calidad de los materiales, para dar mayor seguridad, confort a la vía.

El alineamiento debe ser en lo posible consistente con la topografía, pero si existe como en este caso un canal de riego deberá ser respetado y tratar en lo posible de no toparlo.

Se recomienda, que los puentes que se construyan por gestión de las autoridades del GAD El Rosario sean diseñados en base a los estudios de tráfico y de ejes equivalentes. Así mismo los muros en donde se requieran ensanchamientos de la vía sean diseñados en base a que el relleno alcance el CBR del suelo de fundación.

La construcción de los puentes en las abscisas donde se requieran estarán a cargo de las autoridades de GAD El Rosario y estos como recomendación pueden ser puentes de alcantarilla metálica simple tipo bóveda.

La construcción de la vía, puentes, muros, señalética horizontal y vertical se haga dando seguridad al peatón y conductor y cumpliendo con las normas de seguridad, salud y ambiente.

CAPITULO VI

PROPUESTA

TEMA

“REALIZAR EL DISEÑO GEOMÉTRICO Y EL DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA VÍA CONDORAHUA DESDE EL CALVARIO HASTA CONDORAHUA GRANDE, PARROQUIA EL ROSARIO, CANTÓN PELILEO, PROVINCIA DEL TUNGURAHUA, PARA MEJORAR LA CALIDAD DE VIDA DE SUS HABITANTES”

6.1 DATOS INFORMATIVOS

6.1.1 Ubicación

El proyecto se lo realizó en la parroquia El Rosario, cantón Pelileo, provincia del Tungurahua, en la vía que une El Calvario y Condorahua Grande. Cuya ubicación según (Datum WGS 84) son:

Cuadro 41 Ubicación geográfica del proyecto

Lugar	Punto	Este	Norte	Cota(m.s.n.m)	Abscisa
El Calvario	inicio	771213.20	9857939.04	2664.76	0+000
Condorahua Grande	final	773027.08	9859566.43	2660.05	5+241

Fuente: Autor

El Rosario se encuentra al noroccidente del cantón San Pedro de Pelileo en la provincia del Tungurahua y posee una superficie de 1343.60 hectáreas. Formada por cinco caseríos que son: Nitón, Churumanga, Sacato, Condorahua, Rumichaca. Cuyos límites son:

Norte: parroquia Chiquicha

Sur: parroquia Salasaca

Este: parroquia García Moreno

Oeste: parroquia Picaihua del cantón Ambato

6.1.2 Población

Los datos obtenidos para la población se hizo a los habitantes de la parroquia El Rosario en base a los datos obtenidos del último censo realizado en el año 2010 por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC).

Cuadro 42 Población, superficie (km²), densidad poblacional a nivel parroquial

Código	Nombre de provincia	Nombre de cantón	Nombre de parroquia	Población Rural (hab)	Superficie de la parroquia (km ²)	Densidad Poblacional (hab/km ²)
180755	Tungurahua	San Pedro de Pelileo	El Rosario	2638	13,39	197,01

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos INEC, (2010)

De la población de 2638 personas 1269 son hombres y 1369 son mujeres.

6.1.3 Condiciones climáticas

Se caracteriza por tener vientos fríos y neblina espesa especialmente en la comunidad de Nitón. La parroquia presenta dos rangos de temperatura;

El primero que cubre la mayor parte del territorio desde Patuloma hacia el norte es de 14⁰a16⁰C.

El segundo rango se presenta en una pequeña porción al sur de Patuloma hasta el límite con la parroquia Salasaca es de +- 14° C.

6.1.4 Análisis socioeconómico

El análisis socioeconómico de los habitantes de la zona, está basada en:

6.1.4.1 Salud

Los habitantes cuentan con un centro de salud en la parroquia El Rosario.

6.1.4.2 Vivienda

Los habitantes del sector poseen viviendas propias en su mayoría de hormigón.

6.1.4.3 Educación

La educación primaria está centrada en su mayoría en la escuela Jaime Roldós Aguilera situada en Condorahua Grande, la educación secundaria y Universitaria en su mayoría se trasladan hacia los distintos centros educativos de Ambato.

6.1.4.4 Servicios Básicos

Los habitantes cuentan con luz eléctrica en un 90.34%, agua potable, no poseen alcantarillado por ser una zona rural ni dispone de telefonía fija. El servicio de internet posee apenas 10 viviendas, y la Junta Parroquial el cual presta este servicio a la comunidad.

6.1.4.5 Producción

La población en su mayoría se dedica a la producción agrícola, luego ganadera, construcción, comercio minorista, artesanía y minera. La población económicamente activa es de 1617 personas un 67% y las ocupadas 991 personas un 33%, según datos del Plan de desarrollo y ordenamiento territorial de la parroquia El Rosario.

6.1.4.6 Transporte

La población cuenta con un servicio de transporte de buses de la cooperativa “Ambateñita”, con turnos todos los días a la ciudad de Ambato, y los sábados hacia la ciudad de Pelileo la cual ingresa solo en la mañana y en la tarde, pero también lo hacen mediante camionetas.

6.2 ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA

La parroquia El Rosario en la actualidad se encuentra en un crecimiento a nivel de todas sus actividades socioeconómicas es por esto que la misma se ve en la necesidad de mejorar su sistema vial que facilite así la circulación de vehículos y personas para poder comercializar los diferentes productos.

El estudio realizado indica la situación actual de la vía que une El Calvario a Condorahua Grande, en lo referente a la topografía, tráfico, estudios de suelos e infraestructura vial existente en el sector. Con el fin de obtener un diseño geométrico y diseño del pavimento de la vía. Y así con este proyecto dar solución al problema de mejorar la vía.

6.3 JUSTIFICACIÓN

Para conocer la problemática que tiene la vía se realizó en primera instancia un estudio de campo y entrevistas con los habitantes del sector y se pudo llegar a la conclusión de que la vía se encuentra empedrada en todo su trayecto y que ese empedrado está deteriorado ocasionando daños a los automotores, problemas para sacar sus productos así como también la generación de polvo ocasionando enfermedades a los habitantes del sector.

Es por esta razón que se requiere diseñar e implementar un pavimento flexible en base a las recomendaciones tomadas de criterios de las Normas de diseño geométrico MOP 2003 con el fin de mejorar la vía y así buscar que la circulación tanto vehicular como peatonal sea más segura, rápida y comfortable al momento de circular por la misma.

6.4 OBJETIVOS

6.4.1 General

Realizar el diseño geométrico y el diseño de la estructura del pavimento de la vía Condorahua desde El Calvario hasta Condorahua Grande, parroquia El Rosario, cantón Pelileo, provincia del Tungurahua, para mejorar la calidad de vida de sus habitantes.

6.4.2 Específicos

- Diseñar geométricamente la vía
- Diseñar la estructura del pavimento
- Diseñar el sistema de drenaje de la vía (cunetas y alcantarillas)
- Elaborar el presupuesto referencial
- Realizar el cronograma valorado de trabajo

6.5 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD

6.5.1 Factibilidad técnica

Una vez obtenido los datos de la topografía del proyecto es posible realizar un diseño geométrico en base a las especificaciones técnicas dispuestas por el MOP y así cumplir con los objetivos de funcionalidad, seguridad y comodidad que las especificaciones requieren.

6.5.2 Factibilidad económica

El proyecto se encaminara en lo posible a optimizar los recursos económicos adaptándolo a la topografía existente y no encarecer el valor de la obra.

6.5.3 Factibilidad social

El proyecto cuenta con un apoyo total de sus habitantes ya que son ellos los que han venido gestionando que la vía sea mejorada con el fin de precautelar su salud, sacar sus productos y así mejorar su economía. Es por eso que es necesario realizar el diseño geométrico y el diseño del pavimento adecuado para así cumplir con las expectativas de sus moradores.

6.5.4 Factibilidad legal

Las autoridades y los moradores del sector están en total acuerdo con el proyecto es así que no existen trabas algunas en la parte legal por las dos partes para que se mejore la vía.

6.5.5 Factibilidad ambiental

El proyecto no afectará a las condiciones ambientales actuales, debido a que se aprovechará el diseño actual de la vía y solo se mejorara e mismo.

6.6 FUNDAMENTACIÓN

En la realización de los estudios para el diseño geométrico de un camino es de suma importancia la topografía del terreno, siendo este un factor determinante en la elección de los valores de los diferentes parámetros que intervienen en su diseño.¹⁸

6.6.1 Diseño geométrico

El diseño geométrico es la parte más importante dentro de un proyecto de construcción o mejoramiento de una vía, pues allí se determina su configuración tridimensional, es decir la ubicación y la forma geométrica definida por la forma misma de la carretera, es decir que esta sea funcional segura, estética, económica

¹⁸ Normas de diseño geométrico-2003, pp. 4

y compatible con el medio ambiente, adaptándose en lo posible a la topografía natural, a los usos del suelo y al valor de la tierra.

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

El diseño geométrico consiste en determinar el eje de la carretera, inicialmente, tanto en planta como en perfil, de acuerdo con el criterio del proyectista y cumpliendo las especificaciones establecidas por las normas. (Chocontá, 2002, p.64)

6.6.2 Diseño de la estructura del pavimento

Un pavimento debe ser diseñado de tal manera que las cargas impuestas por el tránsito no generen deformaciones permanentes excesivas. En el caso de los pavimentos flexibles estas deformaciones se producen en cada una de las capas del pavimento y que se supone que las deformaciones permanentes ocurren solamente en la subrasante.

Sin embargo, en vías donde se construyen capas asfálticas delgadas o de baja rigidez las capas granulares soportan el esfuerzo aplicado casi en su totalidad y la magnitud de dichos esfuerzos puede llegar a generar valores altos de deformación permanente. Por lo tanto, las metodologías de diseño deben comenzar a tener en cuenta las deformaciones que se producen en estas capas, y los modelos para predecir dichas deformaciones, deben ser capaces de reproducir el comportamiento de estos materiales bajo diversas trayectorias de carga cíclica y condiciones del medio ambiente.¹⁹

Proyectar un pavimento significa la combinación de materiales, espesores y posiciones de las capas constituyentes que sean las más económicas, de entre

¹⁹ *Ciencia e Ingeniería Neogranadina, Vol. 17-2, pp. 41-65. Bogotá, Diciembre de 2007. ISSN 0124-8170*

todas las alternativas viables que satisfagan los requisitos funcionales requeridos.

20

6.6.3 Sistema de drenaje

Para que exista un adecuado sistema de drenaje en la construcción de una vía no se debe interrumpir en la mayor parte al drenaje natural del terreno y tratar de mantener los patrones naturales de drenajes existentes y que si hay cambios que estos no deban crear ningún punto velocidades que originen efectos adicionales de erosión. Procurando que las aguas después de una lluvia sean drenadas inmediatamente evitando así aguas estancadas a los lados de la carretera que por acción capilar puedan reblandecer el terreno de cimentación y contribuir a las fallas en el pavimento.

El diseño de drenaje debe ser de tal manera que los caudales de lluvias que ocurren cada diez años no ocasionen embalsamiento y las que se pueden esperar cada 50 y 100 años originen un embalsamiento aceptable.

Se realizó un estudio de precipitación de la zona para que las obras de drenaje satisfagan las condiciones del sector, el bombeo de la vía, cunetas y alcantarillas, poseen un adecuado diseño hidráulico, que ayudaran a drenar de forma eficiente las aguas.

6.7 METODOLOGÍA

Siguiendo una metodología lógica para la investigación se realizó primeramente una inspección visual a lo largo de toda la vía que dio datos iniciales del proyecto luego se realizó encuestas a los pobladores para proceder a realizar los estudios topográficos, estudios de circulación vehicular, estudios de suelos, análisis de datos obtenidos para clasificar la vía y buscar la mejor propuesta para mejorarla.

²⁰ <http://es.slideshare.net/narait/pavimentos-26290610>

6.7.1 Diseño geométrico

6.7.1.1 Estudio topográfico

Para el estudio topográfico inicial nos dio una longitud de vía de 5241m los puntos levantados se los realizo por medio de estación total cada 10m para la vía y cubriendo un ancho de faja de unos 40m a cada lado del eje de la vía, pero una vez hecho el diseño la vía quedo en 4967m.

Con el diseño horizontal se definió 3 puentes que serán construidos por gestión de las autoridades del GAD El Rosario. En las siguientes abscisas:

0+380 – 0+420 puente de 40m

1+720 – 1+780 puente de 43m

3+860 – 3+940 puente de 60m

Así mismo se colocara muros en los sitios donde el diseño transversal nos indique, para la ampliación de la vía. El mismo que ayudara a compactar el relleno hasta que se iguale al CBR del suelo de fundación.

La vía de IV orden o camino vecinal según las Normas de diseño geométrico del Ministerio de Obras Públicas (MOP 2003), tiene las siguientes características:

- Velocidad de diseño: 35 Km/h
- Radio mínimo de curvas horizontales: 30 m
- Distancia de visibilidad para parada: 35 m
- Distancia de visibilidad para rebasamiento: 150 m
- Peralte: 8 % para $V < 50$ Km/h
- Coeficiente K. curvas verticales convexas ($K=3$), Curvas verticales cóncavas ($K=3$)
- Gradiente longitudinal máxima: 8 % terreno ondulado, 12% terreno montañoso
- Gradiente longitudinal mínima: 0.5%
- Ancho de pavimento: 6.00 m para dos carriles.

Teniendo en cuenta todas las características que debe tener la vía, en el diseño se desplazó unas curvas horizontales lo que reduce la distancia a 4967m desde la cota 0+000 que está en El Calvario, hasta la cota 4+967 que llega al estadio de Condorahua Grande.

6.7.2 Diseño horizontal

6.7.2.1 Velocidad de diseño (Vd)

Velocidad de diseño 35 km/h, porque la topografía prevaeciente en el sector es ondulada con ciertos tramos montañosa. (Ver Tabla N^o 17)

$$Vd = 35 \text{ km/h}$$

6.7.2.2 Velocidad de circulación (Vc)

$$Vc = 0,8Vd + 6,5 \text{ (cuando TPDA} < 1000)$$

$$Vc = 0,8 * 35 \text{ km/h} + 6,5$$

$$Vc = 34,5 \text{ km/h} \approx 35 \text{ km/h}$$

6.7.2.3 Distancia de visibilidad de parada (Dvp)

$$Dp = d1 + d2$$

Donde:

Dvp = distancia de visibilidad de parada (m)

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

d2 = distancia de frenado (m)

$$d1 = 0.70 * Vc$$

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

Donde :

$$f = \frac{1.15}{Vc^{0.3}} = \frac{1.15}{35^{0.3}} = 0.40$$

Donde:

Vc = velocidad de circulación (km/h)

f = coeficiente de fricción longitudinal

$$Dvp = d1 + d2$$

$$Dvp = 0.70 * Vc + \frac{Vc^2}{254 * f}$$

$$Dvp = 0.70 * 35 + \frac{35^2}{254 * 0.40}$$

$$Dvp = 36,56 \text{ m} \approx 35 \text{ m (ver cuadro No.19)}$$

6.7.2.4 Distancias de visibilidad de rebasamiento (Dr)

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

Donde:

Dvr = distancia de visibilidad de rebasamiento (m)

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

$$Dvr = 9,54 Vd - 218$$

$$Dvr = 9,54 * 35 \text{ km/h} - 218$$

$$Dvr = 115,9 \text{ m}$$

$$Dvr = 150 \text{ m (ver gráfico N°20)}$$

6.7.3 Peralte máximo

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

Donde:

e = peralte de la curva (%)

Vd = velocidad de diseño (km/h)

R = radio de la curva circular (m)

f = coeficiente de fricción lateral

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

$$e = \frac{35^2}{127 (30 - 0.255)}$$

$$e = 0.32 \%$$

Como la vía del proyecto es tipo IV o camino vecinal con una velocidad de diseño de 35 km/h menor a 50 km/h según lo que establece las Normas de diseño geométrico de carreteras del MOP el valor del peralte máximo fue 8%.

6.7.4 Radio mínimo de curvas horizontales

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

Donde:

R= Radio de diseño (m)

Vd = velocidad de diseño (km/h)

e=peralte de la curva (%)

f= coeficiente máximo de fricción lateral

$$R = \frac{35^2}{127 (0.08 + 0.255)}$$

$$R = 28.79 \approx 30\text{m (ver cuadro No.4)}$$

6.7.5 Elementos de curvas circulares

Para el cálculo típico tomo la curva circular C8 que se diseñó con un radio de curvatura de 45 m.

6.7.5.1 Grado de curvatura (Gc)

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

$$Gc = \frac{360 * 20}{2 \pi 45}$$

$$Gc = 25.4647 = 25^{\circ} 27' 53.25''$$

6.7.5.2 Ángulo central (Δ)

El ángulo central de la curva C8 $\Delta = \alpha = 80^{\circ} 03' 08''$

6.7.5.3 Longitud de curva (Lc)

$$Lc = \frac{\pi R \Delta}{180}$$
$$Lc = \frac{\pi 45 (80^{\circ} 03' 08'')}{180}$$
$$Lc = 62.87 \text{ m}$$

6.7.5.4 Tangente o subtangente (ST)

$$ST = R * \text{Tan}\left(\frac{\Delta}{2}\right)$$
$$ST = 45 * \text{Tan}\left(\frac{80^{\circ} 03' 08''}{2}\right)$$
$$ST = 37.79 \text{ m}$$

6.7.5.5 External (E)

$$E = R * \left[\sec\left(\frac{\Delta}{2}\right) - 1 \right]$$
$$E = 45 * \left[\sec\left(\frac{80^{\circ} 03' 08''}{2}\right) - 1 \right]$$
$$E = 13.76 \text{ m}$$

6.7.5.6 Flecha (F) u ordenada media (M)

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

$$M = 45 * \left(1 - \cos \left(\frac{85^\circ 20' 53''}{2} \right) \right)$$

$$M = 10.54 \text{ m}$$

6.7.5.7 Cuerda larga (CL)

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

$$Cl = 2 * 45 * \left(\text{sen} \left(\frac{85^\circ 20' 53''}{2} \right) \right)$$

$$Cl = 57.88 \text{ m}$$

A partir del PC=1+319.20 y de estos elementos se procede a calcular el abscisado de los puntos principales de la curva circular.

6.7.5.8 Cálculo del PI

$$PC = PI - ST$$

$$PI = PC + ST$$

$$PC = 1 + 319.20$$

$$+ \frac{ST = 37.79}{PI = 1 + 357}$$

6.7.5.9 Cálculo del PT

$$PT = PC + Lc$$

$$PC = 1 + 319.20$$

$$+ \frac{Lc = 62.87}{PT = 1 + 382.07}$$

6.7.6 Diseño vertical

Para el cálculo típico se ha escogido la curva vertical C1

A partir del $PCV=3+303.78$ y $PTV=3+443.78$ se procede a calcular el abscisado de los puntos principales de la curva vertical.

6.7.6.1 Longitud de curva vertical L_{cv}

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

Donde:

PCV: Punto de comienzo de curva vertical

PTV: Punto final de la curva vertical

$$\begin{array}{r} PTV = 3 + 443.78 \\ - \\ PCV = 3 + 303.78 \\ \hline L_{cv} = \quad 140 \end{array}$$

6.7.6.2 Longitud de entrada y de salida L_1 y L_2

Para el proyecto todas las curvas verticales son simétricas $L_1=L_2$

$$\begin{aligned} L_1 = L_2 &= \frac{L_{cv}}{2} \\ L_1 = L_2 &= \frac{140}{2} \\ L_1 = L_2 &= 70.0m \end{aligned}$$

6.7.6.3 Abscisa del PIV

$$PIV = PCV + \frac{L_{cv}}{2}$$

$$\begin{array}{r} PCV = 3 + 303.78 \\ + \\ \frac{L_{cv}}{2} = \quad 70.0 \\ \hline PIV = 3 + 373.78 \end{array}$$

6.7.6.4 Gradientes de entrada y salida g_1 y g_2

Cotas:

$$PCV = 2660.71 \text{ m}$$

$$PIV = 2660.63 \text{ m}$$

$$PTV = 2666.51 \text{ m}$$

Abscisas:

$$PCV = 3+303.78$$

$$PIV = 3+373.78$$

$$PTV = 3+443.78$$

Gradiente g1

$$g1 = \frac{\text{Cotas}(PIV - PCV)}{\text{Abcisa}(PIV - PCV)} * 100$$

$$g1 = \frac{2660.63 - 2660.71}{3373.78 - 3303.78} * 100$$

$$g1 = -0.11 \%$$

Gradiente g2

$$g2 = \frac{\text{Cotas}(PTV - PIV)}{\text{Abcisa}(PTV - PIV)} * 100$$

$$g2 = \frac{2666.51 - 2660.63}{3443.78 - 3373.78} * 100$$

$$g2 = 8.38 \%$$

Como g1 negativa y g2 positiva es una curva cóncava

6.7.6.5 Diferencia algebraica de gradientes (A)

$$A = g1 - g2$$

$$A = -(0.11) - 8.38$$

$$A = -8.49$$

6.7.6.6 Longitud de curva $L=K*A$

$$Kcal = \frac{Lcv}{A}$$

$$Kcal = \frac{140}{-8.49}$$

$$Kcal = -16.48$$

$$L=K*A$$

$$L=(-16.48)*(-8.49)$$

$$L=193.91 \text{ m}$$

Para una curva cóncava la longitud de curva es $L=K*A$, el coeficiente K para longitud mínima de curvas verticales-convexas según el cuadro No.10 es $K= 3$

6.7.6.7 longitud mínima para curvas cóncava

$$L \text{ min} = 0.60 * Vd$$

$$L \text{ min} = 0.60 * 35 \frac{Km}{h}$$

$$L \text{ min} = 21m$$

Por lo tanto

$$L \text{ cv} > L \text{ mín.}$$

$$140m > 21m \quad \text{O.K}$$

En el proyecto todas las longitudes de curvas son mayores a la longitud mínima de 21m.

6.7.7 Diseño del pavimento

6.7.7.1 Método AASHTO-93

El diseño para el pavimento flexible según la AASHTO está basado en la determinación del Número Estructural “SN” que debe soportar el nivel de carga exigido por el proyecto.²¹

$$\text{Log}_{10}w_{18} = Z_R * S_O + 9.36 * \text{Log}_{10}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\text{Log}_{10} \left[\frac{\Delta PSI}{1094} \right]}{0.40 + \frac{1}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 * \text{Log}_{10}M_R - 8.07$$

21 (http://www.ingenierocivilinfo.com/2011_09_01_archive.html)

Donde:

W_{18} = Tráfico equivalente o ESAL's.

Z_R =Factor de desviación normal para un nivel de confiabilidad R

S_o =Desviación estándar

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

M_R =Módulo de resiliencia efectivo de la subrasante

S_N =Número estructural (?)

6.7.7.2 Periodo de diseño

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

Generalmente el periodo de diseño será mayor al de la vida útil del pavimento, porque incluye en el análisis al menos una rehabilitación o reconstrucción, por lo tanto éste será superior a 20 años.²²

Cuadro 43 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, (1993)

6.7.7.3 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 solicitaciones exteriores. La confiabilidad se define como la probabilidad de que el pavimento diseñado se

²² <http://es.slideshare.net/andresricog/libro-de-pavimentos>

comporte de manera satisfactoria durante toda su vida de proyecto, bajo las sollicitaciones de carga e intemperismo, o la probabilidad de que los problemas de deformación y fallas estén por debajo de los niveles permisibles. Para elegir el valor de este parámetro se considera la importancia del camino, la confiabilidad de la resistencia de cada una de las capas y el tránsito de diseño pronosticado.²³

Cuadro 44 Valores del nivel de confianza R de acuerdo al tipo de camino

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

Fuente: AASHTO, (1993)

Se escogió un valor intermedio entre estos dos parámetros de $R=70$

6.7.7.4 Desviación normal Z_R

Debido a que cada valor de confiabilidad R está asociado estadísticamente a un valor del coeficiente de desviación normal Z_R , se deberá encontrar este valor en base al valor que se considere adecuado por el proyectista.

²³<http://es.scribd.com/doc/111975795/DISENO-DE-PAVIMENTOS-POR-METODO-AASHTO-93#scribd>

Cuadro 45 Valores de la desviación estándar normal Zr, correspondientes a los niveles de confiabilidad

Confiabilidad R	ZR
50	0
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: AASHTO, (1993)

6.7.7.5 Desviación estándar global So

Este parámetro está ligado directamente con la confiabilidad (R), descrita anteriormente: en este paso se deberá seleccionarse un valor So “desviación estándar global”, representativo de condiciones locales particulares, que considera posibles variaciones en el comportamiento y en la predicciones del tránsito.²⁴

Desviación estándar sugerido por AASHTO, para pavimentos flexibles

$$0.40 < So < 0.50$$

Es recomendable usar el valor de 0.45

6.7.7.6 Módulo de Resiliencia Mr (Característico de la subrasante)

Debido a que toda la estructura del pavimento se afirma en el suelo este deberá ser evaluado para que en base a este análisis se defina el espesor del pavimento. Por

²⁴ Ing. Fricson Moreira.

tal razón se usaron ensayos de cargas estáticas o de baja velocidad de deformaciones como el CBR para la subrasante, luego estos fueron reemplazados por ensayos dinámicos y de repetición de cargas como el del módulo resiliente, este demuestra de una mejor manera el comportamiento y lo que sucede debajo de los pavimentos en lo que respecta a tensiones y deformaciones.

En el método de la AASHTO (1986 y 1993), el módulo resiliente reemplaza al CBR como variable para caracterizar la sub-rasante, sub-base y base. El módulo resiliente es una medida de la propiedad elástica de los suelos que reconoce a su vez las características no lineales de su comportamiento. El módulo resiliente puede ser usado directamente para el diseño de pavimentos flexibles.²⁵

La AASHTO ha planteado fórmulas para correlacionar el CBR con el Módulo de resiliencia (M_r), debido a que países como Ecuador no posee equipos para ensayos dinámicos resilientes.

El módulo resiliente de la sub-rasante se determina mediante las siguientes expresiones:

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

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

$M_r (\text{psi}) = 4326 * \ln \text{CBR} + 241$ Cuando el CBR > 20 % (para suelos granulares utilizada por la AASHTO)

Como el CBR de la subrasante del proyecto es 23%

$$M_r (\text{psi}) = 4326 * \ln \text{CBR} + 241$$

$$M_r (\text{psi}) = 4326 * \ln 23 + 241$$

$$M_r (\text{psi}) = 13805.1 \text{ psi}$$

²⁵ <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/2201/1/T-UCE-0011-63.pdf>

6.7.7.7 Índice de serviciabilidad (PSI)

Es la capacidad que tiene la estructura de pavimento de servir al tipo y volumen de tránsito para el cual fue diseñado. Para el diseño de pavimentos debe asumirse la serviciabilidad inicial PSI_o y la serviciabilidad final PSI_f .

El índice de serviciabilidad inicial PSI_o es función directa del diseño de la estructura de pavimento y de la calidad con que se construye la vía, los valores recomendados por la AASHTO 93 son:

4.2 para pavimentos flexibles

4.5 para pavimentos rígidos

La final o terminal PSI_f representa al índice más bajo capaz de ser tolerado por el pavimento, antes de que sea imprescindible su rehabilitación mediante un refuerzo o una reconstrucción y va en función de la categoría del camino y se adopta en base a esto y al criterio del diseñador; los valores recomendados por la AASHTO 93 son:

2.5 - 3.0 Para vías con características de autopistas urbanas y troncales de mucho tráfico

2.0 - 2.5 Para vías con características de autopistas urbanas y troncales de intensidad de tráfico normal, así como para autopistas interurbanas

1.8 - 2.0 Para vías locales, ramales, secundarias y agrícolas

6.7.7.8 Pérdida o disminución del índice de serviciabilidad (ΔPSI)

Pérdida gradual de la calidad de servicio de la carretera, originada por el deterioro del pavimento.

$$\Delta PSI = PSI_f - PSI_o$$

Donde:

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

PSI_o = Índice de servicio inicial

PSI_f = Índice de servicio final

$$\Delta PSI = PSI_f - PSI_o$$

$$\Delta PSI = 4.2 - 2$$

$$\Delta PSI = 2.2$$

6.7.7.9 Análisis de tráfico

El análisis de tráfico se lo realiza con el fin de reducir el tránsito vehicular a un número equivalente de ejes de una determinada carga que producirán el mismo desgaste que toda la composición del tránsito.

Esta carga tipo según AASHTO es de 8.2 ton (80 KN o 18 kips), se los denominará ESAL "Equivalent Single Axle Load" (Wt18) o Carga de Eje Equivalente Simple. La conversión se hace a través de los factores equivalentes de carga, denominados LEF Load Equivalent Factor o Factor Equivalente de Carga. Esta determinación se realiza únicamente con los vehículos pesados, no se toma en cuenta los livianos.

6.7.7.10 Volúmenes de camiones

El volumen de camiones es el porcentaje de camiones presentes en el volumen de tránsito vehicular y distribuirlos según el tipo.

6.7.7.11 Peso de camiones

Es el peso total del camión y distribución por ejes de este peso en función de las nuevas reglamentaciones en cuanto a cargas y a las variaciones en el esquema productivo del sector.

6.7.7.12 Factor de daño FD

Es el daño producido a la capa asfáltica por cada eje de un vehículo que luego son sumados para determinar el daño producido por el vehículo total. Y se utilizan factores de camión para cada clasificación general de camiones.

Cuadro 46 Factores de daño según el tipo de vehículos FD

Tipo	Simple		Simple Doble		Tándem		Tridem		FD
	P (ton)	$\left(\frac{P}{6.6}\right)^4$	P (ton)	$\left(\frac{P}{8.2}\right)^4$	P (ton)	$\left(\frac{P}{15.1}\right)^4$	P (ton)	$\left(\frac{P}{22.9}\right)^4$	
Buses	4	0,135	8	0,906					1,041
Cami 2 ejes pequeños [2D]	3	0,043							0,178
	4	0,135							
Cami 2 ejes median [2DA]	3	0,043	7	0,531					0,574
Cami 2 ejes grandes [2DB]	7	1,265	11	3,238					4,504
Cami 3 ejes(tándem posteriori) [3A]	7	1,265			20	3,078			4,343
Cami 4 ejes(tridem posteriori) [4C]	7	1,265					24	1,206	2,472
Tracto camión 3 ejes y Semi remolq 2 ejes [3S2]	7	1,265			20	3,078			7,421
Tracto camión 3 ejes y Semi remolq 3 ejes [3S3]	7	1,265			20	3,078	24	1,206	5,550

Fuente: MTOP, 2012

Tipos de Ejes	Eje equivalente (EE)
Eje simple de ruedas simples	$EES1 = \left(\frac{P}{6.6}\right)^4$
Eje simple de ruedas dobles, buses	$EES2 = \left(\frac{P}{8.2}\right)^4$
Eje tándem de ruedas dobles	$EETA = \left(\frac{P}{15.1}\right)^4$
Eje tridem de ruedas dobles	$EETR = \left(\frac{P}{22.9}\right)^4$

El conteo de tráfico se hizo con buses y camiones de 2 ejes pequeño es así que el del factor de daño para los camiones es de 2 ejes pequeños [2D]

Eje simple:

	$EES1 = \left(\frac{4}{6.6}\right)^4$	$EES1 = \left(\frac{8}{8.2}\right)^4$
Buses	$EES1 = 0.135$	$EES1 = 0.906$
Camiones	$EES1 = \left(\frac{3}{6.6}\right)^4$	$EES1 = \left(\frac{4}{6.6}\right)^4$
	$EES1 = 0.043$	$EES1 = 0.135$

Factor de daño = 0,135 + 0,906 = 1,041

Factor de daño = 0,043 + 0,135 = 0,178

6.7.7.13 Factor de distribución por dirección DD

Es un factor que indica el tráfico a cada lado de la vía, para conocer en cual hay más peso vehicular y así diseñar el número de unidades equivalentes (ESAL. Equivalent Simple Axial Load) al lado con mayor peso.

Cuadro 47 Factor de distribución direccional DD

N. de carriles en ambas direcciones	% de vehículos en carril de diseño
2	50
4	45
6 o mas	40

Fuente: ASSHTO, (1993)

Como es una vía de 2 carriles se considera una distribución del 50% del tránsito para cada dirección.

6.7.7.14 Factor de distribución por carril DC

Como la vía es de dos carriles, uno en cada dirección, el carril de diseño es uno de ellos que tenga mayor peso, por lo tanto el factor de distribución por carril es 100%.

Cuadro 48 Factor de distribución por carril DC

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

Fuente: ASSHTO, (1993)

6.7.7.15 Cálculo de ejes equivalentes simples de 8.2 ton ó 18 kips

$$w_{18} = \sum TPDA_{TPDA \text{ vehiculos pesados}} * FD * DD * DC * 365$$

Donde:

Wt18 = Número de ejes equivalentes de 8.2 ton en el primer año

TPDA vehículos pesados = # de vehículos pesados que conforman el TPDA (buses, camiones, etc.)

FD = Factor de daño según el tipo de vehículo pesados

DD = Factor de distribución direccional

DC = Factor de distribución por carril

Para el 2015 $Wt_{18} = 7 * 1,041 * 0,5 * 1 * 365 + 15 * 0,178 * 0,5 * 1 * 365 = 1818$

Para el 2016 $Wt_{18} = 8 * 1,041 * 0,5 * 1 * 365 + 16 * 0,178 * 0,5 * 1 * 365 = 2040$

$Wt_{18} \text{ acumulado } 2015y2016 = Wt_{18} \text{ del } 2015 + Wt_{18} \text{ del } 2016 = 1818+2040 = 3858$

De igual manera hasta llegar al $W_{t18acumulado}$ de diseño de 20 años dando como resultado

$$W_{t18acumulado 2035} = 47538$$

Valor calculado según el cuadro #31 sobre la “Composición del tránsito proyectado al año 20 del W18”

6.7.7.16 Determinación de los espesores de la sección multicapa

Para obtener los espesores de la capa de rodamiento o carpeta asfáltica, de la capa base y de la sub-base se utiliza la siguiente ecuación.

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

Donde:

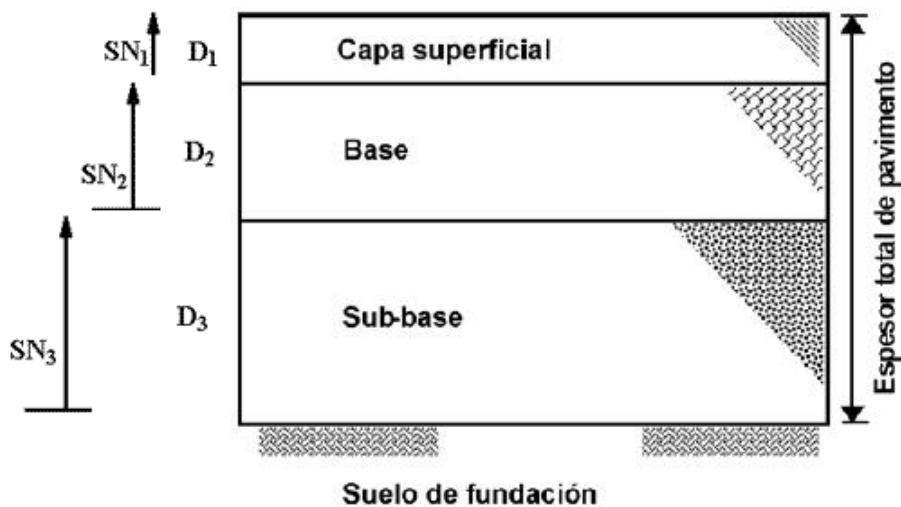
SN = número estructural.

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 base y sub-base respectivamente

Gráfico 31 Espesores de las capas de pavimento



Fuente: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1794-12372007000100005

El $W18_{acumulada} = 47538$ el espesor mínimo de la carpeta asfáltica es de 1.0 o T.S plg y de la base y sub-base es de 4,0 plg.

Cuadro 49 Espesores mínimos en función de los ejes equivalentes

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

Fuente: AASHTO, (1993)

Como el $CBR = 23 \%$, el módulo resiliente M_r fue para capas granulares, es deseable que la capa superior sea siempre de mayor capacidad estructural que la inferior, esto es la base granular tendrá mayor aporte que la sub-base y ésta que la subrasante.

6.7.7.17 Cálculo de los coeficientes estructurales

Coficiente estructural de la carpeta asfáltica a_1

Se emplea la estabilidad de Marshall en la tabla 405.5.4 de las Especificaciones Generales para Caminos y Puentes del MOP para obtener el coeficiente a_1 , debido a que no se dispone del módulo de la elasticidad de la mezcla asfáltica.

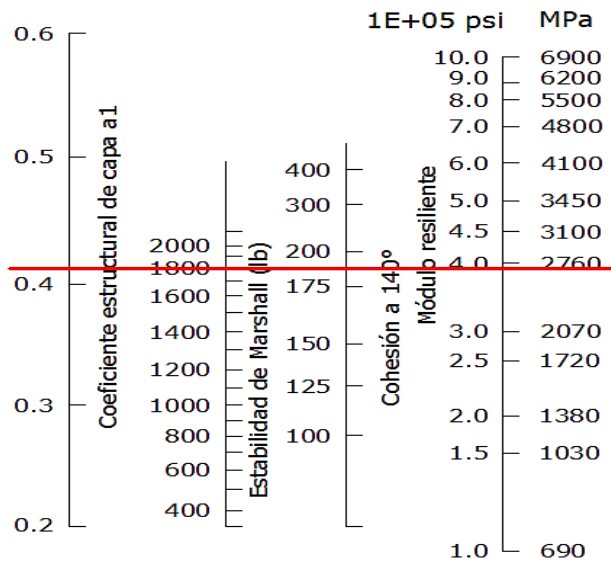
La estabilidad de Marshall mínima empleada es 1800 lb.

Cuadro 50 Criterios Marshall

TIPO DE TRAFICO	Muy Pesado		Pesado		Medio		Liviano	
	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
CRITERIOS MARSHALL								
No. De Golpes/Cara	75		75		50		50	
Estabilidad (libras)	2200	----	1800	----	1200	----	1000	2400
Flujo (pulgada/100)	4	8 14	4	8 14	8	16	8	16
% de vacíos en mezcla								
- Capa de Rodadura	3	5	3	5	3	5	3	5
- Capa Intermedia	3	8	3	8	3	8	3	8
- Capa de Base	3	9	3	9	3	9	3	9
% Vacíos agregados	VER TABLA 405-5.5							
Relación filler/betún	0.8	1.2	0.8	1.2				
%Estabilidad retenida luego 7 días en agua temperatura ambiente								
- Capa de Rodadura	70	70				
- Intermedia o base	60	60				

Fuente: Especificaciones Generales para Caminos y Puentes del MOP, pp IV-105

Gráfico 32 Nomograma para estimar el coeficiente estructural *a1*



Fuente: AASHTO, (1993)

Apreciando el monograma para la carpeta asfáltica:

$$a1 = 0,41$$

Módulo resiliente Mr 1 de la carpeta asfáltica es $3,90E+05$ psi = 390000 psi ó 390 Ksi

Otra forma de obtener el valor de **a1** es por medio de interpolación, y se utiliza la tabla del módulo elástico de la norma AASHTO, ya que solo para el caso de la carpeta asfáltica se considera igual al módulo resiliente con el módulo elástico.

Cuadro 51 Módulos de la carpeta asfáltica a1

Módulos elásticos		Valores de a1
Psi	MPa	
225000	1575	0,32
250000	1750	0.330
275000	1925	0.350
300000	2100	0.360
350000	2275	0.375
325000	2450	0.385
375000	2625	0.405
400000	2800	0.420
425000	2975	0.435
450000	3150	0.440

Fuente: AASHTO, (1993)

Interpolación para 390000 psi

Módulo elástico Coeficiente de a1

$$400000 \Rightarrow 0,420$$

$$390000 \quad X$$

$$\underline{375000} \Rightarrow 0,405$$

$$25000 \Rightarrow 0,015$$

$$10000 \Rightarrow X$$

$$X = 0,006$$

$$a1=0,420 - 0,006$$

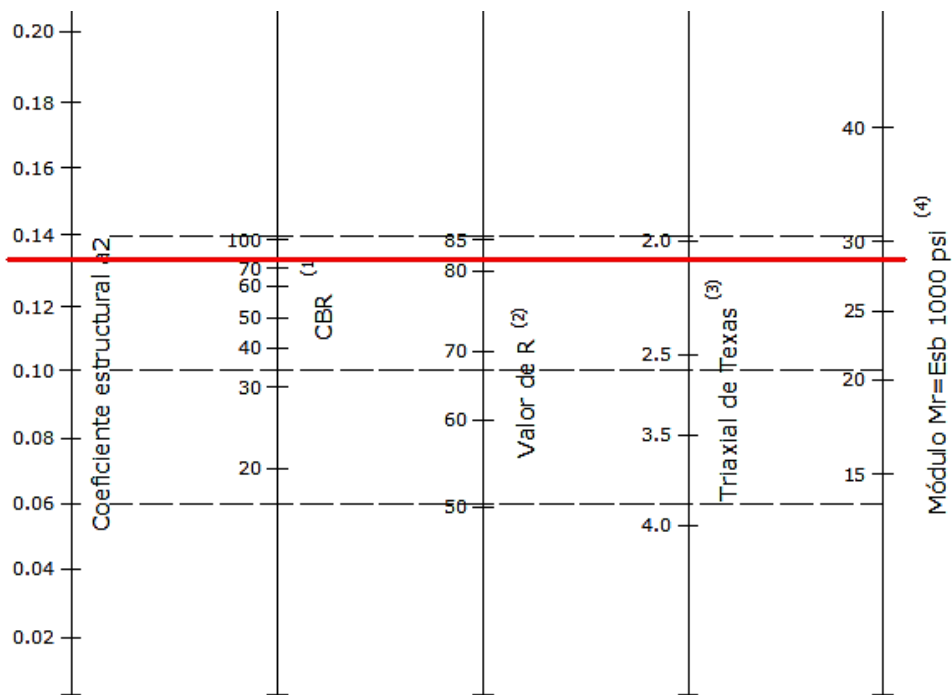
$$a1= 0,414$$

Módulo resiliente de la carpeta asfáltica = $3,90E+05\text{psi} = 390000 \text{ psi}$ ó 390 Ksi

Coefficiente estructural de la capa base a2

De acuerdo a las Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes del MTOP en la SECCION 404 (bases), el valor de soporte de CBR de las bases deberá ser igual o mayor al 80%.

Gráfico 33 Nomograma para estimar el coeficiente estructural a2



(1) Escala derivada por correlaciones promedios obtenidas de Illinois

(2) Escala derivada por correlaciones promedios obtenidas de California, Nuevo México y Wyoming

(3) Escala derivada por correlaciones promedios obtenidas de Texas

(4) Escala derivada del proyecto NCHRP (3)

Fuente: AASHTO, (1993)

Apreciando el monograma para la capa base:

$$a2 = 0,133$$

El Módulo resiliente Mr 2 de la capa base es 28500 psi ó $28,5 \text{ ksi}$

Cuadro 52 Coeficiente estructural de la capa base a2

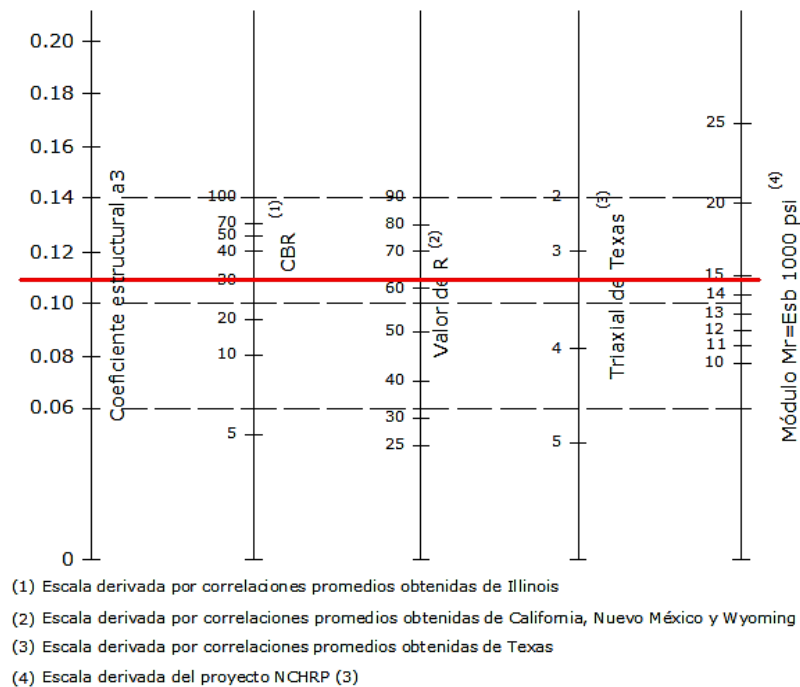
CBR (%)	a2	CBR (%)	a2	CBR (%)	a2
20	0,070	45	0,112	70	0,130
30	0,095	50	0,115	80	0,133
35	0,100	55	0,120	90	0,137
40	0,105	60	0,125	100	0,140

Fuente: AASHTO, (1993)

Coeficiente estructural de la capa sub-base a3

De acuerdo a las Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes del MOP en la SECCION 403 (Sub-bases), el valor de soporte de CBR de las bases deberá ser igual o mayor al 30%.

Gráfico 34 Nomograma para estimar el coeficiente estructural a3



Fuente: AASHTO, (1993)

Apreciando el monograma para la capa sub-base:

$$a3 = 0,108$$

Módulo resiliente de la capa sub-base es 14800 psi ó 14,8 ksi

Cuadro 53 Coeficiente estructural de la capa sub-base a3

CBR (%)	a2	CBR (%)	a2	CBR (%)	a2
10	0,08	35	0,115	70	0,130
20	0,023	40	0,120	80	0,135
25	0,102	50	0,120	90	0,138
30	0,108	60	0,128	100	0,140

Fuente: AASHTO, (1993)

Determinación de los coeficientes de drenaje (m2, m3)

Se determina la calidad de drenaje del sector y luego se determina los coeficientes de m2 y m3 que son base al tiempo que el agua demora en ser eliminada de las capas base y sub-base granulares que compone el pavimento.

Cuadro 54 Calidad de drenaje

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

Fuente: AASHTO, (1993)

Cuadro 55 Coeficientes de drenaje m2, m3

Calidad de drenaje	Porcentaje del tiempo en que la estructura de pavimento está expuesta a niveles de humedad cercanos a la saturación			
	Menos de 1%	1 – 5%	5 - 25 %	Más del 25 %
Excelente	1,40 – 1,35	1,35 – 1,30	1,30 – 1,20	1,20
Buena	1,35 – 1,25	1,25 – 1,15	1,15 – 1,00	1,00
Regular	1,25 - 1,15	1,15 – 1,05	1,00 – 0,80	0,80
Pobre	1,15 – 1,05	1,05 – 0,80	0,80 – 0,60	0,60
Deficiente	1,05 – 0,95	0,95 – 0,75	0,75 – 0,40	0,40

Fuente: ASSHTO, (1993)

6.7.7.18 Cálculo del número estructural requerido SN

Para calcular el número estructural se utilizó el software Ecuación AAHTO 93 y se ingresaron en él los valores de:

Confiabilidad

Desviación estándar

Serviciabilidad inicial y final

Módulo resiliente de la subrasante

Número de ejes equivalentes acumulados al final del periodo de diseño.

Gráfico 35 Cálculo del SN requerido para el pavimento en el software Ecuación AASHTO 93

The screenshot shows the 'Ecuación AASHTO 93' software window. It contains several input fields and a calculation button. The 'Tipo de Pavimento' section has 'Pavimento flexible' selected. The 'Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So)' section shows '70 % Zr=-0.524' and 'So = 0.45'. The 'Serviciabilidad inicial y final' section shows 'PSI inicial = 4.2' and 'PSI final = 2'. The 'Módulo resiliente de la subrasante' section shows 'Mr = 13805.1 psi'. The 'Información adicional para pavimentos rígidos' section has empty fields for 'Módulo de elasticidad del concreto - Ec (psi)', 'Módulo de rotura del concreto - Sc (psi)', 'Coeficiente de transmisión de carga - (J)', and 'Coeficiente de drenaje - (Cd)'. The 'Tipo de Análisis' section has 'Calcular SN' selected, showing 'W18 = 47538'. The 'Número Estructural' section shows 'SN = 1.42'. There are 'Calcular' and 'Salir' buttons at the bottom.

Fuente: Autor

6.7.7.19 Cálculo de los espesores de la estructura del pavimento flexible método AASHTO 1993

Para la determinación de los espesores por capa se utilizó una hoja de Excel en donde se ingresó las siguientes variables de entrada:

Tipo de pavimento	flexible
Periodo de diseño	20 años
Confiabilidad (R)	70%
Desviación normal (Z_r)	-0,524
Desviación estándar global (S_o)	0,45
Módulo de resiliencia de la subrasante	13805,1 psi
Índice de servicio inicial (PSIo)	4,2
Índice de servicio final (PSIf)	2,0
Perdida del índice de serviciabilidad (Δ PSI)	2,2
Wt18 acumulado para el tiempo de diseño	47538
Coefficiente estructural a1	0,414
Coefficiente estructural a2	0,133
Coefficiente estructural a3	0,108
Mr de carpeta asfáltica	390 ksi
Mr de la capa base	28,50 ksi
Mr de la capa sub-base	14,80 ksi
Coefficientes de drenaje m2	1.00
Coefficientes de drenaje m3	0.80

Cuadro 56 Diseño de pavimentos flexibles método AASHTO 1993

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA DISEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES METODO AASHTO 1993			
PROYECTO:	Diseño geométrico y el diseño estructural del pavimento de la vía Olmedo, La Paz y Pelileo Grande		
REALIZADO POR:	Egdo. Wilfrido Orlando Tapia Chaguamate		
REVISADO POR:	Ing. M.Sc. Victor Hugo Paredes		
DATOS DE ENTRADA			
1. CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES			
	DATOS		
A. MODULO DE RESILIENCIA DE LA CARPETA ASFALTICA (ksi)	390,00		
B. MODULO DE RESILIENCIA DE LA BASE GRANULAR (ksi)	28,50		
C. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUB-BASE (ksi)	14,80		
2. DATOS DE TRAFICO Y PROPIEDADES DE LA SUB-RASANTE			
A. NUMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTAL (W18)	4,75E+04		
B. FACTOR DE CONFIABILIDAD (R)	70%		
STANDAR NORMAL DEVIATE(Zr)	-0,524		
OVERALL STANDARD DEVIATION (So)	0,45		
C. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUB-RASANTE (Mr, ksi)	13,81		
D. SERVICIABILIDAD INICIAL (pi)	4,2		
E. SERVICIABILIDAD FINAL (pf)	2,0		
F. PERIODO DE DISEÑO(Años)	20		
3. DATOS PARA ESTRUCTURACIÓN DEL REFUERZO			
A. COEFICIENTES ESTRUCTURAES DE CAPA			
Concreto Asfáltico Convencional (a1)	0,414		
Base Granular (a2)	0,133		
Sub-base (a3)	0,108		
B. COEFICIENTE DE DRENAJE DE CAPA			
Base Granular (m2)	1,000		
Sub-base (m3)	0,800		
DATOS DE SALIDA			
NUMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO TOTAL (SNREQ)	1,42		
NUMERO ESTRUCTURAL CARPETA ASFALTICA (SNCA)	1,02		
NUMERO ESTRUCTURAL BASE GRANULAR (SNBG)	0,36		
NUMERO ESTRUCTURAL SUB-BASE (SNSB)	0,04		
ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO PROPUESTA			
	TEORICO	PROPUESTA	
		ESPESOR	SN (calc)
ESPESOR CARPETA ASFALTICA (cm)	6,3 cm	5,0 cm	2,0 " 0,81
ESPESOR BASE GRANULAR (cm)	6,8 cm	10,0 cm	3,9 " 0,52
ESPESOR SUB-BASE GRANULAR(cm)	1,3 cm	2,5 cm	1,0 " 0,09
ESPESOR TOTAL (cm)		17,5 cm	6,9 " 1,42

Fuente: Autor

Debido a que el espesor de la sub-base granular es 1.00 pulgada, no se requiere sub-base.

6.7.7.20 Desarrollo del procedimiento manual para determinar los espesores de cada capa de la estructura del pavimento

Se utilizó el software Ecuación AASHTO 93 para determinar el SN1, simplemente reemplazando el módulo resiliente de la subrasante por el módulo resiliente de cada capa, es decir para determinar el espesor D1 de la capa de concreto asfáltico se supone un MR igual al de la base y así se obtiene el SN que debe ser absorbido por el concreto asfáltico.

Gráfico 36 Cálculo del SN requerido para la base en el software Ecuación AASHTO 93

Fuente: Autor

SN1= 1,02

Espesor de la carpeta asfáltica D1

$$D1 = \frac{SN1}{a1}$$

$$D1 = \frac{1.02}{0.414}$$

$$D1 = 2.46 \text{ pulg} \approx 6.25 \text{ cm}$$

Se propone un espesor D1' = 5 cm

$$SN1' = D1' * a1$$

$$SN1' = 5 * 0.414$$

$$SN1' = 2.07 \text{ cm} \approx 0.81 \text{ pulg}$$

Se utilizó el software Ecuación AASHTO 93 para determinar el SN2, simplemente ingresó el MR de la sub-base y obtuvo el SN2 que será absorbido por el concreto asfáltico y la base.

Gráfico 37 Cálculo del SN requerido para la sub base en el software Ecuación AASHTO 93

Fuente: Autor

SN2 = 1,38

Espesor de la base D2

$$D2 = \frac{SN2 - SN1'}{a2 * m2}$$

$$D2 = \frac{1.38 - 0.81}{0.133 * 1.00}$$

$$D2 = 4.28 \text{ pul} \approx 10.87 \text{ cm}$$

Se propone un espesor $D2' = 10$ cm

$$SN2' = D2' * a2 * m2$$

$$SN2' = 10 * 0.133 * 1.00$$

$$SN2' = 1.33 \approx 0.52 \text{ pulg}$$

Para la sub-base se emplea el MR de la subrasante para determinar el SN3 que es el SN que se calculó para toda la estructura.

Espesor de la sub-base $SN3 = SN = 1,42$

Espesor de la sub-base $D3$

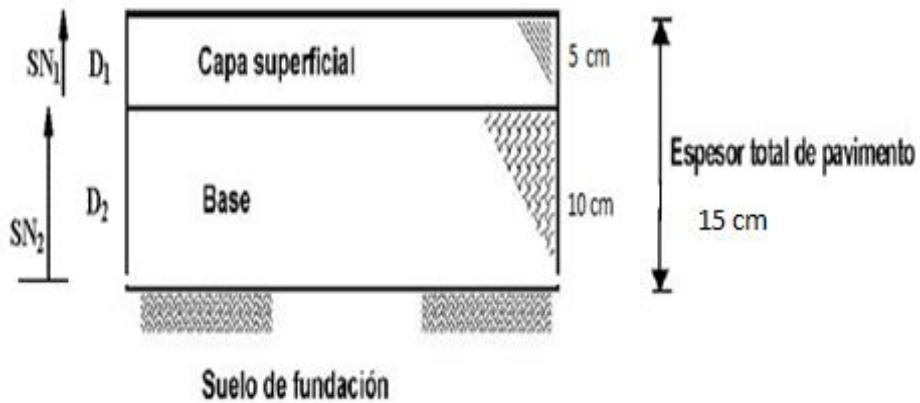
$$D3 = \frac{SN - (SN1' + SN2')}{a3 * m3}$$

$$D3 = \frac{1.42 - (0.81 + 0.52)}{0.108 * 0.80}$$

$$D3 = 1 \text{ pulg} \approx 2.54 \text{ cm}$$

Debido a que $D3 = 1$ pulgada, no se requiere sub-base, por lo tanto el espesor de la estructura asfáltica es de 15 cm.

Gráfico 38 Espesores de diseño de la estructura del pavimento



Fuente: Autor

6.7.7.21 Descripción de parámetros a considerar dentro de la estructura del pavimento base clase 4

Todas las características de la base clase 4 empleadas en la estructura del pavimento constan en los cuadros del capítulo 2 de la parte teórica.

Cuadro 57 Características de las sub-bases y bases de agregados

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

Fuente: MOP, (2002)

6.7.7.22 bases de agregados

Cuadro 58 características de la base

Base de agregados	Clase 4	
Límite líquido	< 25	
Índice plástico	< 6	
% de desgaste por abrasión	< 40%	
CBR	≥ 80 %	23 %

Fuente: Autor

6.7.7.23 Límites granulométricos para base clase 4

Cuadro 59 Límites granulométricos para bases

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

Fuente: MOP, (2002)

Se empleó una base clase 4, debido a que este se encuentra en la minas de las viñas que son las más cercanas a la zona de proyecto presenta una granulometría correspondiente a este tipo de base.

6.7.7.24 Capa de rodadura

La capa de rodadura será de hormigón asfáltico, el cual se forma de la mezcla de cemento asfáltico y agregados, estos últimos tendrán la siguiente granulometría.

Cuadro 60 Granulometrías de los agregados para la mezcla asfáltica

TAMIZ	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada			
	¾"	½"	3/8"	Nº 4
1" (25.4 mm)	100	--	--	--
¾" (19.0 mm)	90 – 100	100	--	--
½" (12.7 mm)	--	90 – 100	100	--
3/8" (9.50 mm)	56 – 80	--	90 – 100	100
Nº 4 (4.75 mm)	35 – 65	44 – 74	55 – 85	80 – 100
Nº 8 (2.36 mm)	23 – 49	28 – 58	32 – 67	65 – 100
Nº 16 (1.18 mm)	--	--	--	40 – 80
Nº 30 (0.60 mm)	--	--	--	25 – 65
Nº 50 (0.30 mm)	5 – 19	5 – 21	7 – 23	7 – 40
Nº 100 (0.15 mm)	--	--	--	3 – 20
Nº 200 (0.075 mm)	2 – 8	2 – 10	2 – 10	2 – 10

Fuente: MOP, (2002)

Exigencias de los agregados:

Ensayo	Especificaciones
Resistencia al desgaste	≤40%
Resistencia a la acción de los sulfatos	<12%
Recubrimiento Adherencia	95%
Peladura	5 %
Índice plástico (Pasa #40)	< 4
Hinchamiento	1.50 %

Para el Ecuador el cemento asfáltico que se emplea es AP-3 que es un cemento asfáltico medio, cuyo grado de penetración es de 80 a 120 (80-120) décimas de milímetros.

Cuadro 61 Criterios de diseño para mezclas Marshall tabla 405.5.4

TIPO DE TRAFICO	Tráf. ligero		Tráf. medio		Tráf. pesado		Tráf. Muy pesado	
CRITERIOS MARSHALL	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
No. De Golpes/Cara	35		50		75		75	
Estabilidad (libras)	750	----	1200	----	1800	----	2200	
Flujo (pulgada/100)	8	18	8	16	8	14	8	14
% de vacíos en mezcla	3	5	3	5	3	5	3	5
Porcentaje de vacíos rellenos de asfalto	70	80	65	78	65	75	65	75
Relación de filler/ betún					0.8	1.2	0.8	1.2

Fuente: MOP, (2002)

6.7.8 Sistema de drenaje

6.7.8.1 Diseño de cunetas

La cuneta diseñada es triangular debido a que es importante tener en cuenta consideraciones de seguridad, facilidad de construcción, mantenimiento que la misma ofrece y consideraciones de drenaje.

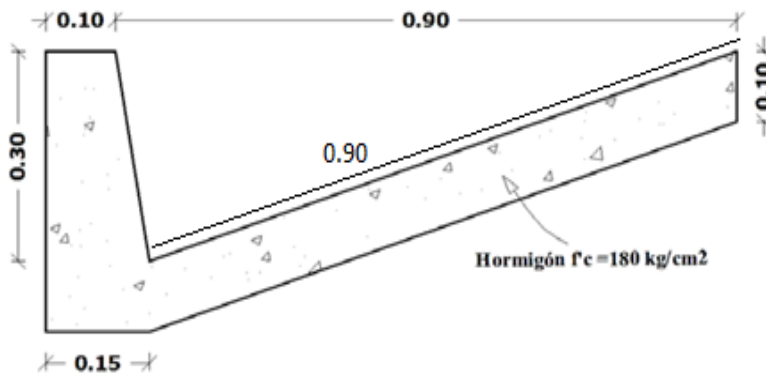
La cuneta esta revestida con hormigón de un $f'c=180 \text{ kg/cm}^2$, la descarga de esta cuneta será por medio de alcantarillas de alivio.

El área hidráulica de una cuneta se determinará con base al caudal máximo de diseño, a la sección transversal, a la longitud, a la pendiente y a la velocidad (MOP, 2003).

Se deberá determinar la longitud máxima permisible de la cuneta, a fin de asegurar su funcionamiento eficiente y evitar, al mismo tiempo, que: (a) el nivel de agua rebase la sección y (b) se produzcan depósitos (azolves) en los tramos en que ocurren cambios de la pendiente longitudinal (MOP, 2003).

Sea asumido una sección para las cunetas del proyecto típica y se consideró que las cunetas van a trabajar a sección llena, área mojada (A_m).

Gráfico 39 Dimensiones de la cuneta del proyecto



Fuente: Campoverde, E. (2015)

Área mojada (A_m).

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

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

$$A_m = \frac{0.9 * 0.3}{2}$$

$$A_m = 0.135 \text{ m}^2$$

Perímetro mojado (P_m)

$$P_m = \sqrt{0.05^2 + 0.30^2} + \sqrt{0.85^2 + 0.30^2}$$

$$P_m = \sqrt{0.0925} + \sqrt{0.8125}$$

$$P_m = 1.205 \text{ m}$$

Radio hidráulico (R_m)

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

$$R_m = \frac{0.135}{1.205}$$

$$R_m = 0.112 \text{ m}$$

Ecuación de Maning y la ecuación de la continuidad

$$V = \frac{1}{n} * R^{\frac{2}{3}} * J^{\frac{1}{2}} \quad ; \quad Q = A * V$$

Donde:

V = velocidad media del agua en m/s

n = coeficiente de rugosidad de Manning

R = radio hidráulico, en metros

J = pendiente de la cuneta en %

A= área mojada de la sección en m²

Q = caudal admisible en m³/s

Cuadro 62 Coeficiente de rugosidad para la fórmula de Manning

Tipo de superficie	n
cunetas y canales sin revestir	
En tierra ordinaria, superficie uniforme y lisa	0.020
En tierra ordinaria, superficie irregular	0.025
En tierra con ligera vegetación	0.035
En tierra con vegetación espesa	0.040
En tierra excavada mecánicamente	0.028
En roca, superficie uniforme y lisa	0.030
En roca, superficie con aristas e irregularidades	0.035
cunetas y canales revestidos	
Hormigón	0.016
Paredes de hormigón, fondo de grava	0.017
Revestimiento bituminoso	0.016

Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/Rugosidad_%28hidr%C3%A1ulica%29

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

$$V = \frac{1}{0.016} * 0.112^{\frac{2}{3}} * J^{\frac{1}{2}}$$

$$V = 14.521 * J^{\frac{1}{2}}$$

Reemplazando la velocidad (V) en la ecuación de la continuidad

$$Q = A * V$$

$$Q = 0.135 * 14.521 * J^{\frac{1}{2}}$$

$$Q = 1.96 * J^{\frac{1}{2}}$$

La máxima pendiente longitudinal que se tiene es 12%, por lo tanto

$$Q_{admissible} = 1.96 * 0.120^{\frac{1}{2}}$$

$$Q_{admissible} = 0.678m^3$$

Cuadro 63 Caudales y velocidades con distintas pendientes de las cunetas

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
10.500	0,105	5,791	0,781
11.000	0,110	5,927	0,799
11.500	0,115	6,060	0,817
12.000	0,120	6,190	0,835

Fuente: Autor

Cálculo del caudal máximo probable

Análisis hidrológico

Los parámetros para llegar al obtener el caudal de diseño son:

- Periodo de retorno 10 años
- Precipitación máxima en 24 horas
- Tiempo de concentración
- Intensidad de precipitación
- Área de drenaje para cada tramo de cuneta
- Coeficiente de escorrentía

Intensidad de lluvia I (mm/h)

Tasa de lluvia expresada en unidades de altura por unidad de tiempo. Para obtener la intensidad de lluvia necesaria estos datos se lo adquirió de las investigaciones del Instituto de Meteorología e Hidrología (INAMHI 99) 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 del INAMHI

Zonificación de intensidades

Cuadro 64 Ecuaciones para las zonas del Ecuador

ZONA	DURACION	ECUACION
1	5 min < 130 min	$I_{TR} = 47.926 t^{\wedge} - 0.3387 Id_{TR}$
	130 min < 1440 min	$I_{TR} = 787.57 t^{\wedge} - 0.9154 Id_{TR}$
2	5 min < 30 min	$I_{TR} = 19.305 t^{\wedge} - 0.1332 Id_{TR}$
	30 min < 1440 min	$I_{TR} = 115.4 t^{\wedge} - 0.6546 Id_{TR}$
3	5 min < 90 min	$I_{TR} = 53.369 t^{\wedge} - 0.3278 Id_{TR}$
	90 min < 1440 min	$I_{TR} = 639.52 t^{\wedge} - 0.8838 Id_{TR}$
4	5 min < 20 min	$I_{TR} = 56.507 t^{\wedge} - 0.2694 Id_{TR}$
	20 min < 1440 min	$I_{TR} = 247.71 t^{\wedge} - 0.7621 Id_{TR}$
5	5 min < 40 min	$I_{TR} = 54.719 t^{\wedge} - 0.3875 Id_{TR}$
	40 min < 1440 min	$I_{TR} = 197.81 t^{\wedge} - 0.7378 Id_{TR}$
6	5 min < 120 min	$I_{TR} = 57.598 t^{\wedge} - 0.4267 Id_{TR}$
	120 min < 1440 min	$I_{TR} = 344.08 t^{\wedge} - 0.7982 Id_{TR}$
7	5 min < 60 min	$I_{TR} = 97.055 t^{\wedge} - 0.403 Id_{TR}$
	60 min < 1440 min	$I_{TR} = 869.87 t^{\wedge} - 0.9346 Id_{TR}$
8	5 min < 30 min	$I_{TR} = 80.068 t^{\wedge} - 0.3683 Id_{TR}$
	30 min < 1440 min	$I_{TR} = 351.73 t^{\wedge} - 0.7977 Id_{TR}$
9	5 min < 116 min	$I_{TR} = 40.035 t^{\wedge} - 0.341 Id_{TR}$
	116 min < 1440 min	$I_{TR} = 355.49 t^{\wedge} - 0.8043 Id_{TR}$
10	5 min < 88 min	$I_{TR} = 40.414 t^{\wedge} - 0.3124 Id_{TR}$
	88 min < 1440 min	$I_{TR} = 356.17 t^{\wedge} - 0.8009 Id_{TR}$
11	5 min < 60 min	$I_{TR} = 137.27 t^{\wedge} - 0.5153 Id_{TR}$
	60 min < 1440 min	$I_{TR} = 578.56 t^{\wedge} - 0.8736 Id_{TR}$
12	5 min < 50 min	$I_{TR} = 138.01 t^{\wedge} - 0.4882 Id_{TR}$
	50 min < 1440 min	$I_{TR} = 674.13 t^{\wedge} - 0.8935 Id_{TR}$
13	5 min < 36 min	$I_{TR} = 76.96 t^{\wedge} - 0.2953 Id_{TR}$
	36 min < 1440 min	$I_{TR} = 642.11 t^{\wedge} - 0.8898 Id_{TR}$
14	5 min < 40 min	$I_{TR} = 133.83 t^{\wedge} - 0.4283 Id_{TR}$
	40 min < 1440 min	$I_{TR} = 800.89 t^{\wedge} - 0.9189 Id_{TR}$
15	5 min < 230 min	$I_{TR} = 110.85 t^{\wedge} - 0.4943 Id_{TR}$
	230 min < 1440 min	$I_{TR} = 3197.1 t^{\wedge} - 1.1077 Id_{TR}$
16	5 min < 25 min	$I_{TR} = 76.946 t^{\wedge} - 0.4583 Id_{TR}$
	25 min < 1440 min	$I_{TR} = 174.47 t^{\wedge} - 0.7143 Id_{TR}$
17	5 min < 40 min	$I_{TR} = 201.28 t^{\wedge} - 0.4573 Id_{TR}$
	40 min < 1440 min	$I_{TR} = 1415.8 t^{\wedge} - 0.9947 Id_{TR}$
18	5 min < 50 min	$I_{TR} = 69.036 t^{\wedge} - 0.335 Id_{TR}$
	50 min < 1440 min	$I_{TR} = 510.71 t^{\wedge} - 0.849 Id_{TR}$

19	5 min < 115 min 115 min < 1440 min	$I_{TR} = 115.98 t^{-0.4844} Id_{TR}$ $I_{TR} = 1223.8 t^{-0.9751} Id_{TR}$
20	5 min < 40 min 40 min < 1440 min	$I_{TR} = 53.316 t^{-0.3021} Id_{TR}$ $I_{TR} = 308.38 t^{-0.7782} Id_{TR}$
21	5 min < 23 min 23 min < 1440 min	$I_{TR} = 28.784 t^{-0.4507} Id_{TR}$ $I_{TR} = 30.993 t^{-0.472} Id_{TR}$
22	5 min < 67 min 67 min < 1440 min	$I_{TR} = 48.772 t^{-0.3533} Id_{TR}$ $I_{TR} = 266.64 t^{-0.7687} Id_{TR}$
23	5 min < 23 min 23 min < 1440 min	$I_{TR} = 54.246 t^{-0.4596} Id_{TR}$ $I_{TR} = 89.858 t^{-0.6234} Id_{TR}$
24	5 min < 41 min 41 min < 1440 min	$I_{TR} = 177.26 t^{-0.5938} Id_{TR}$ $I_{TR} = 446.46 t^{-0.843} Id_{TR}$
25	5 min < 60 min 60 min < 1440 min	$I_{TR} = 97.389 t^{-0.6117} Id_{TR}$ $I_{TR} = 125.73 t^{-0.6643} Id_{TR}$
26	5 min < 120 min 120 min < 1440 min	$I_{TR} = 163.15 t^{-0.5018} Id_{TR}$ $I_{TR} = 2477.3 t^{-1.077} Id_{TR}$
27	5 min < 46 min 46 min < 1440 min	$I_{TR} = 76.133 t^{-0.3477} Id_{TR}$ $I_{TR} = 539 t^{-0.8634} Id_{TR}$
28	5 min < 81 min 81 min < 1440 min	$I_{TR} = 82.756 t^{-0.4722} Id_{TR}$ $I_{TR} = 357.27 t^{-0.8077} Id_{TR}$
29	5 min < 120 min 120 min < 1440 min	$I_{TR} = 75.204 t^{-0.4828} Id_{TR}$ $I_{TR} = 371.89 t^{-0.8152} Id_{TR}$
30	5 min < 79 min 79 min < 1440 min	$I_{TR} = 42.089 t^{-0.2952} Id_{TR}$ $I_{TR} = 432.57 t^{-0.8304} Id_{TR}$
31	5 min < 49 min 49 min < 1440 min	$I_{TR} = 42.22 t^{-0.1828} Id_{TR}$ $I_{TR} = 643.99 t^{-0.8852} Id_{TR}$
32	5 min < 155 min 155 min < 1440 min	$I_{TR} = 87.677 t^{-0.4796} Id_{TR}$ $I_{TR} = 850.65 t^{-0.9257} Id_{TR}$
33	5 min < 23 min 23 min < 1440 min	$I_{TR} = 170.39 t^{-0.5052} Id_{TR}$ $I_{TR} = 515.76 t^{-0.8594} Id_{TR}$
34	5 min < 35 min 35 min < 1440 min	$I_{TR} = 147.98 t^{-0.4279} Id_{TR}$ $I_{TR} = 882.9 t^{-0.9351} Id_{TR}$
35	5 min < 43 min 43 min < 1440 min	$I_{TR} = 92.854 t^{-0.4083} Id_{TR}$ $I_{TR} = 480.47 t^{-0.8489} Id_{TR}$

INAMHI (1999)

Para calcular la intensidad se estableció según la fórmula determinada para la zona 33 de Ambato, según estudios de lluvias del INAMHI 1999.

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

Donde:

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

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

TR = periodo de retorno

tc = tiempo de concentración o duración de la lluvia

K = constantes de ajuste para cada localidad

n = constantes de ajuste para cada localidad

Intensidad diaria para un periodo de retorno dado Id_{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 isolinéas del INAHMI, en correlación con la zonificación con la que han sido determinadas las ecuaciones (MOP, 2003).

La precipitación máxima $P_{\text{máx}} 24 \text{ horas} = 41.0 \text{ mm}$. Por lo tanto la intensidad diaria es:

Cuadro 65 Precipitación máxima P_{máx}24 horas

M1069 CALAMACA CONVENIO INAMHI HCPT INAMHI																	
MES	HELIOFANIA (Horas)	TEMPERATURA DEL AIRE A LA SOMBRA (°C)					HUMEDAD RELATIVA (%)				PUNTO DE ROCIO (°C)	TENSION DE VAPOR (hPa)	PRECIPITACION(mm)		Número de días con precipitación		
		ABSOLUTAS		MEDIAS			Máxima día	Mínima día	Media	Suma Mensual			Máxima en 24hrs día				
		Máxima	Mínima	Máxima	Mínima	Mensual											
ENERO	153.0	1.0	21	15.2	3.2	9.9	98	4	64	14	91	8.5	11.3	63.7	12.0	22	12
FEBRERO	80.5			13.8	3.6	9.6	98	6	68	4	91	8.1	11.0	107.7	18.2	25	16
MARZO	121.2	0.1	12	14.9	3.4	10.0					89	8.3	11.2	52.4	16.8	20	12
ABRIL	81.7			12.9	5.1	9.5					92	8.2	11.0	112.3			
MAYO	118.2				3.2												
JUNIO	120.2			12.7	2.8	9.2					91	7.9	10.7	44.3			
JULIO	41.5				2.3									122.9			
AGOSTO	146.9			12.5	3.6	9.0					89	7.3	10.3	39.5			
SEPTIEMBRE	77.4			12.5	3.4	8.6					91	7.2	10.3	76.6			
OCTUBRE	150.5			16.7	4.6	10.6					87	8.5	11.4	32.7			
NOVIEMBRE	169.3	0.4	21	15.4	3.4	10.2					90	8.6	11.4	56.5	14.2	30	12
DICIEMBRE	121.9			13.6	4.1	9.6					90	8.1	10.9	234.1	41.0	23	25
VALOR ANUAL	1382.3				3.6												

Fuente: INAMHI, (2011)

$$P_{max} = Id_{TR} * 24h$$

Despejado Id_{TR}

$$Id_{TR} = \frac{P_{max}}{24}$$

$$Id_{TR} = \frac{41.0}{24}$$

$$Id_{TR} = 1.71mm/h$$

Periodo de retorno (años)

Por lo general es recomendable para cunetas un periodo mínimo de **10** años

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

Es el tiempo que tarda una gota de agua en llegar desde el punto más lejano de la cuenca hasta el punto donde se planea construir la obra de drenaje, cuando el tiempo de concentración es igual al tiempo de duración de la precipitación, se tiene a toda la cuenca contribuyendo y se produce el caudal máximo.²⁶

Para el cálculo típico se tomara la descarga ubicada en la abscisa 4+770, que tiene una longitud de cuneta $L= 830\text{m}$, con un desnivel $h= 91.1 \text{ m}$

Se aplica la expresión de Rowe

$$t_c = 0.0195 * \left(\frac{Lc^3}{h} \right)^{0.385}$$

Donde:

t_c = tiempo de concentración (min)

Lc = longitud de la cuneta, en (metros)

h = desnivel entre el extremo de la cuneta y el punto de descarga, en (metros)

$$t_c = 0.0195 * \left(\frac{830^3}{91.1} \right)^{0.385}$$

$$t_c = 8.08 \text{ min} \quad \text{Valor calculado}$$

$$t_c = 10 \text{ min} \quad \text{Valor adoptado}$$

Ecuación pluviométrica

El proyecto se encuentra dentro de la zona 33 del mapa de zonificación de intensidades del INAMHI, por lo tanto las ecuaciones de intensidad correspondiente a esta zona son:

²⁶ XII Congreso Panamericano de Carreteras, 1979, p.117.

Para $5\text{ min} < t_c < 23\text{ min}$

$$I_{TR} = 170.39 * \left(\frac{1}{t_c^{0.5052}} \right) * Id_{TR}$$

Para $23\text{ min} < t_c < 1440\text{ min}$

$$I_{TR} = 515.76 * \left(\frac{1}{t_c^{0.8594}} \right) * Id_{TR}$$

Como t_c adoptado es 10min; se emplea la expresión #1

$$I_{TR} = 170.39 * \left(\frac{1}{t_c^{0.5052}} \right) * Id_{TR}$$

$$I_{TR} = 170.39 * \left(\frac{1}{10^{0.5052}} \right) * 1.71$$

$$I_{TR} = 91.04\text{ mm/h}$$

Coefficiente de escorrentía, C

Para este coeficiente se debe observar y conocer bien el sector ya que es interpretativo del proyectista.

Se determinó que el sector es un área de cultivos, su suelo es semipermeable por ser arena limo arcilloso, y de pendientes moderadas.

Cuadro 66 Coeficientes de escorrentía

Coeficiente de escorrentía C						
Cobertura vegetal	Tipo suelo	Pendiente del terreno				
		Pronuncia	Alta	Moderada	Suave	Despreciable
		50%	20%	5%	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 Vegetación ligera	Impermeable	0.65	0.60	0.55	0.50	0.45
	Semipermeable	0.55	0.50	0.45	0.40	0.35
	Permeable	0.35	0.30	0.25	0.20	0.15
Hierba, grama	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
Bosques densa vegetación	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	0.13	0.10	0.05

Fuente: MOP, (2003)

El coeficiente de escorrentía escogido es $C = 0,50$

Área de drenaje de la cuneta, A

Longitud máxima de drenaje = 830 m

Ancho máximo = 3 m (ancho de carril) + 1 m (cuneta)

Ancho máximo = 4.0 m

$$A = \text{Longitud} * \text{ancho}$$

$$A = 830 * 4$$

$$A = 3320 \text{ m}^2$$

En hectáreas

$$A = 7408 \text{ m}^2 / 10000$$

$$A = 0.332 \text{ Ha}$$

Caudal máximo, Q, por el método empírico “racional”

Se utilizó el método empírico racional debido a que la superficie de las cuencas analizadas son pequeñas < 400 Ha, y el tiempo de concentración es menor a 6 horas y en estos casos técnicamente se ha comprobado que sus resultados son confiables.

El método se basa en las siguientes consideraciones:

Si una lluvia de intensidad uniforme (I) cae sobre la totalidad de la cuenca y dura el tiempo necesario para que todas sus partes contribuyan al derrame del punto de descarga, el caudal resultante será directamente proporcional a la intensidad de precipitación menos las pérdidas por infiltración y evaporación estimadas a través del coeficiente de escurrimiento (C).

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

Donde:

Q= caudal máximo probable (m³/s)

C= coeficiente de escurrimiento

I=intensidad de precipitación pluvial (mm/h)

A= área de drenaje (Ha)

$$Q = \frac{0.50 * 91.04 * 0.332}{360}$$

$$Q = 0.042 \text{ m}^3/\text{seg}$$

Caudal máximo

El caudal máximo es sumatoria de los caudales parciales que drenará cada tramo de cuneta 0.230 m³/seg. A este se lo debe compara con el caudal admisible para ver si la cuneta cumple o no.

$$Q \text{ admisible} > Q \text{ máx.}$$

$$0.678 \text{ m}^3/\text{seg} > 0.042 \text{ m}^3/\text{seg} \quad \text{Cumple}$$

La cuneta debido a las dimensiones que se le dio puede abarcar un caudal admisible de 0.835 m³/s. Como el caudal máximo calculado es menor 0.230 m³/seg la cuneta puede trabajar óptimamente.

Cuadro 67 Ubicación y caudales de descarga de las cunetas

Abscisa de descarga	Dirección del caudal		Longitud de cuneta	Ancho		Ancho total de drenaje	Área de drenaje	Desnivel entre alcantarilla	Tiempo de concentración (expresión de Rowe)		Intensidad diaria (41mm)	Intensidad de lluvia (zona 33)	Coef. De escorrentia	Caudal probable recibido
	Inicial	Final		Calzada	Cuneta				Ad=(d)+(e)	$Ad = \frac{Lc * Ad}{10000}$				
	a	b	d			e	h	tc calculado			tc adoptado	$Id_{TR} = \frac{P_{max}}{24}$	$J_{TR} = \frac{515,76 * Id_{TR}}{tc^{0,8594}}$	m ³ /seg
0+380,00	0+000,00	0+380,00	380,00	3	1	4	0,15	0,5	24,30	30	1,71	47,42	0,5	0,010
1+720,00	0+420,00	1+720,00	1300,00	3	1	4	0,52	1,5	65,89	70	1,71	22,90	0,5	0,017
2+890,00	1+780,00	2+890,00	1110,00	3	1	4	0,44	0,5	83,81	85	1,71	19,38	0,5	0,012
3+300,00	2+890,00	3+300,00	410,00	3	1	4	0,16	1,2	18,94	20	1,71	64,14	0,5	0,015
	3+860,00	3+300,00	560,00	3	1	4	0,22	37	7,25	10	1,71	91,04	0,5	0,028
4+770,00	3+940,00	4+770,00	830,00	3	1	4	0,33	91,1	8,08	10	1,71	91,04	0,5	0,042
4+967,00	4+770,00	4+967,00	197,00	3	1	4	0,08	16,9	2,93	5	1,71	129,22	0,5	0,014
			4787,00			Area de drenaje	1,9148						Q total	0,138

Fuente: Autor

6.7.8.2 Diseño de alcantarillas

El diseño hidráulico permite establecer las dimensiones requeridas de la estructura para desalojar los caudales aportados por las lluvias, de conformidad con la eficiencia que se requiera para la evacuación de las aguas. (MOP, 2003)

El diseño del sistema de drenaje transversal evita problemas de inundaciones y socavamiento de los respectivos terraplenes. Para el diseño se toma en cuenta el análisis hidrológico de la zona por drenar y el diseño hidráulico de las estructuras.

Análisis hidrológico

Para el análisis hidrológico se determinó los parámetros de diseño como son:

- Periodo de retorno
- Precipitación máxima en 24 horas
- Tiempo de concentración
- Intensidad de precipitación
- Área de drenaje para cada alcantarilla
- Coeficiente de escorrentía

Y se relaciona N a través de expresiones que permiten obtener el caudal de diseño.

Intensidad de lluvia I (mm/h)

La intensidad está dada mediante ecuaciones pluviométricas para cada una de las zonas de intensidades en que está dividido el país y en los análisis estadísticos según el INAMHI.

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

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

$$I_{d_{TR}} = 1.71 \text{ mm/h}$$

Periodo de retorno (años)

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

Tiempo de concentración t_c (min)

Por la información limitada se tomó al tiempo de duración de la lluvia como el tiempo de concentración.

Se calculó con la expresión de Rowe

$$tc = 0,0195 * \left(\frac{Lc^3}{h} \right)^{0,385}$$

Donde:

tc = tiempo de concentración (min)

Lc = longitud (en línea recta) del cauce principal, en (metros)

h = desnivel entre el extremo de la cuenca a drenar y el punto de descarga, en (metros)

$$tc = 0,0195 * \left(\frac{1300^3}{1.5} \right)^{0,385}$$

$$tc = 65.89 \approx 70 \text{ min}$$

Ecuación pluviométrica

El proyecto se encuentra dentro de la zona 33 del mapa de zonificación de intensidades de lluvia del INAMHI, por lo tanto la ecuación de intensidad correspondiente a esta zona es:

Para $5\text{min} < tc < 23 \text{ min}$

$$I_{TR} = 170.39 * \left(\frac{1}{tc^{0.5052}} \right) * Id_{TR}$$

Para $23 \text{ min} < tc < 1440 \text{ min}$

$$I_{TR} = 515.76 * \left(\frac{1}{tc^{0.8594}} \right) * Id_{TR}$$

Como tc es 70 min; para conocer la intensidad de lluvia se emplea la expresión #2

$$I_{TR} = 515.76 * \left(\frac{1}{tc^{0.8594}} \right) * Id_{TR}$$

$$I_{TR} = 515.76 * \left(\frac{1}{70.00^{0.8594}} \right) * 1.71$$

$$I_{TR} = 22.90 \text{ mm/h}$$

Coefficiente de escorrentía, C

Se determinó que el sector es un área de cultivos, su suelo es semipermeable por ser arena limo arcilloso, y de pendientes moderadas.

Cuadro 68 Coeficientes de escorrentía para el método racional

Coeficiente de escorrentía C						
Cobertura vegetal	Tipo suelo	Pendiente del terreno				
		Pronunciad	Alta	Moderad	Suave	Desprecia
		50%	20%	5%	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, vegetación ligera	Impermeable	0.65	0.60	0.55	0.50	0.45
	Semipermeable	0.55	0.50	0.45	0.40	0.35
	Permeable	0.35	0.30	0.25	0.20	0.15
Hierba, grama	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
Bosques densa vegetación	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	0.13	0.10	0.05

Fuente: MOP, (2003)

El coeficiente de escorrentía escogido es $C = 0,50$

Área de drenaje, A

Se refiere al área de aportación que drenará cada alcantarilla.

$$A = \frac{((\text{ancho de cuneta} + \text{ancho de calzada} + \text{ancho de faja para aporte}) * L)}{10000}$$

$$A = \frac{((1 + 6/2 + 40) \text{ m} * 1300\text{m})}{10000}$$

$$A = 5.72 \text{ Ha}$$

Caudal máximo de diseño

Como ya se mencionó anteriormente se empleó el Método Racional para determinar el caudal máximo por ser áreas pequeñas menores a 400 Ha.

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

Donde:

Q= caudal máximo probable (m³/s)

C= coeficiente de escurrimiento

I=intensidad de precipitación pluvial (mm/h)

A= área de drenaje (Ha)

$$Q = \frac{0.50 * 22.90 * 5.72}{360}$$

$$Q = 0.18 \text{ m}^3/\text{seg}$$

Diseño hidráulico

La sección necesaria para cada alcantarilla se calculó mediante Talbot:

$$A = 0.183 * Ct * \sqrt[4]{H^3}$$

Donde:

A= área libre de la alcantarilla en m²

CT= coeficiente de Talbot

H= área que desea drenar en Ha

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

Cuadro 69 Valores de C para la fórmula de Talbot

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

Fuente: XII Congreso Panamericano de Carreteras, (1979)

$$A = 0.183 * Ct * \sqrt[4]{H^3}$$

$$A = 0.183 * \frac{2}{3} * \sqrt[4]{5.72^3}$$

$$A = 0.45 \text{ m}^2$$

Diámetro de la alcantarilla:

$$A = \frac{\pi * D^2}{4}$$

Despejo D

$$D = \sqrt{\frac{4 * A}{\pi}}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 * 0.45}{\pi}}$$

$$D = 0.756 \text{ m}$$

Se adopta D =1.2 m

Se utilizará ármico de acero corrugado 1.5 m y se colocarán a una profundidad mínima de 1 m. de la rasante natural del suelo a la corona de la alcantarilla.

Área real de la alcantarilla

$$A = \frac{\pi * D^2}{4}$$

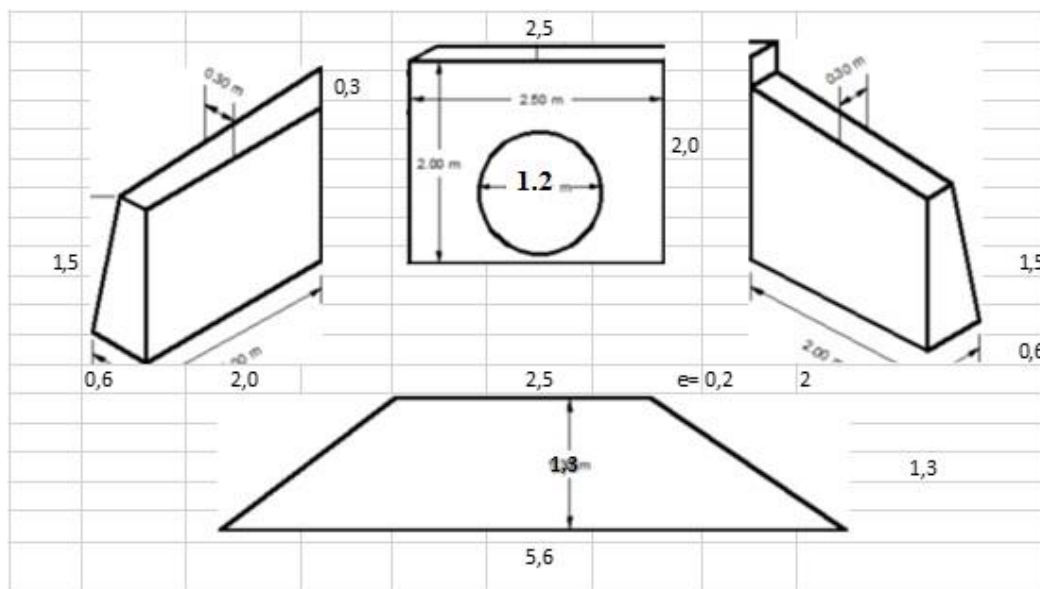
$$A = \frac{\pi * 1.2^2}{4}$$

$$A = 1.13 \text{ m}^2$$

Área máxima de drenaje = 21.063 Ha

Dimensiones y áreas de drenaje de alcantarillas

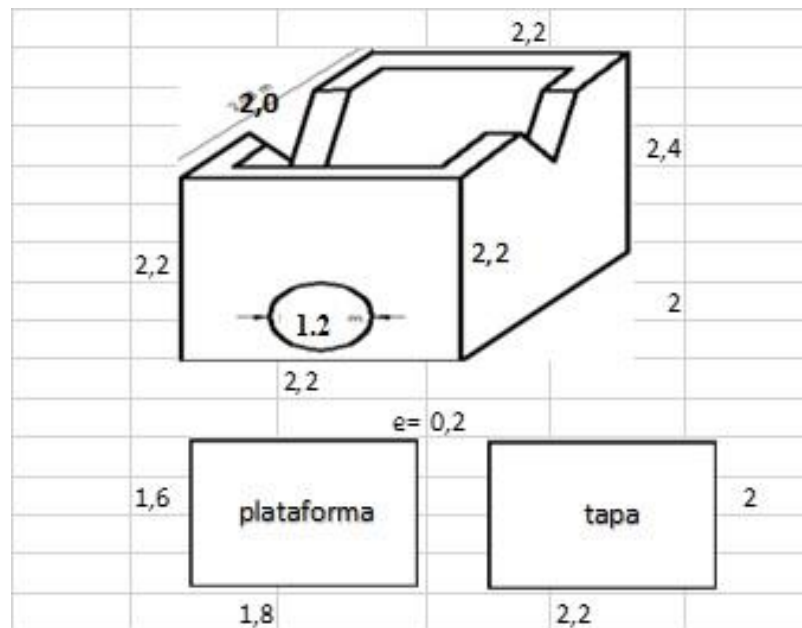
Gráfico 40 Alcantarilla de muro de ala $\Phi 1.2$



Alcantarilla de muro de ala	Área	Volumen
paredes laterales	0,68	2,7
pared frontal	5	1,5
Plataforma de piso	5,27	1,05
Armico	1,13	0,34
Total	9,81	4,91

Fuente: Autor

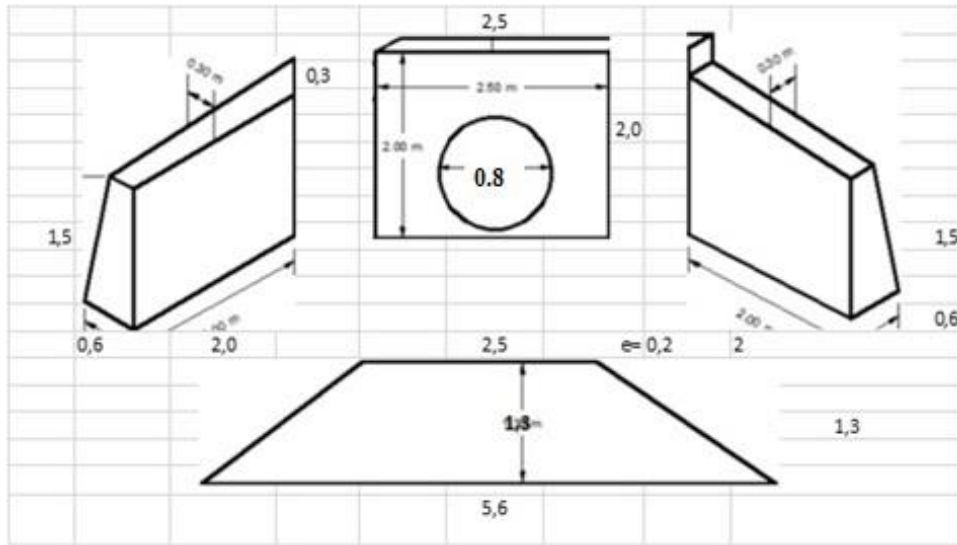
Gráfico 41 Paso de agua cabezal $\Phi 1.2$



Paso de Agua Cabezal	Área m ²	Volumen m ³ f'c=180Kg/c m ²
paredes laterales	9,2	1,84
pared frontal	3,96	0,792
pared posterior	4,32	0,864
Plataforma de piso	2,88	0,576
Tapa	4,4	0,88
Cuneta	0,135	0,027
Armico	1,13	0,23
Total	23,49	4,7

Fuente: Autor

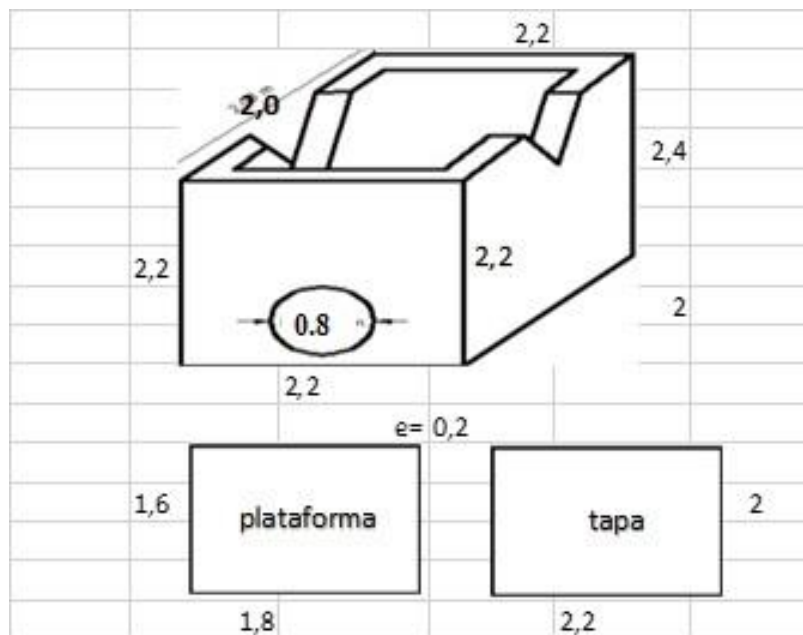
Gráfico 42 Alcantarilla de muro de ala Φ 0.8



Alcantarilla de muro de ala	Area	Volumen
paredes laterales	0,68	2,70
pared frontal	5	1,5
Plataforma de piso	5,27	1,05
Armico	0,50	0,15
Total	10,44	5,10

Fuente: Autor

Gráfico 43 Paso de agua cabezal Φ 0.8



Paso de Agua Cabezal	Area m2	Volum en m3
paredes laterales	9,2	1,84
pared frontal	3,96	0,792
pared posterior	4,32	0,864
Plataforma de piso	2,88	0,576
Tapa	4,4	0,88
Cuneta	0,135	0,027
Armico	0,50	0,10
Total	24,12	4,82

Fuente: Autor

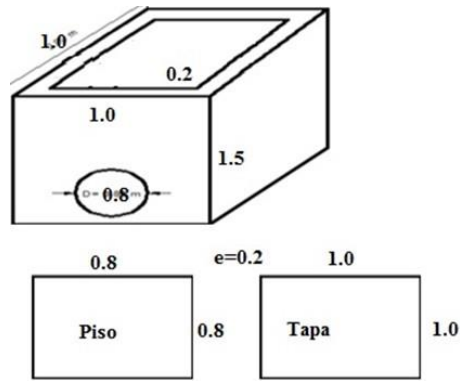
La ubicación y el procedimiento esta dado en la tabla.

Cuadro 70 Cálculo del diseño de la alcantarilla ubicación y tipo

Abscisa descarga	ancho de la calzada + cuneta	Lon	ancho de la faja de aporte	Intensidad de lluvia (zona 33)	Coef. De escorrentia	Ct coef Talbot	Área de drenaje	Q max diseño	Diseño hidraulico				TIPO
				$I_{TR} = \frac{170,39 * Id_{TR}}{tc^{0,5052}}$ $I_{TR} = \frac{515,76 * Id_{TR}}{tc^{0,8594}}$					$Q = \frac{C * I * A}{360}$	A drenaje Talbot $A = 0,183 * Ct * \sqrt[3]{H^3}$	\varnothing calc $D = \sqrt{\frac{4 * A}{\pi}}$	\varnothing comercial adoptado	
	m	m	m	mm/h	C	2/3	Ha	m3/seg	m2	m	m	m2	
0+380,00	4	380	40	47,42	0,5	0,666	1,67	0,11	0,18	0,48	0,8	0,50	Paso de agua cajon \varnothing 0,8
1+720,00	4	1300	40	22,90	0,5	0,666	5,72	0,18	0,45	0,76	1,2	1,13	Paso de agua cajon \varnothing 1,2
2+890,00	4	1110	40	19,38	0,5	0,666	4,88	0,13	0,40	0,71	1,2	1,13	Paso de agua cajon \varnothing 1,2
3+300,00	4	970	40	91,04	0,5	0,666	4,27	0,54	0,36	0,68	1,2	1,13	Paso de agua cajon \varnothing 1,2
4+770,00	4	830	40	91,04	0,5	0,666	3,65	0,46	0,32	0,64	1,2	1,13	Paso de agua cajon y muro de ala \varnothing 1,2
4+967,00	4	197	40	129,22	0,5	0,666	0,87	0,16	0,11	0,37	0,8	0,50	Paso de agua cajon y muro de ala \varnothing 0,8

Fuente: Autor

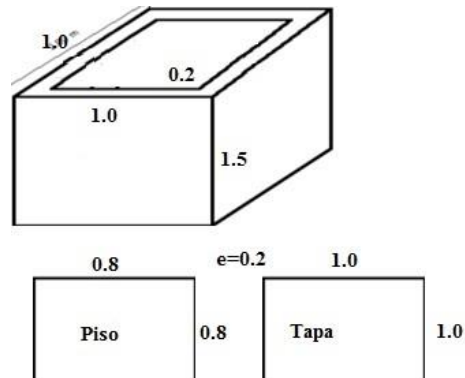
Gráfico 44 Caja de revisión para desfogue de puentes



Caja de revisión para puente	Area m2	Volum en m3
paredes laterales	1,5	0,6
pared frontal	0,9	0,18
pared posterior	0,9	0,18
Plataforma de piso	0,64	0,128
Tapa	1,00	0,2
Armico	0,50	0,10
Total	4,44	1,19

Fuente: Autor

Gráfico 45 Caja de revisión para la vía

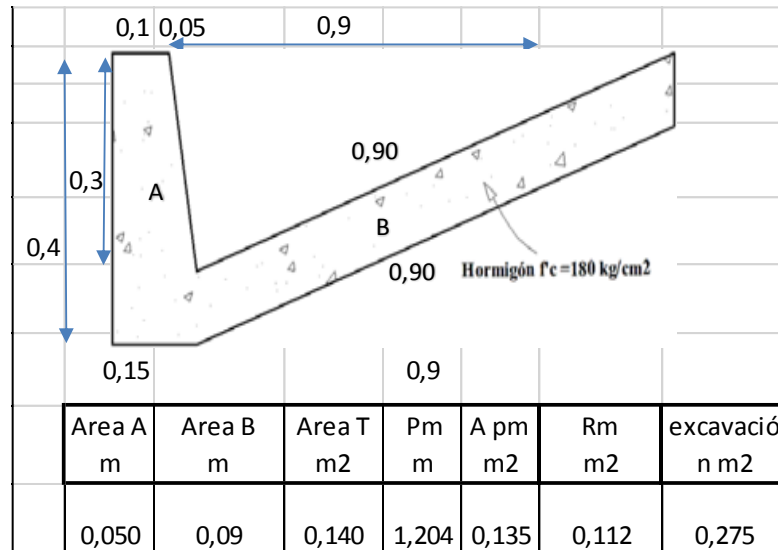


Caja de revisión	Area m2	Volu men m3
paredes laterales	1,5	0,6
pared frontal	0,9	0,18
pared posterior	0,9	0,18
Plataforma de piso	0,64	0,128
Tapa	1,00	0,2
Total	4,94	1,29

Fuente: Autor

Se colocara 4 cajas de revisión por cada Km de vía, de las 4 cajas 2 irán por cada puente.

Gráfico 46 Áreas



Φ comercial	Area paso de agua	Φ comercial	Area de alcantarilla	Φ comercial	Area de caja de revisión
1,2	1,13	1,2	1,13	1,2	1,13

Fuente: Autor

6.7.9 Señalización

Las señales de tránsito se utilizan para regular la movilidad segura y ordenada del tránsito de peatones y vehículos. Contienen instrucciones las cuales deben ser obedecidas por los usuarios de las vías, previenen de peligros que pueden no ser muy evidentes 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. (INEN, 2011)

El tamaño de las señales está en función de la velocidad máxima permitida, ya que esta determina las distancias mínimas a la que la señal debe ser vista y leída. Por ello, las dimensiones mínimas de cada señal deben cumplir con lo especificado en la tabla 5. (INEN, 2011)

Cuadro 71 Tamaño de las señales

Velocidad máxima	Tamaño
≤ 50 km/h	A
>50 km/h ≤ 70 km/h	B
> 70 km/h	C

Fuente: INEN, (2011)

6.7.9.1 Señalización horizontal

La señalización horizontal corresponde a la aplicación de marcas viales, conformadas por líneas, flechas, símbolos y letras que se pintan sobre el pavimento, cordones y estructuras de las vías de circulación o adyacentes a ellas, así como los objetos que se colocan sobre la superficie de rodadura, con el fin de regular, canalizar el tránsito o indicar la presencia de obstáculos. La demarcación desempeña funciones definidas e importantes en un adecuado esquema de regulación del tránsito, en algunos casos, son usadas para complementar las órdenes o advertencias de otros dispositivos, tales como las señales verticales y semáforos; en otros, transmiten instrucciones que no pueden ser presentadas mediante el uso de ningún otro dispositivo, siendo un modo muy efectivo de hacerlas entendibles²⁷

Generalmente se emplea los colores blanco y amarillo. Líneas amarillas definen:

- Separación de tráfico viajando en direcciones (sentidos) opuestos.
- Restricciones
- Borde izquierdo de la vía (en caso de tener parterre)

²⁷ <http://www.andipa-sa.com/index.php/12-noticias/6-senalizacion-horizontal>

Líneas blancas

Definen:

- La separación de flujos de tráfico en la misma dirección (el mismo sentido)
- Borde derecho de la vía (berma)
- Zonas de estacionamiento
- Proximidad a un cruce de cebra.

Según su forma las señales horizontales se clasifican en:

Líneas longitudinales

Se emplean para determinar carriles y calzadas; para indicar zonas con o sin prohibición de adelantar; zonas con prohibición de estacionar; y, para carriles de uso exclusivo de determinados tipos de vehículos. (INEN, 2011)

Líneas transversales

Se emplean fundamentalmente en cruces para indicar el lugar antes del cual los vehículos deben detenerse y para señalar sendas destinadas al cruce de peatones o de bicicletas. (INEN, 2011)

Símbolos y leyendas

Se emplean tanto para guiar y advertir al usuario como para regular la circulación. Se incluye en este tipo de señalización, flechas, triángulos ceda el paso y leyendas tales como pare, bus, entre otros. (INEN, 2011)

Ubicación

La ubicación de la señalización debe ser tal que garantice al usuario que viaja a la velocidad máxima que permite la vía, ver y comprender su mensaje con suficiente tiempo para reaccionar y ejecutar la maniobra adecuada. (INEN, 2011)

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 microesferas, siendo opcional en zonas urbanas dependiendo de los niveles de iluminación. (INEN, 2011)

Retroreflexión

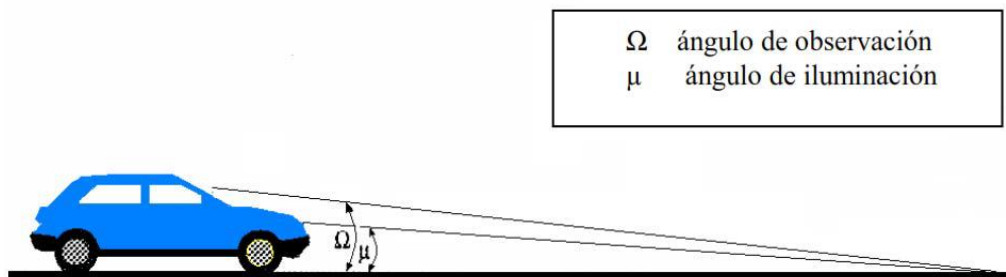
Las señalizaciones deben ser visibles en cualquier período del día y bajo toda condición climática, por ello se construirán con materiales apropiados, como micro-esferas de vidrio, y deben someterse a procedimientos que aseguren su retroreflexión. Esta propiedad permite que sean más visibles en la noche 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)

Cuadro 72 Niveles mínimos de retroreflexión para pinturas de pavimento

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

Fuente: INEN, (2011)

Gráfico 47 Ángulo de iluminación y observación



Fuente: INEN, (2011)

Dimensiones

Al ser la velocidad máxima de diseño la vía ≤ 35 km/h, tendrá las siguientes características:

Acho mínimo de la línea 10 cm

Longitud de la línea pintada 3,00 m

Espaciamiento de línea 9,00 m

Líneas blancas definen el borde de la vía (berma) 15 cm

Las líneas punteadas longitud de 60 cm con una separación de 60 cm.

Las franjas dobles estarán separadas con un espaciamento de 14 cm (MOP, 2002).

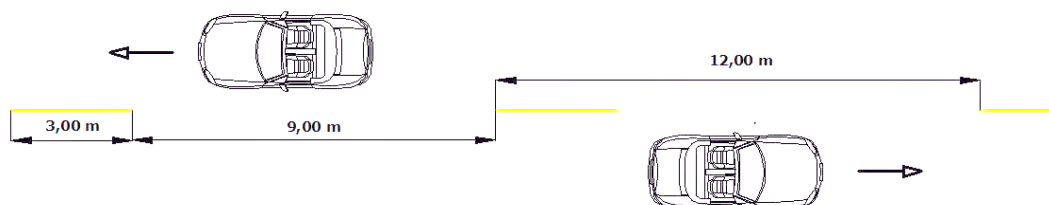
En el proyecto las líneas que predominan son las longitudinales: continuas blancas en los bordes y segmentada amarilla en el centro.

Cuadro 73 Relación señalización línea de separación de circulación opuesta segmentada

Velocidad máxima de la vía(km/h)	Ancho de línea (mm)	Patrón (m)	Relación señalización brecha
Menor o igual a 50	100	12,00	3-9
Mayor a 50	150	12,00	3-9

Fuente: INEN, (2011)

Gráfico 48 Líneas segmentadas de separación de circulación opuesta



Fuente: INEN, (2011)

6.7.9.2 Señalización vertical

La señalización vertical hace referencia a los dispositivos que se instalan a nivel de la vía o sobre ella, mediante placas fijadas en postes o estructuras, que cumplen la finalidad de transmitir a los usuarios de la ciclovía y de las vías en general las normas específicas que buscan reglamentar, prevenir e informar, mediante el uso de símbolos o textos determinados.

Las señalizaciones deben cumplir las siguientes características:

- Instaladas de modo que sean visibles para el usuario
- Estar a distancias tales que no interfieran unas con las otras
- Adecuadamente conservadas
- Señalizar siempre situaciones similares de forma análoga, para evitar confusiones de los usuarios
- Respetar los colores señalados en las normas y poseer niveles de retrorreflectancia adecuados para ser vistos tanto en el día, como en la noche.

Se incluyen en este apartado los criterios de implantación, situación y dimensiones de las señales, carteles y paneles complementarios empleados. De manera general los criterios adoptados para la ubicación de las principales señales del proyecto se indican en el ANEXO I.

La clasificación de esta señalización es:

Señalizaciones reglamentarias (Código R).

Informan a los usuarios de las vías las prioridades en el uso de las mismas, así como las prohibiciones, restricciones, obligaciones y autorizaciones existentes, cuyo incumplimiento constituye una infracción a la Ley y Reglamento de tránsito. (INEN, 2011).

Tiene el propósito de ordenar a los conductores que detengan completamente su vehículo y que reanuden la marcha sólo cuando puedan hacerlo en condiciones que eliminan totalmente la posibilidad de accidente.

R1-1 “PARE”, en las intersecciones de los viales transversales con las vías de servicio.

Gráfico 49 R1-1 “PARE”,

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

Fuente: INEN 004-1:2011

R4-1 “LÍMITE MÁXIMO DE VELOCIDAD”, en las zonas en las que la velocidad se limite a una velocidad distinta a la velocidad de la vía

Gráfico 50 Límite máximo de velocidad

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

Fuente: INEN 004-1:2011

Señales preventivas (Código P)

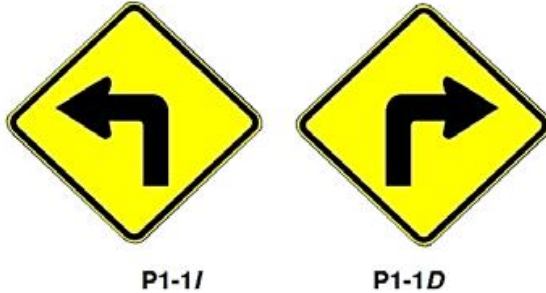
Advierten a los usuarios de las vías, sobre condiciones inesperadas o peligrosas en la vía o sectores adyacentes a la misma. (INEN, 2011).

Se han utilizado las siguientes señales:

Curva cerrada a la izquierda (P1-1I), derecha (P1-1D), estas señales indican la aproximación a curvas cerradas.

Gráfico 51 Curva cerrada a la izquierda, derecha

Símbolo y orla negros
Fondo amarillo retroreflectivo

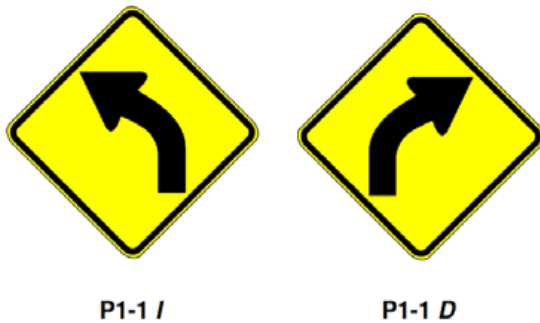


Código	Dimensiones (mm)
P1-1A (I ó D)	600 x 600
P1-1B (I ó D)	750 x 750
P1-1C (I ó D)	900 x 900

Fuente: INEN 004-1:2011

Curva abierta a la izquierda (P1-2I), derecha (P1-2D), estas señales indican la aproximación a curvas abiertas.

Gráfico 52 Curva abierta a la izquierda, derecha

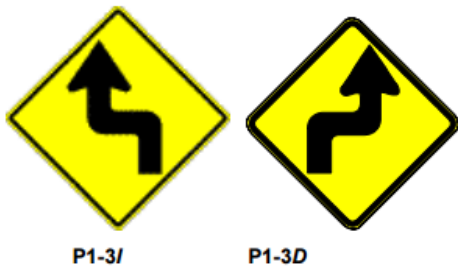


Código	Dimensiones (mm)
P1-2A (I ó D)	600 x 600
P1-2B (I ó D)	750 x 750
P1-2C (I ó D)	900 x 900

Fuente: INEN 004-1:2011

Curva y contra curva cerrada izquierda-derecha (P1-3I), y derecha - izquierda (P1-3D), estas señales indican la aproximación a curvas abiertas.

Gráfico 53 Curva y contra curva cerrada izquierda, derecha



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

Fuente: INEN 004-1:2011

Resalto/Reductor de velocidad (P6-2), estas señales debe usarse para advertir la aproximación a un resalto o un reductor de velocidad.

Gráfico 54 Resalto/Reductor de velocidad



Código No.	Dimensiones (mm)
P6-2A	600 x 600
P6-2B	750 x 750
P6-2C	900 x 900

Fuente: INEN 004-1:2011

Animales en la vía (P6-17), estas señales debe usarse para advertir la probable presencia de animales en la vía, sean estos domésticos o de ganado.

Gráfico 55 Animales en la vía



Código No.	Dimensiones (mm)
P6-17A	600 x 600
P6-17B	750 x 750
P6-17C	900 x 900

Fuente: INEN 004-1:2011

Niños (P6-2), estas señales debe usarse para advertir la aproximación a un sitio con presencia d niños.

Gráfico 56 Niños



P6-2

Código No.	Dimensiones (mm)
P6-2A	600 x 600
P6-2B	750 x 750
P6-2C	900 x 900

Fuente: INEN 004-1:2011

Peatones en la vía (P6-1), estas señales debe usarse para advertir la aproximación a un tramo de la via donde hay posibilidades de que se encuentren con peatones cruzando la via

Gráfico 57 Peatones en la vía



P6-1

Código No.	Dimensiones (mm)
P6-1A	600 x 600
P6-1B	750 x 750
P6-1C	900 x 900

Fuente: INEN 004-1:2011

Señales de información (Código P)

Las señales de información tienen como propósito orientar y guiar a los usuarios viales, proporcionándole la información necesaria para que pueda llegar a su destino y de la forma más segura, simple y directa posible. (INEN, 2011)

Señal con mensaje de salida y flecha de direccionamiento (I 1-5b1), Esta señal se emplea donde hay una salida de la vía (INEN, 2011)

Gráfico 58 Señal de salida y flecha de direccionamiento



I1-5b1

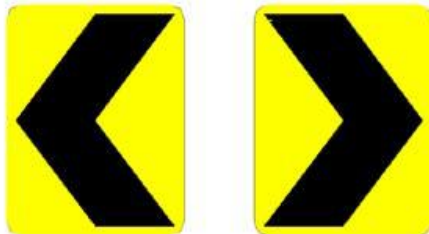
Código No.	Dimensión (mm)
I1-5b1 A	*
I1-5b1 B	

Fuente: INEN 004-1:2011

Señales especiales delineadoras (Código D).

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

Gráfico 59 Señales especiales delineadoras



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

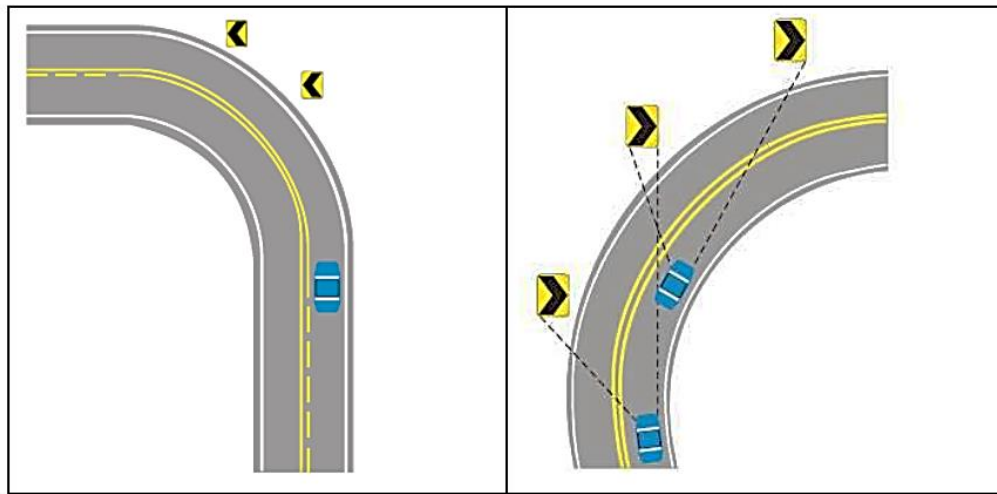
Código No.	Dimensión (mm)
D6-1A (I o D)	1600 x 400
D6-1B (I o D)	3200 x 800



D6-1D

Fuente: INEN 004-1:2011

Gráfico 60 Ubicación longitudinal de los delineadores de una curva horizontal

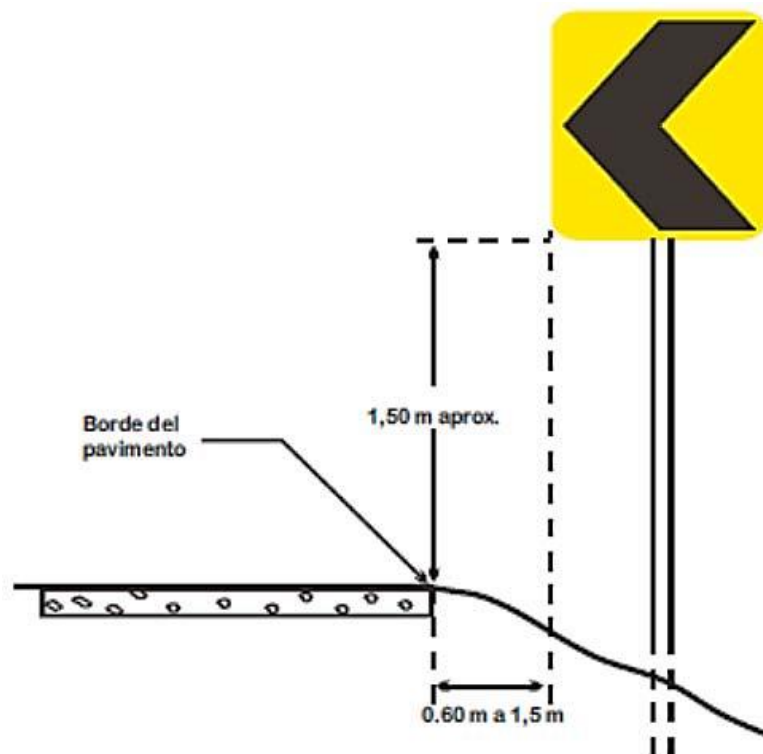


Curva a la izquierda

Curva a la derecha

Fuente: INEN 004-1:2011

Gráfico 61 Ubicación lateral de los delineadores de una curva horizontal




Fuente: INEN 004-1:2011

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)

Gráfico 62 Señales para trabajos en la vía



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

T1-1

Fuente: INEN 004-1:2011

Gráfico 63 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

Fuente: INEN 004-1:2011

Señalización en zonas escolares

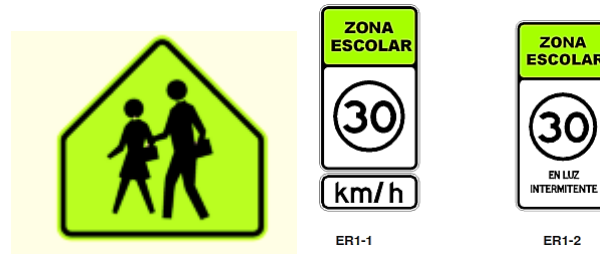
Forma, color y mensaje.- Las señales de zonas escolares “Serie E1” son de forma Pentagonal y tienen, orla, leyenda y/o símbolos negros sobre fondo verde limón, cumpliendo la Norma ASTM D 4956. Las señales de zonas escolares “Serie E2”

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).

Señales escolares

Las señales de zonas escolares advierten e informan a los usuarios de las vías de la aproximación de un centro informativo y las prioridades en el uso de las mismas, así como las prodociones, restricciones obligaciones y autorizaciones existentes, cuyo incumplimiento se considera una infracción las leyes y reglamentos de tránsito.

Gráfico 64 Señales escolares



Fuente: INEN 004-1:2011

6.7.10 Cálculo de volúmenes

1 Replanteo general del proyecto y nivelación

El replanteo es de toda la longitud del proyecto

$$\text{Longitud total del proyecto} = 4967 \text{ m} = 4.967 \text{ km}$$

2 Desbroce y limpieza

Para este rubro se utiliza como unidad de medida la hectárea (Ha), considerando una faja promedio de 2 m de ancho para toda la longitud del proyecto.

$$\text{Longitud total del proyecto} = 4967 \text{ m}$$

Ancho de faja = 2 m al lado contrario del canal, donde existen mojones que hay que removerlos

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

$$\text{Área de desbroce y limpieza} = 4967 \text{ m} * 2 \text{ m}$$

$$\text{Área de desbroce y limpieza} = 9934 \text{ m}^2/10000$$

$$\text{Área de desbroce y limpieza} = 0.9934 \approx 1 \text{ Ha}$$

3 Excavación sin clasificar incluye desalojo

Es la excavación y desalojo que se realiza de todos los materiales que se encuentran durante el trabajo, en cualquier tipo de terreno y en cualquier condición de trabajo, es decir inclusive excavaciones en fango, suelo, marginal y roca (MOP, 2002).

Del cálculo de movimiento de tierras se ha determinado un volumen de:

$$\text{Volumen total de corte en el diseño} = 20423.99 \text{ m}^3$$

4 Excavación para cunetas y encausamientos

Se obtuvo con la sección transversal de las cunetas laterales de la vía de 0,2750 m².

$$\text{Volumen total de excavación} = \text{área de excavación} * \text{longitud} * \# \text{ de lados}$$

$$\text{Volumen total de excavación} = 0,2750 \text{ m}^2 * 4967 \text{ m} * 1$$

$$\text{Volumen total de excavación} = 1365.93 \text{ m}^3$$

5 Excavación y relleno para estructuras menores

Se asume una longitud de 20 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:

Volumen de excavación para alcantarillas y encausamiento

Volumen de excavación para alcantarillas y encausamiento = $[(\Sigma \text{ Long. de tuberías nuevas}) + (\text{Long. de encausamiento} \cdot 2 \text{ lados} \cdot \# \text{ de alcantarillas})] \cdot \text{ancho} \cdot \text{profundidad}$

Volumen de excavación para alcantarillas y encausamiento = $[(40\text{m}) + (20 \text{ m} \cdot 2 \text{ lados} \cdot 6 \text{ uni})] \cdot 2,0 \text{ m} \cdot 2,0 \text{ m}$

Volumen de excavación para alcantarillas y encausamiento = 1000 m³

Número de alcantarillas

Se plantió un numero de 6 alcantarillas

Volumen para cabezales y muros

Volumen para cabezales y muros = $\# \text{ alcantarillas} \cdot 10 \text{ m}^3$

Volumen para cabezales y muros = $6 \cdot 10$

Volumen para cabezales y muros = 60 m³

Volumen total

Volumen total = Volumen de excavación + Volumen para cabezales y muros

Volumen total = $1000.00 + 60$

Volumen total = 1060.00m^3

6 Limpieza de derrumbes

Se ha estimado un 10% del volumen total de excavación sin clasificar

Limpieza de derrumbes = $\text{excavación sin clasificar} \cdot \% \text{ estimado}$

$$\text{Limpieza de derrumbes} = 20423.99 \text{ m}^3 * 0,10$$

$$\text{Limpieza de derrumbes} = 2042.40 \text{ m}^3$$

7 Tubería de acero corrugado $\varnothing = 1,20 \text{ m}$, $e = 2,5 \text{ mm}$, MP-100

Número alcantarillas de pasos = 3

Longitud de tubería de alcantarilla por paso = 4 m

Longitud total = Núm. alcantarillas de pasos * Longitud de tubería de alcantarilla por paso

$$\text{longitud total} = (3*4.0\text{m})$$

$$\text{longitud total} = 12.00 \text{ m}$$

Número de alcantarillas = 1

Longitud de tubería por alcantarilla = 12 m

Longitud total = Número de alcantarillas* Long tubería por alcantarilla

$$\text{longitud total} = (1*12 \text{ m})$$

$$\text{longitud total} = 12.00 \text{ m}$$

Total = 24 m $\varnothing = 1,20 \text{ m}$, $e = 2,5 \text{ mm}$, MP-100

8 Tubería de acero corrugado $\varnothing = 0,80 \text{ m}$, $e = 2,0 \text{ mm}$, MP-100

Número alcantarillas de pasos = 1

Longitud de tubería de alcantarilla por paso = 12 m

Longitud total = Núm. alcantarillas de pasos * Longitud de tubería de alcantarilla por paso

$$\text{longitud total} = (1*4.0\text{m})$$

$$\text{longitud total} = 4.00 \text{ m}$$

Número de alcantarillas = 1

Longitud de tubería por alcantarilla = 12 m

Longitud total = Número de alcantarillas* Long tubería por alcantarilla

longitud total = (1*12 m)

longitud total = 12.00 m

Total = 16 m Ø = 0.80 m, e = 2,5 mm, MP-100

9 Volumen de hormigón para cunetas

El volumen de hormigón para cunetas laterales es igual al área de la sección transversal de la cuneta por la longitud del proyecto más las descargas y por los dos lados de la vía.

Para las cunetas se empleara un hormigón simple $f'c = 180 \text{ Kg/cm}^2$

Se ha considerado por cada km de vía colocar 50,00 m de longitud para las descargas.

Longitud total del proyecto = 4967 m

H'S para cunetas = área transversal de la cuneta * (longitud de proyecto + descargas) * # lados de la vía

H'S para cunetas = $0,140 \text{ m}^2 * (4967 + 200) \text{ m} * 1$

H'S para cunetas = 723.38 m^3

10 Volumen de hormigón para alcantarillas de cabezales, muros de ala y cajas de revisión de hormigón simple $f'c = 180 \text{ Kg/cm}^2$ Tipo B

Volumen de hormigón en cabezales sobre tuberías de acero corrugado (entrada y salida).

Volumen de hormigón en muros de ala.

Volumen de hormigón en cajas de revisión.

Cuadro 74 Volúmenes de hormigón para alcantarillas del proyecto

Alcantarillas nuevas								
N	Abscisa	Longitud	Diámetro	Material	Cabezales		Hormigón m3	
					Entrada	Salida	Entrada	Salida
1	0+380	4,00m	0.8 m	ármico	Paso de agua cajón ∅ 0,8	Tubo corrugad ∅ 0,8	4.82	0
2	1+720	4,00m	1,20 m	ármico	Paso de agua cajón ∅ 1,2	Tubo corrugado ∅ 1.2	4.70	0
3	2+890	4,00m	1,20 m	ármico	Paso de agua cajón ∅ 1,2	Tubo corrugado ∅ 1.2	4.70	0
4	3+300	4,00m	1,20 m	ármico	Paso de agua cajón ∅ 1,2	Tubo corrugado ∅ 1.2	4.70	0
5	4+700	12,00m	1,20 m	ármico	Paso de agua cajón ∅ 1,2	Muro de ala ∅ 1,2	4.70	4.91
6	4+967	12,00m	0.8 m	ármico	Paso de agua cajón ∅ 0.8	Muro de ala ∅ 0.8	4.82	5.10
∑longitudes		40.00m			Volumen total m3		38.45	

Fuente: Autor

Cuadro 75 Volúmenes de hormigón para cajas de revisión

ABSCISA	Cantidad	Hormigón de caja de revisión para puente	Hormigón de caja de revisión para vía
1+000	4	2,38	2,58
2+000	4	2,38	2,58
3+000	4		5,16
4+000	4	2,38	2,58
4+967	4		5,16
Totales		7,14	18,06
Total m3		25,2	

Fuente: Autor

Volumen total es de 38.45+25.2=63.65 m3

11 Material seleccionado de mejoramiento incluido transporte

El suelo seleccionado se obtendrá de la excavación para la plataforma del camino, de excavación de préstamo, o de cualquier otra excavación debidamente autorizada y aprobada por el Fiscalizador. (MOP, 2002)

Este valor se obtiene de las secciones transversales dadas por el programa CIVILCAD, sin embargo se ha considerado un aumento de volumen para los sobre anchos en las curvas.

La mina escogida para este material es la mina de las Viñas con una longitud de 19,9 km al inicio del proyecto, y una longitud de 22,3 km al centro de gravedad del mismo.

Volumen material para mejoramiento = 14465.11m³ – dado por el civil cad.

Factor de sobre ancho = 1,10

Factor de esponjamiento = 1,20

Volumen subtotal sobre ancho = 25547.31m³ * 1,10

Volumen subtotal de esponjamiento = 28102.04*1,2

Volumen Total = 33722.45 m³

12 Material de base clase 4 incluido transporte

Cuando se haya especificado el empleo de este tipo de agregados, los materiales se obtendrán por trituración o cribado de grava natural, para obtener fragmentos limpios, resistentes y durables, que no presenten partículas alargadas o planas en exceso. Estarán exentos de material vegetal, grumos de arcilla u otro material objetable. Los agregados empleados en la construcción de capas de Base Clase 4 deberán graduarse uniformemente de grueso a fino, y cumplirán las exigencias de granulometría que se indican en la Tabla 404-1.4 de las Especificaciones

Generales para la Construcción de Puentes y Caminos, lo cual será comprobado mediante ensayos granulométricos, siguiendo lo establecido en la Norma INEN 696 y 697 (AASHTO T-11 y T-27), luego de que el material ha sido mezclado en planta o colocado en el camino (MOP, 2002).

Cantidad obtenida de las secciones transversales del programa CIVILCAD, la mina escogida para este material es la mina de las Viñas con una longitud de 55,8 km al inicio del proyecto, y una longitud de 58,2 km al centro de gravedad del proyecto.

Volumen material base clase 4 = 2980.2m³ – dado por el civil cad

Factor de sobre ancho = 1,20

Factor de esponjamiento = 1,20

Volumen subtotal de sobre ancho = 2980.2 m³ * 1,10

Volumen subtotal de esponjamiento = 3278.22 m³ *1,2

Volumen total = 3933.86 m³

13 Transporte de material de desalojo

Dentro de este rubro se considera a todo material proveniente de las excavaciones autorizadas y que no sea requerido para relleno, la disposición de este material de desalojo que no se considere aprovechable se efectuará en sitios denominados como escombreras dispuestos por el Fiscalizador. Se ha considerado la excavación sin clasificar del diseño pasado el acarreo libre (500,00 m) hasta 5 km se pagará únicamente el metro cúbico desalojado.

Volumen total de desalojo = 20423.99 m³

Es el volumen si clasificar

14 Capa de rodadura asfáltico mezclado en planta e=5 cm (incluido imprimación)

Área total de asfalto = 29802 m²

Factor de sobre ancho = 1,10

$$\text{Área total} = 29802 \text{ m}^2 * 1,10$$

$$\text{Área total de asfalto} = 32782.2 \text{ m}^2$$

15 Señalización horizontal

Este rubro se refiere a las marcas de pintura que se realizará como señalización horizontal en toda la longitud del proyecto, serán dos líneas continuas laterales de color blanco y una línea segmentada central de color amarillo.

$$\text{Marcas de pavimento} = \text{longitud} * \# \text{ de líneas}$$

$$\text{Marcas de pavimento} = 4967\text{m} * 3.0$$

$$\text{Marcas de pavimento} = 14901 \text{ m}$$

16 Señalización vertical informativa

Señales informativas (2,40 x 1,20) m.- Se tiene una cantidad de 10,00 u.

Señales ecológicas (2,40 x 1,20) m.- Se tiene una cantidad de 5,00 u.

17 Señalización vertical reglamentaria



Señales reglamentarias (0,75 x 0,75) m.- Se tiene 10,00 u.

Señales preventivas (0,75 x 0,75) m.- Se tiene 20,00 u.

6.7.11 Presupuesto referencial

Una parte fundamental en cualquier proyecto es el análisis de precios unitarios puesto que en este se considera todos los componentes de los rubros del proyecto y por medio de este análisis se determina el presupuesto referencial que será en definitiva el valor de la obra que recibirá el contratista.

Cuadro 1 Presupuesto referencial

		UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA				
Proyecto:	Crande, parroquia El Rosario, cantón Pelileo, provincia del Tungurahua y su incidencia en la calidad de vida de sus habitantes.					
UBICACIÓN	Tungurahua - Pelileo					
REALIZADO	Egrd. Pablo Xavier Santos Freire					
TABLA DE DESCRIPCIÓN DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS						Hoja 1 de 1
Nº	RUBROS	Unid.	Cantid.	C.Unit.	C. Total	
1	Replanteo general del proyecto y nivelación	Km	4,967	592,01	2.940,51	
2	Desbroce y limpieza	Ha	0,99	152,95	151,42	
3	Excavación sin clasificar incluye desalojo	m3	20.423,99	5,15	105.183,55	
4	Excavación para cunetas y encausamiento	m3	1.365,93	3,98	5.436,40	
5	Excavación y relleno para estructuras menores	m3	1.060,00	4,41	4.674,60	
6	Limpieza de derrumbes	m3	2.042,40	2,50	5.106,00	
7	Tubería de acero corrugado Ø = 1,20 m, e = 2,5 mm, MP-100 (armico para alcantarilla)	m	24,00	254,84	6.116,16	
8	Tubería de acero corrugado Ø = 0,80 m, e = 2,0 mm, MP-100 (armico para alcantarilla)	m	16,00	153,64	2.458,24	
9	Hormigón para cunetas (f'c=180 kg/cm2)	m	723,38	159,76	115.567,19	
10	Volumen de hormigón para alcantarillas de cabezales, muros de ala y cajas de revisión de hormigón simple f'c = 180 Kg/cm2 Tipo B	m3	63,65	155,72	9.911,58	
11	Material seleccionado de mejoramiento, (incluido transporte)	m3	14.465,11	6,14	88.815,78	
12	Material de base clase 4 (incluido transporte)	m3	3.933,86	14,88	58.535,84	
13	Transporte material de desalojo	m3	20.423,99	0,99	20.219,75	
14	Capa de rodadura hormigón asfáltico mezclado en planta, e=5" (incluido imprimación)	m2	32.782,20	10,66	349.458,25	
15	Señalización Horizontal	Km	14,90	478,88	7.135,31	
16	Señalización vertical informativa (2.40X1.20)m	u	15,00	252,88	3.793,20	
17	Señalización vertical reglamentaria (0,75 x0,75) m	u	30,00	129,50	3.885,00	
18	Presupuesto Ambiental	u	1,00	10.000	10.000,00	
PRECIO TOTAL: Setecientos noventa y nueve mil trescientos ochenta y ocho con 78/100 dólares			COSTO: USD.		799.388,78	
NOTA: Estos precios no incluyen IVA						
			Plazo máximo de ejecución =	150 días calendario		

Fuente: Autor

6.7.12 Cronograma valorado

Cuadro 1 Cronograma valorado

N°	RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL	TIEMPO EN (semanas, meses)																			
						30				60				90				120				150			
						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	Replanteo general del proyecto y nivelación	Km	4,967	592,01	2940,51	100%																			
2	Desbroce y limpieza	Ha	0,99	152,95	151,42	60%																			
3	Excavación sin clasificar incluye desalojo	m3	20423,99	5,15	105183,55	50%																			
4	Excavación para cunetas y encausamiento	m3	1365,93	3,98	5436,40	50%																			
5	Excavación y relleno para estructuras menores	m3	1060,00	4,41	4674,60	40%																			
6	Limpieza de derrumbes	m3	2042,40	2,50	5106,00	50%																			
7	Tubería de acero corrugado Ø = 1,20 m, e = 2,5 mm, MP-100 (armico para alcantarilla)	m	24,00	254,84	6116,16	70%																			
8	Tubería de acero corrugado Ø = 0,80 m, e = 2,0 mm, MP-100 (armico para alcantarilla)	m	16,00	153,64	2458,24	70%																			
9	Hormigón para cunetas (f'c=180 kg/cm2)	m	723,38	159,76	115567,19	60%																			
10	Volumen de hormigón para alcantarillas de cabezales, muros de ala y cajas de revisión de hormigón simple f'c = 180 Kg/cm2 Tipo B	m3	63,65	155,72	9911,58	35%																			
11	Material seleccionado de mejoramiento, (incluido transporte)	m3	14465,11	6,14	88815,78	50%																			
12	Material de base clase 4 (incluido transporte)	m3	3933,86	14,88	58535,84	100%																			
13	Transporte material de desalojo	m3	20423,99	0,99	20219,75	100%																			
14	Capa de rodadura hormigón asfáltico mezclado en planta, e=5" (incluido imprimación)	m2	32782,20	10,66	349458,25	50%																			
15	Señalización Horizontal	Km	14,90	478,88	7135,31	100%																			
16	Señalización vertical informativa (2.40X1.20)m	u	15,00	252,88	3793,20	100%																			
17	Señalización vertical reglamentaria (0,75 x 0,75) m	u	30,00	129,50	3885,00	100%																			
18	Presupuesto Ambiental	u	1,00	10000,00	10000,00	20%																			
COSTO TOTAL					799388,78																				
INVERSION MENSUAL						61276,26	146973,95	102603,40	293523,48	195011,69															
AVANCE PARCIAL EN %						7,67%	18,39%	12,84%	36,72%	24,40%															
INVERSION ACUMULADA						61276,26	208250,21	310853,61	604377,09	799388,78															
AVANCE ACUMULADO EN %						7,67%	26,05%	38,89%	75,60%	100,00%															

Fuente: Autor

6.8 ADMINISTRACIÓN

Recursos económicos

La intuición que analiza una partida presupuestaria, una vez recibido el estudio técnico definitivo del proyecto del diseño geométrico y el diseño de la estructura del pavimento de la vía Condorahua desde el calvario hasta Condorahua Grande, parroquia El Rosario, cantón Pelileo, provincia del Tungurahua, es el Gobierno Autónomo Descentralizado de El Rosario con sus representantes.

Recursos administrativos

El Gobierno Autónomo Descentralizado de El Rosario por medio de su departamento administrativo debe organizar, planificar y asignar al personal especializado en obras viales, manejo de equipos, software y asignación de equipos de obra para la ejecución del proyecto.

Recursos técnicos

El Gobierno Autónomo Descentralizado de El Rosario, exigirá que la ejecución de la obra se esté cumpliendo con las especificaciones técnicas, planos, estudios realizados, actividades del cronograma y plazos de obra mediante su personal técnico asignado.

6.9 PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN

Proceso constructivo vial

El proceso de construcción de la obra se lo realizada en base a un cronograma establecido de trabajo, que detallara en forma general los procesos constructivos en secuencia lógica para su ejecución, tales procesos serán enunciados a continuación:

Primero se realizara el replanteo, nivelación, limpieza y desbroce de la vía.

Segundo se realizara el movimiento de tierras en la vía para dejar la sub-rasante con los alineamiento necesarios y los taludes dados en el diseño.

Tercero se realizara las excavaciones para las cunetas, los cabezales para protección de las alcantarillas para posteriormente hacer la colocación de las mismas con los diámetros, alineaciones en los lugares establecidos según el diseño vertical y horizontal.

Cuarto se coloca sobre la sub-rasante la capa base de 10cm se la compacta para luego realizar la imprimación y colocación de 5cm de asfalto de acuerdo con el espesor determinado en el diseño.

Quinto se procederá a colocar la capa asfáltica con el espesor que dicta el diseño. Para así tener listo la estructura del pavimento, procurando que la misma cumpla con las pendientes de bombeo especificada en la sección transversal.

Sexto se construirá las cunetas laterales, las alcantarillas y los pasos de agua para el drenaje de la vía.

Séptimo a la vía se le coloca la señalética horizontal y la señalización vertical en los tramos que se requiera según el diseño.

Plan de manejo ambiental

Conjunto de obras diseñadas para mitigar o evitar los impactos negativos de las obras de la carretera, sobre la comunidad y el medio ambiente. Las obras PMA deben formar parte del proyecto de la carretera y de su presupuesto de inversión.²⁸

²⁸

http://www.repsol.com/pe_es/productos_y_servicios/productos/peasfaltos/glosario/default.aspx

Al inicio de toda obra, se debe preparar un Plan de Manejo Ambiental (PMA) aprobado por el Ministerio Ambiente (MAE) en el que se propondrán medidas de prevención, control, mitigación y/o compensación para evitar o disminuir los potenciales impactos negativos y fortalecer los positivos en la ampliación de la carretera.

Las medidas preventivas son todas aquellas destinadas a anular de antemano cualquier afectación al medio ambiente con la adopción de prohibiciones expresas o recomendaciones acerca de los procesos constructivos de ampliación y mejoramiento de la vía. Estos trabajos tienen por finalidad prever y corregir ciertas acciones relacionadas con el uso y aplicación de técnicas así como el mal comportamiento humano, de tal manera de producir los menores impactos posibles en el suelo, aire, agua, organismos vivos, instalaciones, etc.

Las medidas de mitigación son el conjunto de obras físicas, programas de carácter socio ambiental, que se deben construir o materializar para reducir al mínimo o eliminar totalmente, los impactos negativos del proyecto vial.²⁹

Las medidas de compensación, son aquellas destinadas a compensar o mejorar la calidad del ambiente en el área de influencia de la vía que ha sufrido deterioro a causa de los impactos generados por la implementación del proyecto.

Para posibilitar un mayor grado de mitigación de los impactos negativos y la potenciación de los impactos positivos, se establecen una serie de medidas ambientales que tienen que aplicarse a través de diversos mecanismos de ejecución y control, para cumplir con los siguientes objetivos:

- . Estructurar mecanismos de conservación ambiental en el área de influencia
- . Mejorar las condiciones existentes de la infraestructura
- . Aprovechar la ampliación del proyecto como elemento para generar fuentes de trabajo en la zona

²⁹ Estudio de ingeniería de la carretera Santo Domingo-Esmeraldas y la estructuración jurídica, técnica y económico-financiera. RE-20-EIS-MTOP-2012, pp 2

- . Establecer medidas ambientales de aplicación obligatoria, durante las fases de ampliación, relacionadas con la prevención, control, mitigación y compensación de los impactos ambientales potencialmente negativos causados en el proyecto
- . Identificación del personal idóneo para la implementación del PMA
- . Establecer los costos ambientales para cada una de las medidas.³⁰

Estructura del plan de manejo ambiental

Todas las actividades para el mejoramiento del proyecto provocarán alteraciones en el sistema ambiental actual, por lo cual se propone a continuación un Plan de Manejo Ambiental (PMA) que es un instrumento de gestión destinado a proveer de una guía de programas, procedimientos, medidas, prácticas y acciones, orientados a prevenir, eliminar, minimizar o controlar aquellos impactos ambientales y/o sociales negativos determinados como significativos y que por medio de una ficha se describe dicha medida, se recogen los beneficios esperados, los rubros y el correspondiente cronograma de aplicación de la medida propuesta para atenuar el impacto ambiental.

³⁰ Estudio de ingeniería de la carretera Santo Domingo-Esmeraldas y la estructuración jurídica, técnica y económico-financiera. RE-20-EIS-MTOP-2012, pp 3

Cuadro 78 Estructura del plan de manejo ambiental

No Ficha	PROGRAMA	COMPONENTE	MEDIDAS
1	1 PROCEDIMIENTOS AMBIENTALES	1.1 Marco de actuación ambiental, estudios y análisis de los impactos ambientales	1.1.1 Normas Generales 1.1.2 Estudios y analisis ambientales
		1.2 Participación pública y de comunidad en la etapa de ampliación del proyecto	1.2.1 Participación pública y de comunidad en la etapa de ampliación del proyecto
2	2 CONSTRUCCIÓN Y MANEJO DE CAMPAMENTOS, TALLERES Y FRENDES DE OBRAS	2.1 Construcción de campamentos, talleres y frentes de obras	2.1.1 Diseño y ubicación de campamentos, talleres y frentes de obra
		2.2 Manejo integrado de residuos	2.2.1 Manejo de desechos industriales 2.2.2 Manejo de desechos sólidos domésticos
		2.3 Manejo de efluentes	2.3.1 Manejo de efluentes domésticos 2.3.2 Manejo de efluentes industriales y de aguas lluvias
		2.4 Manejo de patios de maquinaria y equipos	2.4.1 Manejo de patios de maquinaria y equipos
		2.5 Manejo de plantas de trituración y hormigones	2.5.1 Manejo de plantas de trituración y hormigones
3	3 MANEJO DEL TRÁNSITO Y TRANSPORTE	3.1 Manejo del tránsito y transporte	3.1.1 Señalización preventiva personal
			3.1.2 Disposiciones administrativas
			3.1.3 Manejo y transporte de materiales
			3.1.4 Manejo de transporte de materiales peligrosos
			3.1.5 Movimiento del personal, equipos y maquinaria
		3.2 Control de emisiones	3.2.1 Prevención y control de la contaminación del aire
3.3 Control de ruido y vibraciones	3.2.2 Agua para el control de polvo		
4	4 PROTECCIÓN DEL SISTEMA HIDROLÓGICO Y DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS	4.1 Prevención y control de la contaminación del agua	4.1.1 Protección de los sistemas fluviales y calidad de las aguas
5	5 MANEJO Y DISPOSICIÓN DE EXCEDENTES DE EXCAVACIÓN	5.1 Manejo de escombreras y sitios de deposito	5.1.1 Disposición de materiales excedentes de excavación a escombreras
		5.2 Gestión de tierra vegetal	5.2.1 Recuperación y acopio de la capa vegetal
		5.3 Restauración de escombreras	5.3.1 Restauración de escombreras
6	6 SEGURIDAD INDUSTRIAL Y SALUD OCUPACIONAL	Se remite al programa de "Seguridad y Salud ocupacional" del propio proyecto	
7	7 CAPACITACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL	7.1 Educación y capacitación a personal técnico y obrero	7.1.1 Charlas de adiestramiento
		7.2 Educación y concienciación a la comunidad	7.2.1 Charlas de concienciación
			7.2.2 Instructivos o trípticos
			7.2.3 Comunicados radiales
			7.2.4 Comunicados de prensa

No Ficha	PROGRAMA	COMPONENTE	MEDIDAS
8	8 RELACIONES COMUNITARIAS Y APOYO A LA COMUNIDAD	8.1 Relación comunidad-empresa	8.1.1 Contratar los servicios de un Relacionador comunitario
		8.2 Apoyo a la comunidad	8.2.1 Contratación de mano de obra local y generación de empleo en la etapa de ampliación del proyecto
9	9 MANEJO DE CONTINGENCIAS Y RIESGOS	9.1 Riesgos - Amenazas naturales	9.1.1 Elaboración de un plan de contingencias, de acuerdo a la vulnerabilidad de carácter natural en el área de influencia
		9.2 Siniestros- Amenazas de carácter técnico	9.2.1 Elaboración de un plan de contingencias para prevenir siniestros, amenazas de carácter técnico
10	10 SEÑALIZACION AMBIENTAL EN EL PROYECTO VIAL	10.1 Señalización en la etapa de ampliación	10.1.1 Señalización ambiental 10.1.2 Jalonamiento de protección
		10.2 Mantenimiento de la señalización ambiental en la etapa de operación y mantenimiento de la vía	10.2.1 Reposición de la señalización en la etapa de operación y mantenimiento de la vía
11	11 INTEGRACION PAISAJISTICA	11.1 Protección de taludes	11.1.1 Protección de taludes mediante siembra de plantas propias del sector
12	12 PROTECCION DE LA FAUNA	12.1 Protección de la fauna	12.1.1 Medidas temporales de protección
			12.1.2 Dispositivo de escape en cerramiento de la vía
			12.1.3 Medidas para facilitar la permeabilidad faunística
			12.1.4 Adaptación de drenaje longitudinal
13	13 MANEJO DE FUENTES DE MATERIALES	13.1 Aspectos legales para la explotación de fuentes de materiales de las áreas mineras que sirvan para la ejecución de las obras de ampliación de la vía	13.1.1 Libres aprovechamientos temporales de las áreas mineras que sirvan para la ejecución de las obras de ampliación de vía
			13.1.2 Medidas Generales a ser aplicadas en el extractivo
14	14 SEGUIMIENTO Y MONITOREO	14.1 Seguimiento de la implementación del Plan de Manejo Ambiental	14.1.1 Seguimiento de la implementación del Plan de Manejo Ambiental - Monitoreos
15	15 ABANDONO Y CIERRE DE OPERACIONES	15.1 Abandono y/o restauración de las instalaciones, maquinaria, materiales al final de la fase de ampliación	15.1.1 Elaboración y aplicación de un programa de trabajos para el abandono y/o retiro
			15.1.2 Aplicación de medidas de restauración física y social
16	16 EXPROPIACIONES	Se remite al programa 'Expropiaciones' del propio proyecto	

FUENTE: Estudio de ingeniería de la carretera Santo Domingo-Esmeraldas

Cuadro 79 Presupuesto Ambiental

No Ficha	PROGRAMA	UNIDAD	COSTO \$
1	1 PROCEDIMIENTOS AMBIENTALES	U	5000
7	7 CAPACITACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL	U	2000
10	10 SEÑALIZACION AMBIENTAL EN EL PROYECTO VIAL	U	3000
		COSTO	10000

MATERIALES DE REFERENCIA

1. BIBLIOGRAFÍA

Hugo, A. (2007). Metodologías de diseño de pavimentos flexibles: tendencias, alcances y limitaciones.

Extraído desde

Ciencia e Ingeniería Neogranadina, Vol. 17-2, pp. 41-65. Bogotá, Diciembre de 2007. ISSN 0124-8170

<http://es.slideshare.net/narait/pavimentos-26290610>

Moreno, P. Coronel, J. Cortez, D. (2.000), Rediseño de la vía existente Ancon - Santa Elena, tesis de grado previa a la obtención del título de ingeniero civil.

Bustillos, J. (2011). Estudio de tráfico vehicular. Cálculo del TPDA y tráfico futuro.

Extraído el 7 de Mayo del 2014 desde

http://www.obraspublicas.gob.ec/wpcontent/uploads/downloads/2012/07/06-09-informe_tecnico_zamora_gualaquiza_parteII.pdf

Chocontá, P. (2002). Diseño Geométrico de Vías. Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería Instituto Boliviano de Cemento y Hormigón, IBCH. (2006). Manual de Diseño de Pavimentos en base al Método AASHTO-93. Extraído desde: <https://es.scribd.com/doc/233746811/Diseno-de-Pavimento-Metodo-Aashto-93-Espanol>

Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN. (2011). Señalización Vial. Parte I. Señalización Vertical. Extraído desde

http://www.normalizacion.gob.ec/wpcontent/uploads/downloads/2013/11/rte_4_1_1.pdf

Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN. (2011). Señalización Vial. Parte II. Señalización Horizontal. Extraído desde

http://www.normalizacion.gob.ec/wpcontent/uploads/downloads/2013/11/rte_4_2_1r.pdf

Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN. (2011). Alcantarillas metálicas Galvanizadas corrugadas Requisitos.

Extraído desde <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.1674.2005.pdf>

Ministerio de Transporte y Comunicaciones del Perú, MTC. (2008). Manual para el Diseño de Carreteras Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito. Extraído el 7 de Mayo del 2014 desde http://www.carreteros.org/hispana/peru/11_peru.pdf

Ministerio de Obras Públicas, MOP. (2003). Normas de diseño geométrico de carreteras y caminos vecinales. Quito

Estudio de ingeniería de la carretera Santo Domingo-Esmeraldas y la estructuración jurídica, técnica y económico-financiera. RE-20-EIS-MTOP-2012

Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones, MOP. (2002). Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes. Extraído desde http://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/07/01-07-2013_ConcursoPublico_StoDomingo-Esmeraldas-Especificaciones-Tecnicas.pdf

Ministerio de Transportes y Obras Públicas, MTOP. (2013). Normas Ecuatoriana Vial NEVI-12.

Extraído desde

http://www.obraspublicas.gob.ec/wpcontent/uploads/downloads/2013/12/01-12-2013_Manual_NEVI-12_VOLUMEN_3.pdf

Estefanía, F. (2015). La infraestructura vial de las comunidades Chico Copataza y Villa flora, parroquia Simón Bolívar, cantón Pastaza, provincia Pastaza y su repercusión en la calidad de vida de los pobladores. Tesis de Pre-grado no publicada, Carrera de Ingeniería Civil, Universidad Técnica de Ambato.

Álvarez, P. (2013). Las condiciones de la vía Milinpungo – Miraflores, perteneciente al cantón Saquisilí, Provincia de Cotopaxi y su incidencia en el desarrollo socio económico de los habitantes. Tesis de Pre-grado no publicada, Carrera de Ingeniería Civil, Universidad Técnica de Ambato.

Herrera, P. (2014). Estudio del pavimento de las vías del barrio Salacalle, perteneciente a la parroquia Saquisilí, cantón Saquisilí, provincia de Cotopaxi y su incidencia en la calidad de vida de los habitantes. Tesis de Pre-grado no publicada, Carrera de Ingeniería Civil, Universidad Técnica de Ambato.

Reyes, A. (2013). Las condiciones de la vía Manduro – “y” de Alto Shicama – Batancocha y su incidencia en la circulación vehicular. Tesis de Pre-grado no publicada, Carrera de Ingeniería Civil, Universidad Técnica de Ambato.

Cedeño, D. (2013), Investigación de la estabilización de suelos con enzima aplicado a la sub-rasante de la avenida Quitumbe, cantón Quito. Tesis de Pre-grado no publicada, Carrera de Ingeniería Civil, UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR. Extraído desde

<http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/2201/1/T-UCE-0011-63.pdf>

ANEXOS

A. FORMATO DE ENCUESTA

B. FOTOGRAFÍAS

C. FORMULARIOS DEL CONTEO VEHICULAR

D. DISTRIBUCIÓN DE LA PRUEBA ESTADÍSTICA CHI CUADRADO

E. ESTUDIOS DE SUELOS

F. VALORES DE DISEÑO SEGÚN MOP 2003

G. ECUACIONES PLUVIOMÉTRICAS PARA CADA ZONA DE INTENSIDAD

H. ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

I. INVENTARIO DE SEÑALÉTICA

J. PLANOS

A.- FORMATO DE ENCUESTA

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

Encuesta dirigida a los habitantes de El Calvario y Condorahua Grande, parroquia
El Rosario del cantón Pelileo, provincia de Tungurahua.

Encuesta N°:

Fecha:

INSTRUCCIONES:

Lea detenidamente las preguntas y marque con una X la respuesta correcta (solo una).

La encuesta es anónima.

CUESTIONARIO

1. ¿Considera usted que el estado actual de la vía está en buenas condiciones?

Si ()

No ()

2. ¿Cree usted que es necesario mejorar la vía?

Si ()

No ()

3. ¿Tiene facilidad para transportar sus productos por la vía?

Si ()

No ()

4. ¿Cree usted que una mejor vía ayudaría a transportarse de manera más rápida, cómoda y segura a los centros educativos?

Si ()

No ()

5. ¿Cree usted que se debería asfaltar la vía?

Si ()

No ()

6. ¿Utiliza usted la vía a diario?

Si ()

No ()

7. ¿Se puede trasportar fácilmente por la vía cuando llueve?

Si ()

No ()

8. ¿Ha sufrido usted o algún miembro de su familia alguna enfermedad a la garganta a causa del polvo que genera la vía?

Si ()

No ()

9. ¿Ha existido accidentes en la vía por su actual estado?

Si ()

No ()

10. ¿Cree usted que una mejor vía le ayudaría en su economía?

Si ()

No ()

Gracias por su colaboración

B.- FOTOGRAFÍAS

Vía El Calvario hasta Condorahua Grande con el canal de riego



Radios de curva de la vía Condorahua



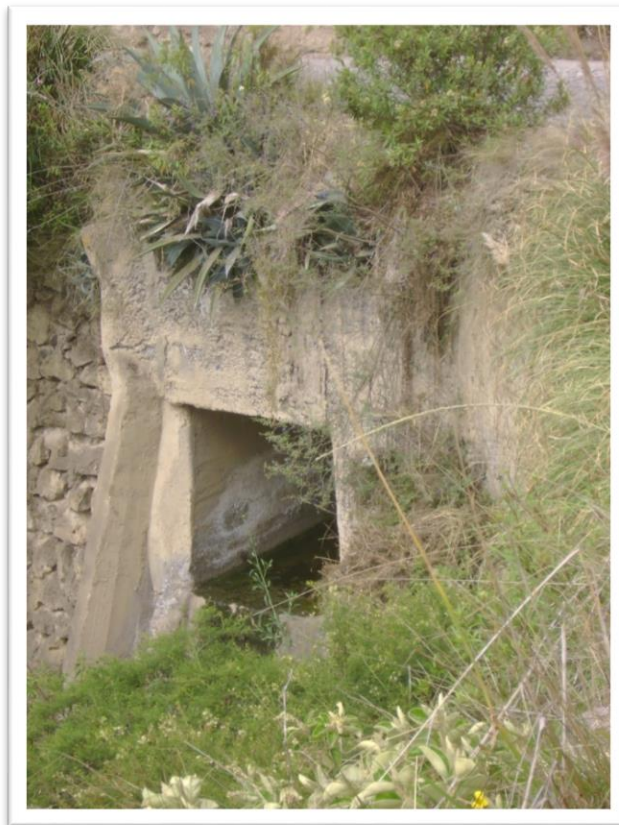


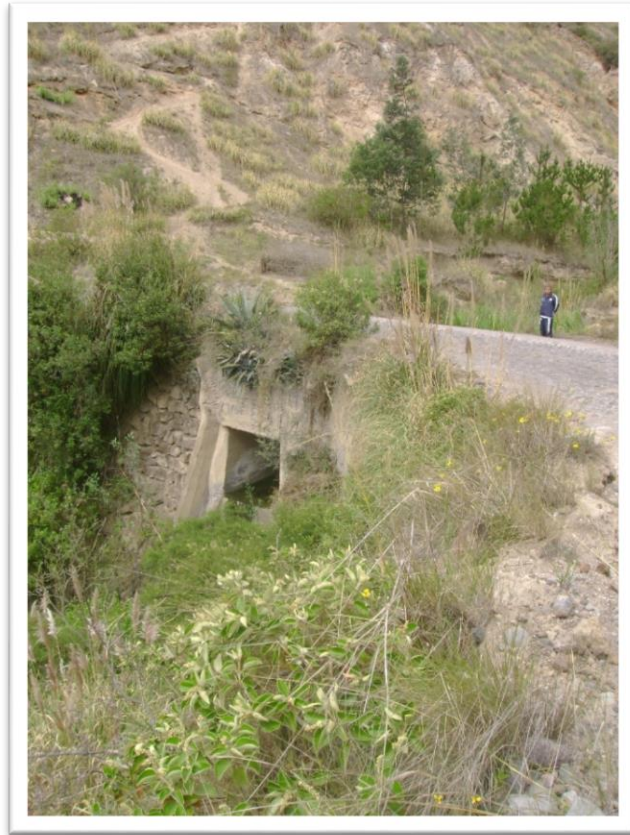
Canal de agua





Alcantarillado de hormigón en las curvas de las quebradas





Escuela junto a la vía Condorahua



Fin de la vía Condorahua, estadio de Condorahua Grande



Habitantes del sector en la excavación de calicatas

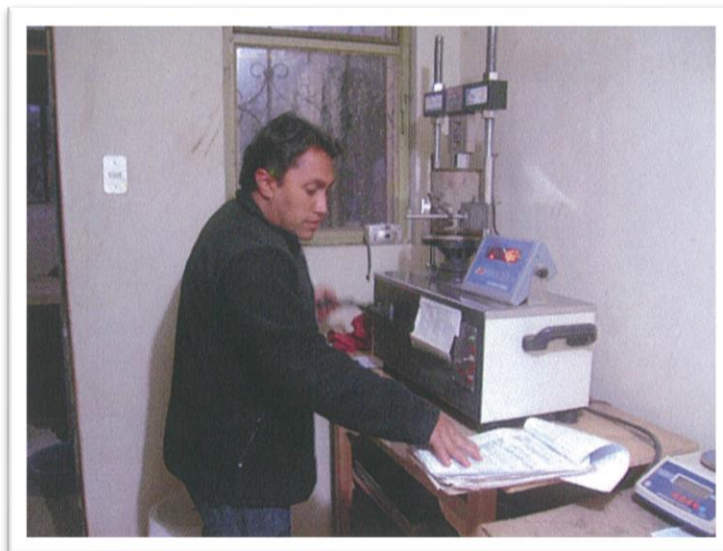
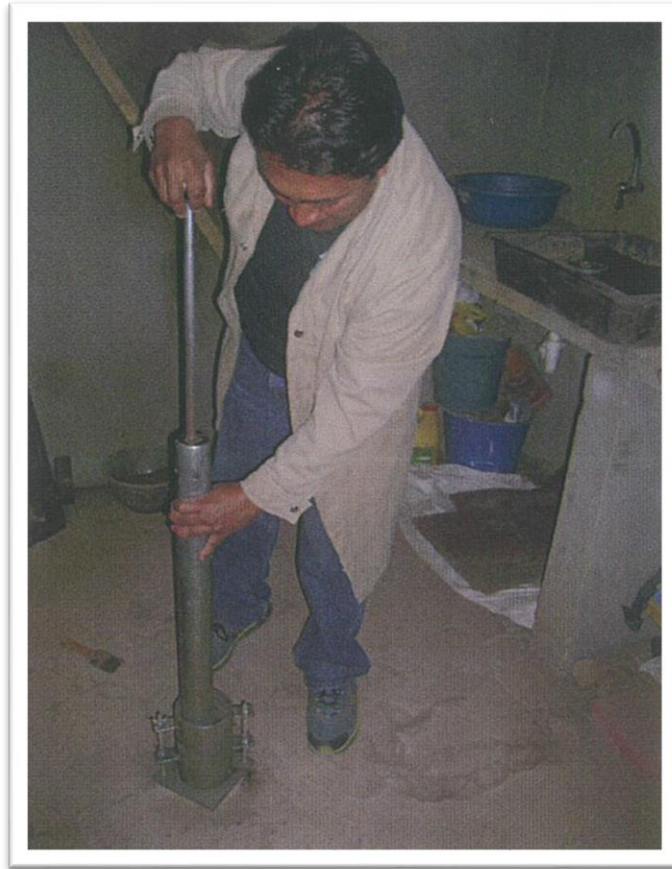




Recolección de muestras



Ensayo de laboratorio



C. FORMULARIOS DEL CONTEO VEHICULAR

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

CONTEO CLASIFICADO DE TRÁFICO EN DOBLE SENTIDO DE CIRCULACIÓN

PROYECTO:

Estudio de las condiciones actuales de la vía Condorahua desde el Calvario hasta Condorahua Grande, parroquia El Rosario, cantón Pelileo, provincia del Tungurahua y su incidencia en la calidad de vida de sus habitantes.

UBICACIÓN: Tungurahua - Pelileo

FECHA: sábado
18/07/2015

REALIZADO: Egrd. Pablo Xavier Santos Freire

LUGAR: Caserío El
Calvario

PERIODO: Desde 18-07-2015 Hasta 23-07-2015

HORA		LIVIANOS	BUSES	PESADOS		TOTAL VEHÍCULOS	ACUMULADO
DE	A			C - 2P	C -2G		
6:00	6:15	2		1		3	
6:15	6:30	2				2	
6:30	6:45	2		2		4	
6:45	7:00	1				1	10
7:00	7:15	2		2		4	11
7:15	7:30	4				4	13
7:30	7:45	2				2	11
7:45	8:00	4				4	14
8:00	8:15	1				1	11
8:15	8:30	2				2	9
8:30	8:45	2		1		3	10
8:45	9:00	1				1	7
9:00	9:15	1				1	7
9:15	9:30	1				1	6
9:30	9:45	2				2	5
9:45	10:00	1				1	5
10:00	10:15	5		2		7	11
10:15	10:30	3		1		4	14
10:30	10:45	2				1	13
10:45	11:00	2				2	14
11:00	11:15	1				1	8
11:15	11:30	2				2	6
11:30	11:45	1				1	6
11:45	12:00	2				2	6
12:00	12:15	3				3	8
12:15	12:30	5		2		7	13

12:30	12:45	2		1		2	14
12:45	13:00	2				2	14
13:00	13:15	1		1		2	13
13:15	13:30	2				2	8
13:30	13:45	2				2	8
13:45	14:00	2				2	8
14:00	14:15	1				1	7
14:15	14:30					0	5
14:30	14:45	1				1	4
14:45	15:00	1				1	3
15:00	15:15	2				2	4
15:15	15:30					0	4
15:30	15:45	1				1	4
15:45	16:00	1				1	4
16:00	16:15	1				1	3
16:15	16:30					0	3
16:30	16:45	1				1	3
16:45	17:00	2				2	4
17:00	17:15	1		1		2	5
17:15	17:30	1				1	6
17:30	17:45	2				2	7
17:45	18:00	2				2	7
TOTAL		84	0	14	0	96	

HORA DE MÁXIMO VOLUMEN VEHICULAR: 7:00 - 8:00

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

CONTEO CLASIFICADO DE TRÁFICO EN DOBLE SENTIDO DE CIRCULACIÓN

PROYECTO:

Estudio de las condiciones actuales de la vía Condorahua desde el Calvario hasta Condorahua Grande, parroquia El Rosario, cantón Pelileo, provincia del Tungurahua y su incidencia en la calidad de vida de sus habitantes.

UBICACIÓN: Tungurahua - Pelileo

FECHA: lunes
20/07/2015

REALIZADO: Egrd. Pablo Xavier Santos Freire

LUGAR: Caserío El
Calvario

PERIODO: Desde 18-07-2015 Hasta 23-07-2015

HORA		LIVIANOS	BUSES	PESADOS		TOTAL VEHÍCULOS	ACUMULADO
DE	A			C -2P	C -2G		
6:00	6:15	4	1			5	
6:15	6:30	1		2		3	
6:30	6:45	4				4	
6:45	7:00	3				3	15
7:00	7:15	2	2			4	14
7:15	7:30	2				2	13
7:30	7:45	3		1		4	13
7:45	8:00	2				2	12
8:00	8:15	2				2	10
8:15	8:30	1				1	9
8:30	8:45	1				1	6
8:45	9:00	2				2	6
9:00	9:15	1				1	5
9:15	9:30	2				2	6
9:30	9:45	2				2	7
9:45	10:00	2				2	7
10:00	10:15	3				3	9
10:15	10:30	2				2	9
10:30	10:45	1				1	8
10:45	11:00	2				2	8
11:00	11:15	3				3	8
11:15	11:30	3				3	9
11:30	11:45	4				4	12
11:45	12:00	2				2	12
12:00	12:15	2		1		3	12
12:15	12:30	3				3	12
12:30	12:45	2				2	10
12:45	13:00	4				4	12

13:00	13:15	5				5	14
13:15	13:30	4				4	15
13:30	13:45	2				2	15
13:45	14:00	3				3	14
14:00	14:15	3	2			5	14
14:15	14:30	2				2	12
14:30	14:45	3				3	13
14:45	15:00	4				4	14
15:00	15:15	2				2	11
15:15	15:30	3				3	12
15:30	15:45	2				2	11
15:45	16:00	1				1	8
16:00	16:15	4				4	10
16:15	16:30	3		2		5	12
16:30	16:45	2				2	12
16:45	17:00	2				2	13
17:00	17:15	7				2	11
17:15	17:30	4				4	10
17:30	17:45	1				1	9
17:45	18:00	3	2	1		6	13
TOTAL		125	7	7	0	134	

HORA DE MÁXIMO VOLUMEN VEHICULAR: 6:00 - 7:00

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

CONTEO CLASIFICADO DE TRÁFICO EN DOBLE SENTIDO DE CIRCULACIÓN

PROYECTO:

Estudio de las condiciones actuales de la vía Condorahua desde el Calvario hasta Condorahua Grande, parroquia El Rosario, cantón Pelileo, provincia del Tungurahua y su incidencia en la calidad de vida de sus habitantes.

UBICACIÓN: Tungurahua - Pelileo

FECHA: martes
21/07/2015

REALIZADO: Egrd. Pablo Xavier Santos Freire

LUGAR: Caserío El Calvario

PERIODO: Desde 18-07-2015 Hasta 23-07-2015

HORA		LIVIANOS	BUSES	PESADOS		TOTAL VEHÍCULOS	ACUMULADO
DE	A			C - 2P	C -2G		
6:00	6:15	2	1			3	
6:15	6:30	3		1		4	
6:30	6:45	1				1	
6:45	7:00	4	2			6	14
7:00	7:15	3		1		4	15
7:15	7:30	4				4	15
7:30	7:45	2		2		4	18
7:45	8:00	1				1	13
8:00	8:15	2				2	11
8:15	8:30	1		2		3	10
8:30	8:45	3				3	9
8:45	9:00	1				1	9
9:00	9:15	1				1	8
9:15	9:30	1				1	6
9:30	9:45	2				2	5
9:45	10:00	1				1	5
10:00	10:15	2				2	6
10:15	10:30	3				3	8
10:30	10:45					0	6
10:45	11:00	1				1	6
11:00	11:15	2		1		3	7
11:15	11:30	1				1	5
11:30	11:45	1				1	6
11:45	12:00	1				1	6
12:00	12:15	2				2	5
12:15	12:30	1				1	5
12:30	12:45	3				3	7
12:45	13:00	1				1	7
13:00	13:15	2				2	7

13:15	13:30	1				1	7
13:30	13:45					0	4
13:45	14:00	1				1	4
14:00	14:15	1				1	3
14:15	14:30	2	2			4	6
14:30	14:45	2				2	8
14:45	15:00					0	7
15:00	15:15	1				1	7
15:15	15:30	1				1	4
15:30	15:45	1				1	3
15:45	16:00	1				1	4
16:00	16:15	2				2	5
16:15	16:30	1				1	5
16:30	16:45	3				3	7
16:45	17:00	1				1	7
17:00	17:15	2				2	7
17:15	17:30	3				3	9
17:30	17:45	4				4	10
17:45	18:00	2	2			4	13
TOTAL		81	7	7	0	95	

Hora de máximo volumen vehicular: 6:00 - 7:00

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

CONTEO CLASIFICADO DE TRÁFICO EN DOBLE SENTIDO DE
CIRCULACIÓN

PROYECTO:

Estudio de las condiciones actuales de la vía Condorahua desde el Calvario hasta Condorahua Grande, parroquia El Rosario, cantón Pelileo, provincia del Tungurahua y su incidencia en la calidad de vida de sus habitantes.

UBICACIÓN: Tungurahua - Pelileo

FECHA: miércoles
22/07/2015

N:

REALIZADO: Egrd. Pablo Xavier Santos Freire

LUGAR: Caserío El
Calvario

PERIODO: Desde 18-07-2015 Hasta 23-07-2015

HORA		LIVIANOS	BUSES		PESADOS		TOTAL VEHÍCULOS	ACUMULADO
DE	A			C - 2P		C -2G		
6:00	6:15	2	2				4	
6:15	6:30	1					1	
6:30	6:45	2	2	1			5	
6:45	7:00	1					1	11
7:00	7:15	1					1	8
7:15	7:30	2					2	9
7:30	7:45	1					1	5
7:45	8:00	1					1	5
8:00	8:15	2					2	6
8:15	8:30	1		1			2	6
8:30	8:45	2					2	7
8:45	9:00	2					2	8
9:00	9:15	1		1			2	8
9:15	9:30	2					2	8
9:30	9:45	2					2	8
9:45	10:00	1					1	7
10:00	10:15	1					1	6
10:15	10:30	1					1	5
10:30	10:45	1					1	4
10:45	11:00	2					2	5
11:00	11:15	1					1	5
11:15	11:30						0	4
11:30	11:45	2					2	5
11:45	12:00	4		1			5	8
12:00	12:15	2					2	9
12:15	12:30	3		1			4	13
12:30	12:45	2					2	13
12:45	13:00	5		1			6	14

13:00	13:15	1					1	13
13:15	13:30	1					1	10
13:30	13:45						0	8
13:45	14:00	1	2				3	5
14:00	14:15	1					1	5
14:15	14:30	1					1	5
14:30	14:45	2					2	7
14:45	15:00	1					1	5
15:00	15:15						0	4
15:15	15:30	1					1	4
15:30	15:45	2					2	4
15:45	16:00	1					1	4
16:00	16:15	1					1	5
16:15	16:30						0	4
16:30	16:45	1					1	3
16:45	17:00	2					2	4
17:00	17:15	1					1	4
17:15	17:30	3					3	7
17:30	17:45	1				1	2	8
17:45	18:00	2					2	8
TOTAL		71	6	6		1	84	

Hora de máximo volumen vehicular: 11:30 - 12:30

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

CONTEO CLASIFICADO DE TRÁFICO EN DOBLE SENTIDO DE CIRCULACIÓN

PROYECTO:

Estudio de las condiciones actuales de la vía Condorahua desde el Calvario hasta Condorahua Grande, parroquia El Rosario, cantón Pelileo, provincia del Tungurahua y su incidencia en la calidad de vida de sus habitantes.

UBICACIÓN: Tungurahua - Pelileo

FECHA: jueves
23/07/2015

REALIZADO: Egrd. Pablo Xavier Santos Freire

LUGAR: Caserío El
Calvario

PERIODO: Desde 18-07-2015 Hasta 23-07-2015

HORA		LIVIANOS	BUSES	PESADOS		TOTAL VEHÍCULOS	ACUMULADO
DE	A			C - 2P	C -2G		
6:00	6:15	2				2	
6:15	6:30	2				2	
6:30	6:45	1		1		2	
6:45	7:00	3				3	9
7:00	7:15	1				1	8
7:15	7:30	1				1	7
7:30	7:45	2				2	7
7:45	8:00	2				2	6
8:00	8:15	1				1	6
8:15	8:30	1				1	6
8:30	8:45	2				2	6
8:45	9:00	2				2	6
9:00	9:15	3				3	8
9:15	9:30	2				2	9
9:30	9:45	2				2	9
9:45	10:00	3				3	10
10:00	10:15	1				1	8
10:15	10:30					0	6
10:30	10:45	1				1	5
10:45	11:00	1				1	3
11:00	11:15	1				1	3
11:15	11:30	1				1	4
11:30	11:45	3				3	6
11:45	12:00	1		1		2	7
12:00	12:15	2				2	8
12:15	12:30	1				1	8

12:30	12:45	1				1	6
12:45	13:00	2				2	6
13:00	13:15	1				1	5
13:15	13:30	1				1	5
13:30	13:45	1				1	5
13:45	14:00	2				2	5
14:00	14:15	1				1	5
14:15	14:30	2				2	6
14:30	14:45	1				1	6
14:45	15:00	2				2	6
15:00	15:15	2				2	7
15:15	15:30	1				1	6
15:30	15:45	1				1	6
15:45	16:00	1				1	5
16:00	16:15	2				2	5
16:15	16:30	2				2	6
16:30	16:45	1				1	6
16:45	17:00	2				2	7
17:00	17:15	1				1	6
17:15	17:30	2				2	6
17:30	17:45	1				1	6
17:45	18:00	3				3	7
TOTAL		75	0	2	0	77	

Hora de máximo volumen vehicular: 11:00 - 12:00

D. DISTRIBUCIÓN DE LA PRUEBA ESTADÍSTICA CHI-CUADRADO

g=grados de libertad p=área a la derecha

El valor x de la tabla cumple que para X es chi-cuadrado con g grados de libertad $P(X>x)=p$

g	p										
	0.001	0.025	0.05	0.1	0.25	0.5	0.75	0.9	0.95	0.975	0.999
1	10.827	5.024	3.841	2.706	1.323	0.455	0.102	0.016	0.004	0.001	0
2	13.815	7.378	5.991	4.605	2.773	1.386	0.575	0.211	0.103	0.051	0.002
3	16.266	9.348	7.815	6.251	4.108	2.366	1.213	0.584	0.352	0.216	0.024
4	18.466	11.143	9.488	7.779	5.385	3.357	1.923	1.064	0.711	0.484	0.091
5	20.515	12.832	11.07	9.236	6.626	4.351	2.675	1.61	1.145	0.831	0.21
6	22.457	14.449	12.592	10.645	7.841	5.348	3.455	2.204	1.635	1.237	0.381
7	24.321	16.013	14.067	12.017	9.037	6.346	4.255	2.833	2.167	1.69	0.599
8	26.124	17.535	15.507	13.362	10.219	7.344	5.071	3.49	2.733	2.18	0.857
9	27.877	19.023	16.919	14.684	11.389	8.343	5.899	4.168	3.325	2.7	1.152
10	29.588	20.483	18.307	15.987	12.549	9.342	6.737	4.865	3.94	3.247	1.479
11	31.264	21.92	19.675	17.275	13.701	10.341	7.584	5.578	4.575	3.816	1.834
12	32.909	23.337	21.026	18.549	14.845	11.34	8.438	6.304	5.226	4.404	2.214
13	34.527	24.736	22.362	19.812	15.984	12.34	9.299	7.041	5.892	5.009	2.617
14	36.124	26.119	23.685	21.064	17.117	13.339	10.165	7.79	6.571	5.629	3.041
15	37.698	27.488	24.996	22.307	18.245	14.339	11.037	8.547	7.261	6.262	3.483
16	39.252	28.845	26.296	23.542	19.369	15.338	11.912	9.312	7.962	6.908	3.942
17	40.791	30.191	27.587	24.769	20.489	16.338	12.792	10.085	8.672	7.564	4.416
18	42.312	31.526	28.869	25.989	21.605	17.338	13.675	10.865	9.39	8.231	4.905
19	43.819	32.852	30.144	27.204	22.718	18.338	14.562	11.651	10.117	8.907	5.407
20	45.314	34.17	31.41	28.412	23.828	19.337	15.452	12.443	10.851	9.591	5.921
21	46.796	35.479	32.671	29.615	24.935	20.337	16.344	13.24	11.591	10.283	6.447
22	48.268	36.781	33.924	30.813	26.039	21.337	17.24	14.041	12.338	10.982	6.983
23	49.728	38.076	35.172	32.007	27.141	22.337	18.137	14.848	13.091	11.689	7.529
24	51.179	39.364	36.415	33.196	28.241	23.337	19.037	15.659	13.848	12.401	8.085
25	52.619	40.646	37.652	34.382	29.339	24.337	19.939	16.473	14.611	13.12	8.649
26	54.051	41.923	38.885	35.563	30.435	25.336	20.843	17.292	15.379	13.844	9.222
27	55.475	43.195	40.113	36.741	31.528	26.336	21.749	18.114	16.151	14.573	9.803
28	56.892	44.461	41.337	37.916	32.62	27.336	22.657	18.939	16.928	15.308	10.391
29	58.301	45.722	42.557	39.087	33.711	28.336	23.567	19.768	17.708	16.047	10.986
30	59.702	46.979	43.773	40.256	34.8	29.336	24.478	20.599	18.493	16.791	11.588
35	66.619	53.203	49.802	46.059	40.223	34.336	29.054	24.797	22.465	20.569	14.688
40	73.403	59.342	55.758	51.805	45.616	39.335	33.66	29.051	26.509	24.433	17.917
45	80.078	65.41	61.656	57.505	50.985	44.335	38.291	33.35	30.612	28.366	21.251
50	86.66	71.42	67.505	63.167	56.334	49.335	42.942	37.689	34.764	32.357	24.674
55	93.167	77.38	73.311	68.796	61.665	54.335	47.61	42.06	38.958	36.398	28.173
60	99.608	83.298	79.082	74.397	66.981	59.335	52.294	46.459	43.188	40.482	31.738
65	105.988	89.177	84.821	79.973	72.285	64.335	56.99	50.883	47.45	44.603	35.362
70	112.317	95.023	90.531	85.527	77.577	69.334	61.698	55.329	51.739	48.758	39.036
75	118.599	100.839	96.217	91.061	82.858	74.334	66.417	59.795	56.054	52.942	42.757
80	124.839	106.629	101.879	96.578	88.13	79.334	71.145	64.278	60.391	57.153	46.52
85	131.043	112.393	107.522	102.079	93.394	84.334	75.881	68.777	64.749	61.389	50.32
90	137.208	118.136	113.145	107.565	98.65	89.334	80.625	73.291	69.126	65.647	54.156
95	143.343	123.858	118.752	113.038	103.899	94.334	85.376	77.818	73.52	69.925	58.022
100	149.449	129.561	124.342	118.498	109.141	99.334	90.133	82.358	77.929	74.222	61.918

Fuente: <http://www.fing.edu.uy/imerl/pye/material/tablas/chic cuadrado.pdf>

E. ESTUDIOS DE SUELOS



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA



PROYECTO: Estudio de las condiciones actuales de la vía Condorahua desde el Calvario hasta Condorahua Grande, parroquia El Rosario, cantón Pelileo, provincia del Tungurahua y su incidencia en la calidad de vida de sus habitantes.

SECTOR: Parroquia el Rosario

UBICACIÓN: Tungurahua - Pelileo

ABSCISA: 1+000

REALIZADO: Egrd. Pablo Xavier Santos Freire

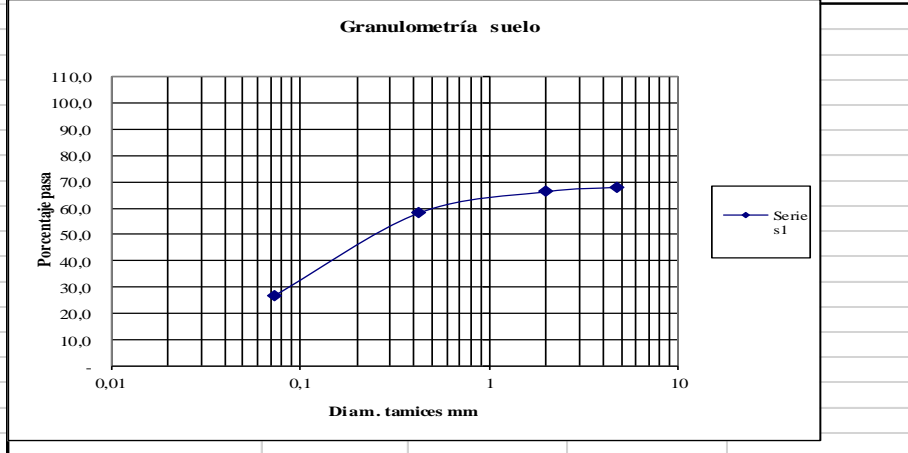
FECHA: Ambato, 01-08- 2015

UBICACIÓN: Cantón Pelileo

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	130,38	31,93	68,07
PASA N 4		0	0	68,07
N 10	2,00	137,40	33,65	66,35
N 30	0,59			
N 40	0,425	171,02	41,89	58,11
N 50	0,30			
N 100	0,149			
N 200	0,074	299,49	73,35	26,65
PASA EL N 200		108,80	26,65	
TOTAL		408,29		
PESO ANTES DEL LAVADO	408,29	PESO CUARTEO ANTES/LAVADO		
PESO DESPUÉS DE LAVADO	299,49	PESO CUARTEO DESPUES/LAVADO		
TOTAL - DIFERENCIA	108,80	TOTAL		

2.- GRAFICO DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA



3.- Contenido de Humedad

PT SS 408,3

PT+SH	PT+SS	PT	P Agua	PSS	W %
189,25	163,19	47,17	26,06	116,02	22,5

Clasificación SUCS SM (Arena limosa).



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA



PROYECTO:

Estudio de las condiciones actuales de la vía Condorahua desde el Calvario hasta Condorahua Grande, parroquia El Rosario, cantón Pelileo, provincia del Tungurahua y su incidencia en la calidad de vida de sus habitantes.

SECTOR:

Parroquia el Rosario

UBICACIÓN:

Tungurahua - Pelileo

ABSCISA:

1+000

REALIZADO:

Egrd. Pablo Xavier Santos Freire

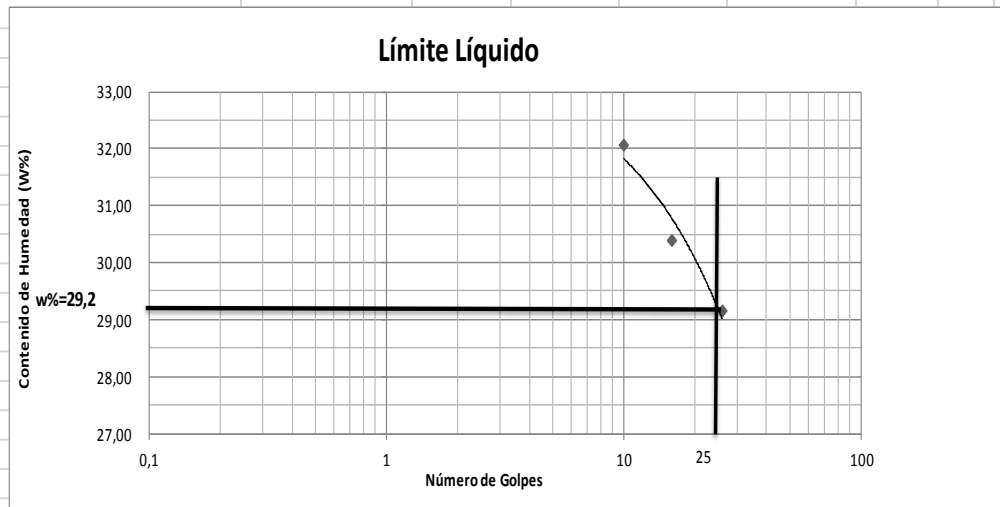
FECHA:

Ambato, 01-08- 2015

UBICACIÓN: Cantón Pelileo

1.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO

	26		16		10	
Recipiente Número	9-F	1C	X-1	16-X	6-T	8E
Peso húmedo + recipiente Wm + rec	28,69	20,12	24,12	21,85	25,94	20,22
Peso seco + recipiente Ws + rec	24,81	18,14	21,13	19,45	22,42	18,15
Peso recipiente rec	11,52	11,34	11,26	11,57	11,42	11,71
peso del agua Ww	3,88	1,98	2,99	2,4	3,52	2,07
Peso de los sólidos WS	13,29	6,8	9,87	7,88	11	6,44
Contenido de humedad w%	29,19	29,12	30,29	30,46	32,00	32,14
Contenido de humedad prom. w%	29,16		30,38		32,07	



2.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO

Recipiente Número	A-2	XT	A-5	M3	E-2	3A	
Peso húmedo + recipiente Wm + rec	6,03	6,15	5,8	6,61	5,71	6,51	6,51
Peso seco + recipiente Ws + rec	5,68	5,77	5,5	6,37	5,43	6,31	5,92
Peso recipiente rec	4,34	4,32	4,34	5,47	4,37	5,56	4,42
peso del agua Ww	0,35	0,38	0,3	0,24	0,28	0,2	0,59
Peso de los sólidos WS	1,34	1,45	1,16	0,90	1,06	0,75	1,50
Contenido de humedad w%	26,12	26,21	25,86	26,67	26,42	26,67	39,33
Contenido de humedad prom. w%	26,16		26,26		26,54		
Limite líquido =	29,20	%					
Limite plástico =	26,32	%					
índice plástico =	2,88	%					



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA



PROYECTO: Estudio de las condiciones actuales de la vía Condorahua desde el Calvario hasta Condorahua Grande, parroquia El Rosario, cantón Pelileo, provincia del Tungurahua y su incidencia en la calidad de vida de sus habitantes.

SECTOR: Parroquia el Rosario

UBICACIÓN: Tungurahua - Pelileo **ABSCISA:** 1+000

REALIZADO: Egrd. Pablo Xavier Santos Freire **FECHA:** Ambato, 01-08- 2015

UBICACIÓN: Cantón Pelileo

NORMA: AASHTO T - 180

MÉTODO: AASHTO MODIFICADO

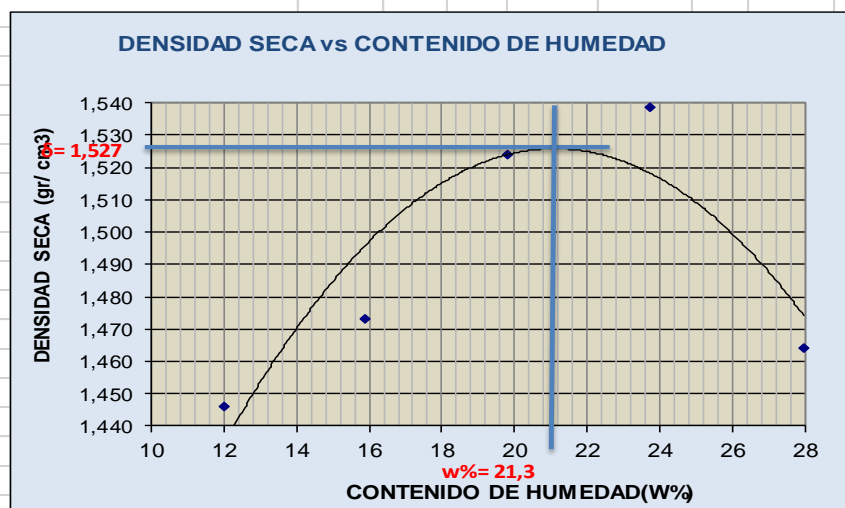
ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO					
NUMERO DE GOLPES :	25	NÚMERO DE CAPAS :	5	PESO MARTILLO :	10 Lb
ALTURA DE CAÍDA :	18"	PESO MOLDE gr :	3791	VOLUMEN MOLDE cc :	944

1.- PROCESO DE COMPACTACIÓN DE LABORATORIO

Muestra	1	2	3	4	5
Humedad inicial añadida en %	4	8	12	16	20
Humedad inicial añadida en (cc)	80	160	240	320	400
P molde + suelo húmedo (gr)	5320,2	5402,6	5515,2	5588,5	5560
Peso suelo húmedo	1529,2	1611,6	1724,2	1797,5	1769
Densidad Húmeda en gr/cm ³	1,620	1,707	1,826	1,904	1,874

2.- DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente #	D-7	8-B	D-5	1-D	3-T	4-B	6-T	11-B	6-T	2-R
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec	178,0	120,7	223,4	127,2	133,8	128,7	177,5	120,2	165,3	132,1
Peso seco + recipiente Ws+ rec	164,0	111,2	201,9	114,2	116,3	112,5	152,4	102,2	139,3	113,1
Peso del recipiente rec	47,2	32,2	65,8	33,0	28,1	31,6	46,8	26,9	46,8	45,0
Peso del agua Ww	14,0	9,5	21,5	12,9	17,4	16,1	25,0	17,9	25,9	19,0
Peso suelo seco Ws	116,8	79,0	136,0	81,2	88,3	81,0	105,7	75,3	92,5	68,1
Contenido humedad w %	12,0	12,1	15,8	15,9	19,7	19,9	23,7	23,8	28,0	27,9
Contenido humedad promedio w %	12,01		15,87		19,82		23,75		27,96	
Densidad Seca γ_d	1,446		1,473		1,524		1,539		1,464	



γ máximo= 1,527 W óptimo % = 21,0



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA



PROYECTO: Estudio de las condiciones actuales de la vía Condorahua desde el Calvario hasta Condorahua Grande, parroquia El Rosario, cantón Pelileo, provincia del Tungurahua y su incidencia en la calidad de vida de sus habitantes.

SECTOR: Parroquia el Rosario

UBICACIÓN: Tungurahua - Pelileo

REALIZADO: Egrd. Pablo Xavier Santos Freire

UBICACIÓN: Cantón Pelileo

ABSCISA: 1+000

NORMA: AASHTO T - 180

FECHA: 01/08/2015

MÉTODO: AASHTO MODIFICADO

SUELO: SM

ENSAYO CBR

MOLDE #	15	18	44
# DE CAPAS	5	5	5
# DE GOLPES POR CAPA	56	27	11
	ANTES	DESPUES	ANTES
	DEL	DEL	DEL
	REMOJO	REMOJO	REMOJO
Wm+MOLDE (gr)	10159,8	10283,8	10050,4
PESO MOLDE (gr)	5864,5	5864,5	5965,5
PESO MUESTRA HUMEDA (gr)	4295,3	4419,3	4084,9
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm3)	2274	2274	2274
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm3)	1,889	1,943	1,796
DENSIDAD SECA (gr/cm3)	1,560	1,554	1,487
DENSIDAD SECA PROMEDIO (gr/cm3)	1,557	1,489	1,436

CONTENIDO DE HUMEDAD

TARRO	#	C-5	3-T	D-5	8-B	4-A	4-B
Wm +TARRO (gr)		183,51	104,32	249,42	98,69	201,00	107,22
PESO MUESTRA SECA+TARRO (gr)		159,96	89,05	217,79	84,69	173,83	91,12
PESO AGUA (gr)		23,55	15,27	31,63	14,00	27,17	16,10
PESO TARRO		48,38	28,06	65,85	32,21	47,16	31,56
PESO MUESTRA SECA (gr)		111,58	60,99	151,94	52,48	126,67	59,56
CONTENIDO DE HUMEDAD %		21,11	25,04	20,82	26,68	21,45	27,03
AGUA ABSORBIDA %			3,93		5,86		5,58



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**



PROYECTO: Estudio de las condiciones actuales de la vía Condorahua desde el Calvario hasta Condorahua Grande, parroquia El Rosario, cantón Pelileo, provincia del Tungurahua y su incidencia en la calidad de vida de sus habitantes.

SECTOR: Parroquia el Rosario

UBICACIÓN: Tungurahua - Pelileo

REALIZADO: Egrd. Pablo Xavier Santos Freire

UBICACIÓN: Cantón Pelileo

NORMA: AASHTO T - 180

MÉTODO: AASHTO MODIFICADO

ABSCISA: 1+000

FECHA: 01/08/2015

SUELO: SM

ENSAYO C.B.R.

DATOS DE ESPONJAMIENTO

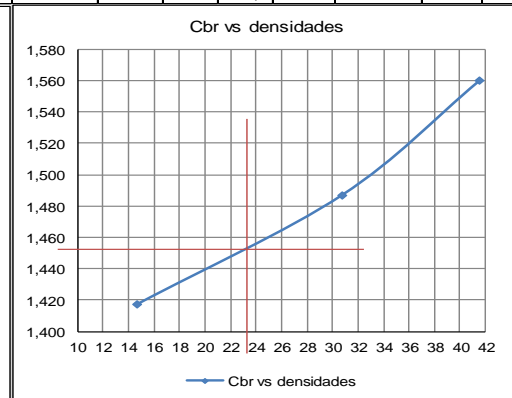
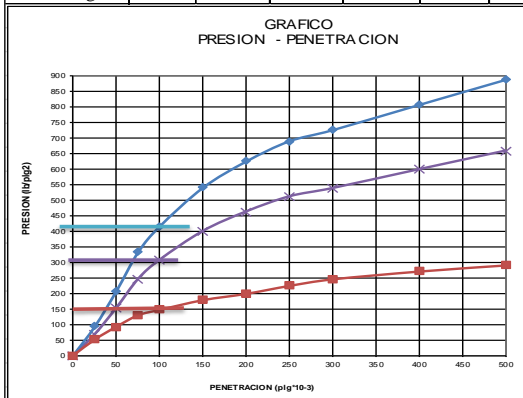
LECTURA DIAL en Plgs*10-2

MOLDE NUMERO			15				18				44			
FECHA	TIEMPO		LECT	h	ESPONJ		LECT	h	ESPONJ		LECT	h	ESPONJ	
DIA Y MES	HORA	DIAS	DIAL	Mues	Plgs.	%	DIAL	Mues	Plgs.	%	DIAL	Mues	Plgs.	%
			Plgs.	Plgs.	*10-2		Plgs.	Plgs.	*10-2		Plgs.	Plgs.	*10-2	
06-ago-15	15:10	0	0,12	5,00	0,00	0,00	0,09	5,00	0,00	0,00	0,05	5,00	0,00	0,00
07-ago-15	14:08	1	0,12		0,16	0,03	0,09		0,08	0,02	0,05			0,20
08-ago-15	14:45	2	0,12		0,35	0,07	0,09		0,36	0,07	0,06			0,56

ENSAYO DE CARGA PENETRACION

CONSTANTE DE CELDA 2,204 lb AREA DEL PISTON: 3pl2

MOLDE NUMERO			15				18				44			
TIEMPO			Q	PRESIONES		CBR	Q	PRESIONES		CBR	Q	PRESIONES		CBR
MIN	SEG	PENET. " 10-3	LECT DIAL	LEIDA	CORG	%	LECT DIAL	LEIDA	CORG	%	LECT DIAL	LEIDA	CORG	%
			lb/plg2	lb/plg2			lb/plg2	lb/plg2			lb/plg2	lb/plg2		
		0	0,0				0,0				0,0			
0	30	25	126,6	93,0			93,8	68,9			70,0	51,4		
1	0	50	282,4	207,5			209,4	153,8			126,2	92,7		
1	30	75	451,9	332,0			334,8	246,0			176,2	129,4		
2	0	100	565,2	415,2	415,2	42	418,6	307,5	307,5	30,8	200,0	146,9	146,9	14,7
3	0	150	734,8	539,8			544,3	399,9			242,6	178,2		
4	0	200	849,9	624,4			629,4	462,4			270,4	198,7		
5	0	250	938,9	689,8			695,5	511,0			305,4	224,4		
6	0	300	987,6	725,6			731,6	537,5			334,2	245,5		
8	0	400	1098,2	806,8			814,0	598,0			368,5	270,7		
10	0	500	1208,0	887,5			895,2	657,7			395,4	290,5		
CBR corregido						42				30,8				14,7



Densidades	vs	Resistencias	Densidad Máx	95% de DM	CBR PUNTUAL
gr/cm ³	1,560	41,52 %	1,527	1,451	23 %
gr/cm ⁴	1,487	30,75 %			
gr/cm ⁵	1,417	14,69 %			



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA



PROYECTO: Estudio de las condiciones actuales de la vía Condorahua desde el Calvario hasta Condorahua Grande, parroquia El Rosario, cantón Pelileo, provincia del Tungurahua y su incidencia en la calidad de vida de sus habitantes.

SECTOR: Parroquia el Rosario

UBICACIÓN: Tungurahua - Pelileo

ABSCISA: 2+000

REALIZADO: Egrd. Pablo Xavier Santos Freire

FECHA: Ambato, 06-08- 2015

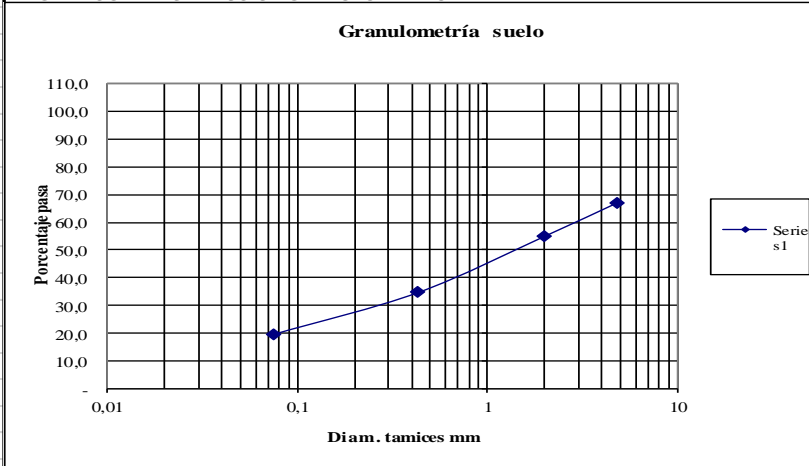
UBICACIÓN: Cantón Pelileo

1.- DETERMINACIÓN DE LA GRANULOMETRÍA DEL SUELO

TAMIZ	TAMIZ en m m	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	147,21	33,02	66,98
PASA N 4		0	0	66,98
N 10	2,00	200,10	44,88	55,12
N 30	0,59			
N 40	0,425	291,12	65,29	34,71
N 50	0,30			
N 100	0,149			
N 200	0,074	357,97	80,29	19,71
PASA EL N 200		87,90	19,71	
TOTAL		445,87		

PESO ANTES DEL LAVADO	445,87	PESO CUARTEO ANTES/LAVADO	
PESO DESPUÉS DE LAVADO	357,97	PESO CUARTEO DESPUES/LAVADO	
TOTAL - DIFERENCIA	87,90	TOTAL	

2.- GRAFICO DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA



3.- Contenido de Humedad

PT SS 445,9

PT+SH	PT+SS	PT	P Agua	PSS	W %
170,75	157,14	45,04	13,61	112,1	12,1

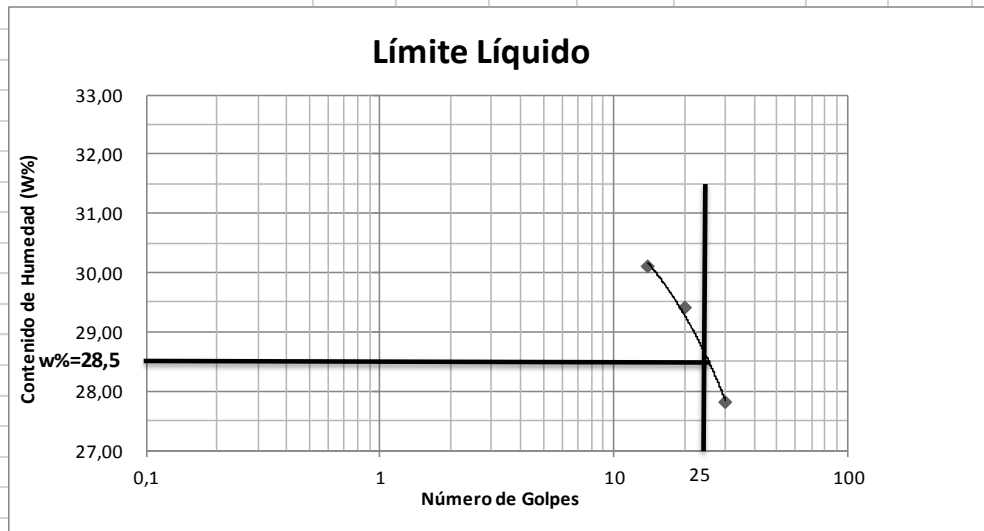
Clasificación SUCS SM-SC (Arena Limo arcillosa)



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

PROYECTO:	Estudio de las condiciones actuales de la vía Condorahua desde el Calvario hasta Condorahua Grande, parroquia El Rosario, cantón Pelileo, provincia del Tungurahua y su incidencia en la calidad de vida de sus habitantes.					
SECTOR:	Parroquia el Rosario					
UBICACIÓN:	Tungurahua - Pelileo			ABSCISA:	2+000	
REALIZADO:	Egrd. Pablo Xavier Santos Freire			FECHA:	Ambato, 06-08- 2015	
UBICACIÓN:	Cantón Pelileo					

1.- DETERMINACIÓN DEL ÍMITE LÍQUIDO						
	30		20		14	
Recipiente Número	12-F	6-T	11-F	16-X	X-1	8E
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec	25,64	19,81	27,77	23,58	27,77	20,27
Peso seco + recipiente Ws + rec	22,59	17,98	24,02	20,85	23,95	18,29
Peso recipiente rec	11,58	11,42	11,26	11,57	11,26	11,71
peso del agua Ww	3,05	1,83	3,75	2,73	3,82	1,98
Peso de los sólidos WS	11,01	6,56	12,76	9,28	12,69	6,58
Contenido de humedad w%	27,70	27,90	29,39	29,42	30,10	30,09
Contenido de humedad prom. w%	27,80		29,40		30,10	



2.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO						
Recipiente Número	E-1	A-5	A-2	M3	A-8	3A
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec	5,05	6,11	5,03	6,61	5,4	6,51
Peso seco + recipiente Ws + rec	4,9	5,76	4,9	6,39	5,2	6,33
Peso recipiente rec	4,26	4,34	4,34	5,47	4,35	5,56
peso del agua Ww	0,15	0,35	0,13	0,22	0,2	0,18
Peso de los sólidos WS	0,64	1,42	0,56	0,92	0,85	0,77
Contenido de humedad w%	23,44	24,65	23,21	23,91	23,53	23,38
Contenido de humedad prom. w%	24,04		23,56		23,45	

Limite líquido =	28,50	%
Limite plástico =	23,69	%
índice plástico =	4,81	%

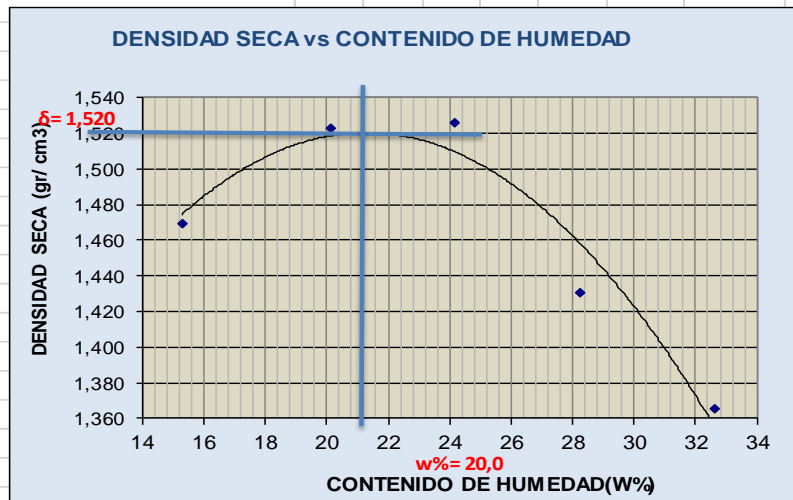


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA



PROYECTO:	Estudio de las condiciones actuales de la vía Condorahua desde el Calvario hasta Condorahua Grande, parroquia El Rosario, cantón Pelileo, provincia del Tungurahua y su incidencia en la calidad de vida de sus habitantes.		
SECTOR:	Parroquia el Rosario		
UBICACIÓN:	Tungurahua - Pelileo	ABSCISA:	2+000
REALIZADO:	Egrd. Pablo Xavier Santos Freire	FECHA:	Ambato, 06-08- 2015
UBICACIÓN:	Cantón Pelileo		
NORMA:	AASHTO T - 180		
MÉTODO: MODIFICADO	PROCTOR MODIFICADO		

COMPACTACIÓN										
ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO										
NUMERO DE GOLPES :	25	NUMERO DE CAPAS :	5	PESO MARTILLO :	10 Lb					
ALtura DE CAÍDA :	18"	PESO MOLDE gr :	3791	VOLUMEN MOLDE cc :	944					
1.- PROCESO DE COMPACTACIÓN DE LABORATORIO										
Muestra	1	2	3	4	5					
Humedad inicial añadida en %	4	8	12	16	20					
Humedad inicial añadida en (cc)	80	160	240	320	400					
P molde + suelo húmedo (gr)	5390,4	5518,6	5580	5523,4	5500,8					
Peso suelo húmedo	1599,4	1727,6	1789	1732,4	1709,8					
Densidad Húmeda en gr/cm3	1,694	1,830	1,895	1,835	1,811					
2.- DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD										
Recipiente #	2-R	D-3	8-B	I-D	I-T	11-B	3-T	D-7	4-A	2-F
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec	170,7	122,3	112,7	126,7	135,0	120,9	128,3	196,0	168,7	128,6
Peso seco + recipiente Ws+ rec	154,1	109,6	99,3	110,9	114,5	102,7	106,4	163,0	138,9	108,0
Peso del recipiente rec	45,1	27,5	32,2	33,0	30,3	26,9	28,1	47,1	47,2	45,0
Peso del agua Ww	16,6	12,6	13,4	15,8	20,4	18,3	21,9	33,0	29,8	20,6
Peso suelo seco Ws	109,0	82,2	67,1	77,9	84,2	75,8	78,3	115,9	91,7	63,0
Contenido humedad w %	15,2	15,3	19,9	20,3	24,2	24,1	28,0	28,5	32,5	32,7
Contenido humedad promedio w %	15,28		20,13		24,18		28,24		32,62	
Densidad Seca γ_d	1,470		1,523		1,526		1,431		1,366	



γ máximo= 1,520

W óptimo % = 21,0



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA



PROYECTO: Estudio de las condiciones actuales de la vía Condorahua desde el Calvario hasta Condorahua Grande, parroquia El Rosario, cantón Pelileo, provincia del Tungurahua y su incidencia en la calidad de vida de sus habitantes.

SECTOR: Parroquia el Rosario

UBICACIÓN: Tungurahua - Pelileo

REALIZADO: Egrd. Pablo Xavier Santos Freire

UBICACIÓN: Cantón Pelileo

ABSCISA: 2+000

NORMA: AASHTO T - 180

FECHA: 06/08/2015

MÉTODO: PROCTOR MODIFICADO

SUELO: SM

ENSAYO CBR

MOLDE #	4	5	6			
# 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
W _m +MOLDE (gr)	12592,2	12741	12418,5	12640	12235,8	12561
PESO MOLDE (gr)	8311,2	8311,2	8407	8407	8468	8468
PESO MUESTRA HUMEDA (gr)	4281	4429,8	4011,5	4233	3767,8	4093
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	2301	2301	2301	2301	2301	2301
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm ³)	1,860	1,925	1,743	1,840	1,637	1,779
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1,534	1,505	1,435	1,439	1,343	1,374
DENSIDAD SECA PROMEDIO (gr/cm ³)	1,520		1,437		1,359	

CONTENIDO DE HUMEDAD

TARRO #	4-A	11-B	2-R	1-T	C-5	D-3
W _m +TARRO (gr)	210,77	86,9	164,5	106,98	221,59	103,55
PESO MUESTRA SECA+TARRO (gr)	182,09	73,8	143,38	90,28	190,44	86,26
PESO AGUA (gr)	28,68	13,1	21,12	16,7	31,15	17,29
PESO TARRO	47,16	26,91	45,05	30,33	48,39	27,49
PESO MUESTRA SECA (gr)	134,93	46,89	98,33	59,95	142,05	58,77
CONTENIDO DE HUMEDAD %	21,26	27,94	21,48	27,86	21,93	29,42
AGUA ABSORBIDA %		6,68		6,38		7,49



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA



PROYECTO: Estudio de las condiciones actuales de la vía Condorahua desde el Calvario hasta Condorahua Grande, parroquia El Rosario, cantón Pelileo, provincia del Tungurahua y su incidencia en la calidad de vida de sus habitantes.

SECTOR: Parroquia el Rosario

UBICACIÓN: Tungurahua - Pelileo

REALIZADO: Egrd. Pablo Xavier Santos Freire

UBICACIÓN: Cantón Pelileo

NORMA: AASHTO T - 180

MÉTODO: PROCTOR MODIFICADO

ABCISA: 2+000

FECHA: 06/08/2015

SUELO: SM

ENSAYO C.B.R.

DATOS DE ESPONJAMIENTO

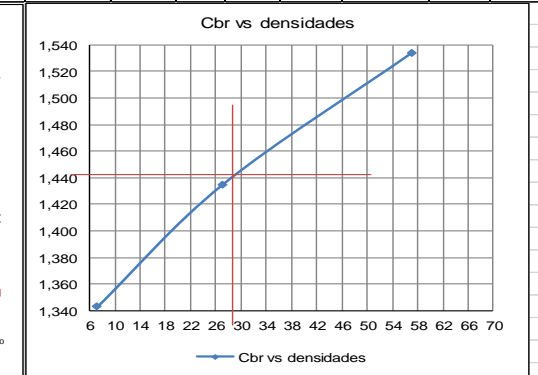
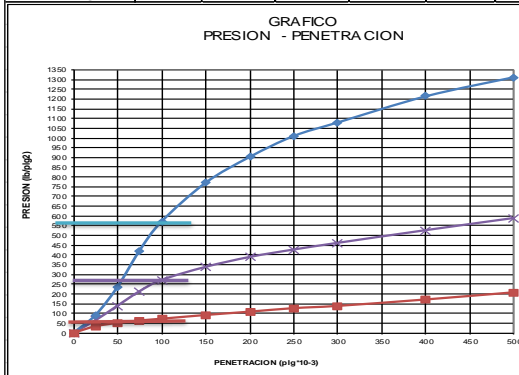
LECTURA DIAL en Plgs*10-2

MOLDE NUMERO			4				5				5			
FECHA	TIEMPO		LECT DIAL	ESPONJ			LECT DIAL	ESPONJ			LECT DIAL	ESPONJ		
	HORA	DIAS		Mues	Plgs.	%		Mues	Plgs.	%		Mues	Plgs.	%
DÍA Y MES			Plgs.	Plgs.	*10-2		Plgs.	Plgs.	*10-2		Plgs.	Plgs.	*10-2	
04-ago-15	15:10	0	0,08	5,00	0,00	0,00	0,03	5,00	0,00	0,00	0,12	5,00	0,00	0,00
05-ago-15	14:08	1	0,09		0,39	0,08	0,03		0,60	0,12	0,13		0,28	0,06
06-ago-15	14:45	2	0,09		0,67	0,13	0,04		1,04	0,21	0,13		0,52	0,10

ENSAYO DE CARGA PENETRACION

CONSTANTE DE CELDA 2,204 lb AREA DEL PISTON: 3pl2

MOLDE NUMERO			4				5				6			
TIEMPO			Q	PRESIONES		CBR	Q	PRESIONES		CBR	Q	PRESIONES		CBR
MIN	SEG	PENET. " 10-3		LECT DIAL	LEIDA lb/plg2			CORG %	LECT DIAL			LEIDA lb/plg2	CORG %	
		0	0,0	0,0		0,0	0			0,0	0			
0	30	25	124,1	91,2		87,8	64,5			45,2	33,2			
1	0	50	321,4	236,1		189,2	139,0			68,4	50,3			
1	30	75	574,8	422,3		290,0	213,1			84,9	62,4			
2	0	100	777,6	571,3	57,13	368,7	270,9	27,09	27,1	97,4	71,6	71,6	7,2	
3	0	150	1048,2	770,1		459,8	337,8			123,2	90,5			
4	0	200	1228,5	902,5		528,8	388,5			146,2	107,4			
5	0	250	1374,6	1009,9		580,6	426,5			170,6	125,3			
6	0	300	1469,2	1079,4		627,2	460,8			186,1	136,7			
8	0	400	1652,2	1213,8		715,8	525,9			230,6	169,4			
10	0	500	1785,4	1311,7		800,6	588,2			280,2	205,9			
CBR corregido						57				27,1			7,2	



Densidades	vs	Resistencias	Densidad Máx	1,520	gr/cm ³
gr/cm ³	1,534	57,13	95% de DM	1,444	gr/cm ³
gr/cm ⁴	1,435	27,09			
gr/cm ⁵	1,343	7,16			
			CBR PUNTUAL		29,2 %



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA



PROYECTO: Estudio de las condiciones actuales de la vía Condorahua desde el Calvario hasta Condorahua Grande, parroquia El Rosario, cantón Pelileo, provincia del Tungurahua y su incidencia en la calidad de vida de sus habitantes.

SECTOR: Parroquia el Rosario

UBICACIÓN: Tungurahua - Pelileo

ABSCISA: 3+000

REALIZADO: Egrd. Pablo Xavier Santos Freire

FECHA: Ambato, 07-08- 2015

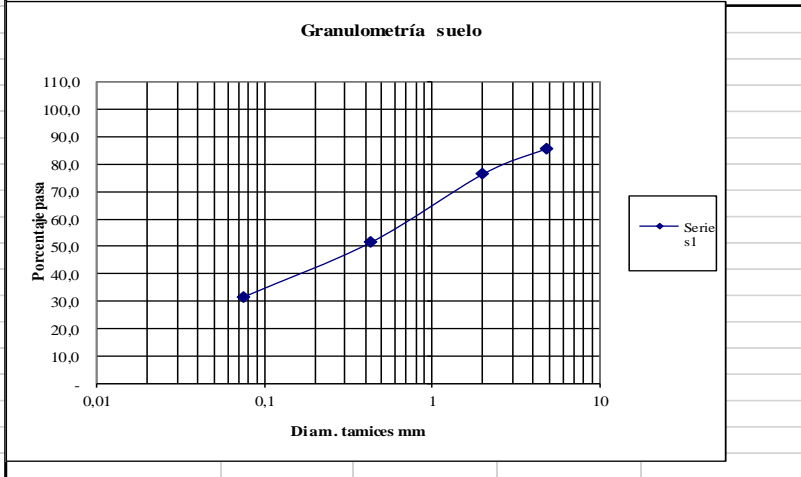
UBICACIÓN: Cantón Pelileo

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	63,72	14,21	85,79
PASA N 4		0	0	85,79
N 10	2,00	105,10	23,44	76,56
N 30	0,59			
N 40	0,425	217,29	48,45	51,55
N 50	0,30			
N 100	0,149			
N 200	0,074	306,49	68,34	31,66
PASA EL N 200		141,98	31,66	
TOTAL		448,47		

PESO ANTES DEL LAVADO	448,47	PESO CUARTEO ANTES/LAVADO	
PESO DESPUÉS DE LAVADO	306,49	PESO CUARTEO DESPUES/LAVADO	
TOTAL - DIFERENCIA	141,98	TOTAL	

2.- GRAFICO DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA



3.- Contenido de Humedad PT SS 448,5

PT+SH	PT+SS	PT	P Agua	PSS	W %
187,04	174,55	65,84	12,49	108,71	11,5

3.- Clasificación SUCS SM (Arena limosa).

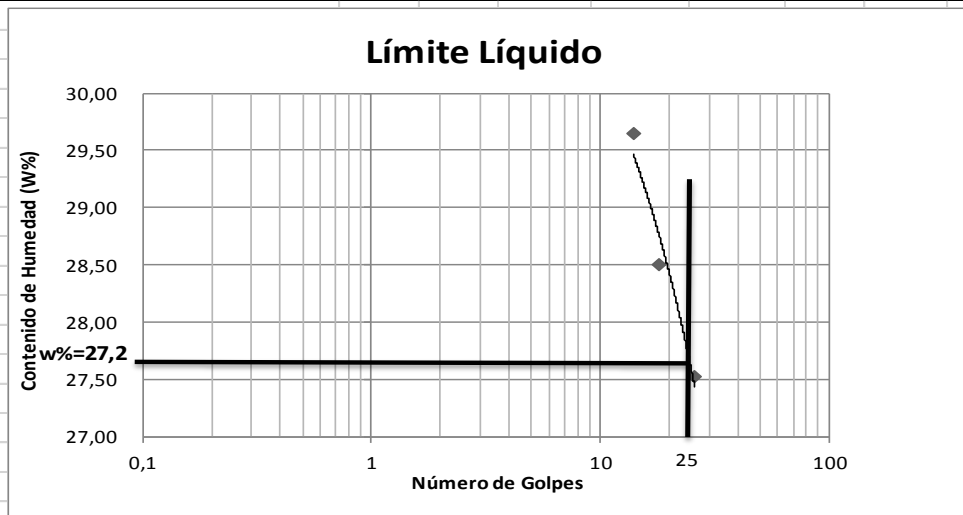


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA



PROYECTO:	Estudio de las condiciones actuales de la vía Condorahua desde el Calvario hasta Condorahua Grande, parroquia El Rosario, cantón Pelileo, provincia del Tungurahua y su incidencia en la calidad de vida de sus habitantes.					
SECTOR:	Parroquia el Rosario					
UBICACIÓN:	Tungurahua - Pelileo			ABSCISA:	3+000	
REALIZADO:	Egrd. Pablo Xavier Santos Freire			FECHA:	Ambato, 07-08- 2015	
UBICACIÓN:	Cantón Pelileo					

1.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO						
	26		18		14	
Recipiente Número	7-E	12-F	X-1	16-X	9-F	8E
Peso húmedo + recipiente Wm + rec	25,13	19,92	24,61	22,37	28,8	21,11
Peso seco + recipiente Ws + rec	22,2	18,12	21,64	19,98	24,87	18,95
Peso recipiente rec	11,57	11,57	11,25	11,57	11,53	11,71
peso del agua Ww	2,93	1,8	2,97	2,39	3,93	2,16
Peso de los sólidos WS	10,63	6,55	10,39	8,41	13,34	7,24
Contenido de humedad w%	27,56	27,48	28,59	28,42	29,46	29,83
Contenido de humedad prom. w%	27,52		28,50		29,65	



2.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO						
Recipiente Número	12-p	5-T	11-p	16-T	X-4	9E
Peso húmedo + recipiente Wm + rec	25,64	19,81	27,77	23,58	27,77	20,27
Peso seco + recipiente Ws + rec	22,59	17,98	24,02	20,85	23,95	18,29
Peso recipiente rec	11,58	11,42	11,26	11,57	11,26	11,71
peso del agua Ww	3,05	1,83	3,75	2,73	3,82	1,98
Peso de los sólidos WS	11,01	6,56	12,76	9,28	12,69	6,58
Contenido de humedad w%	27,70	27,90	29,39	29,42	30,10	30,09
Contenido de humedad prom. w%	27,80		29,4034		30,10	

Limite líquido =	27,20	%
Liímite plástico =	-	%
índice plastico =	np	%

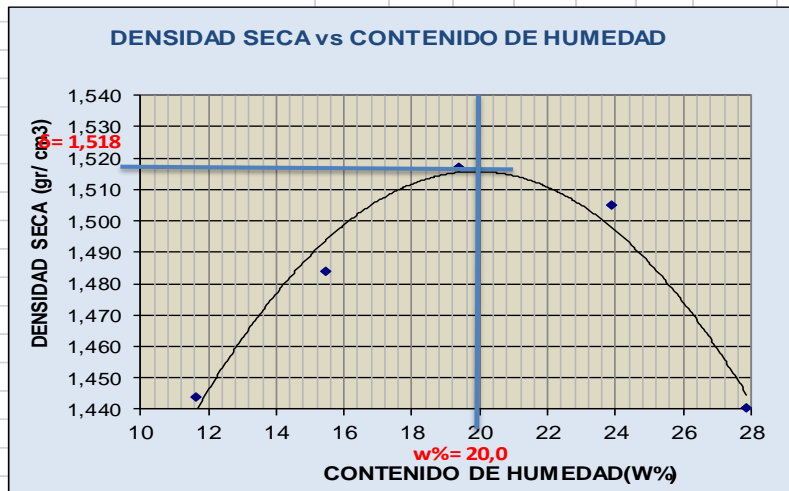


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA



PROYECTO:	Estudio de las condiciones actuales de la vía Condorahua desde el Calvario hasta Condorahua Grande, parroquia El Rosario, cantón Pelileo, provincia del Tungurahua y su incidencia en la calidad de vida de sus habitantes.		
SECTOR:	Parroquia el Rosario		
UBICACIÓN:	Tungurahua - Pelileo	ABSCISA:	3+000
REALIZADO:	Egrd. Pablo Xavier Santos Freire	FECHA:	Ambato, 07-08- 2015
UBICACIÓN:	Cantón Pelileo		
NORMA:	AASHTO T - 180		
MÉTODO:	PROCTOR MODIFICADO		

COMPACTACIÓN										
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 cc :	944					
1.- PROCESO DE COMPACTACIÓN DE LABORATORIO										
Muestra	1	2	3	4	5					
Humedad inicial añadida en %	4	8	12	16	20					
Humedad inicial añadida en (cc)	80	160	240	320	400					
P molde + suelo húmedo (gr)	5312,8	5408,6	5501	5551,2	5530					
Peso suelo húmedo	1521,8	1617,6	1710	1760,2	1739					
Densidad Húmeda en gr/cm ³	1,612	1,714	1,811	1,865	1,842					
2.- DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD										
Recipiente #	2-F	D-3	4-A	1-D	C-5	4-A	1-T	11-B	2-F	2-R
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec	158,6	122,0	168,0	127,2	179,1	130,4	126,1	117,5	170,7	130,9
Peso seco + recipiente Ws+ rec	147,3	112,1	152,0	114,4	157,9	114,5	107,6	100,0	144,2	112,2
Peso del recipiente rec	49,5	27,4	47,2	33,0	48,4	32,2	30,3	26,9	49,5	45,0
Peso del agua Ww	11,3	9,9	16,0	12,7	21,2	16,0	18,5	17,5	26,5	18,7
Peso suelo seco Ws	97,8	84,7	104,8	81,4	109,5	82,2	77,3	73,1	94,7	67,2
Contenido humedad w %	11,5	11,7	15,3	15,6	19,4	19,4	23,9	23,9	27,9	27,8
Contenido humedad promedio w %	11,63			15,46		19,40		23,89		27,86
Densidad Seca γ_d	1,444		1,484		1,517		1,505		1,441	



γ máximo= 1,518

W óptimo % = 20,0



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA



PROYECTO: Estudio de las condiciones actuales de la vía Condorahua desde el Calvario hasta Condorahua Grande, parroquia El Rosario, cantón Pelileo, provincia del Tungurahua y su incidencia en la calidad de vida de sus habitantes.

SECTOR:	Parroquia el Rosario				
UBICACIÓN:	Tungurahua - Pelileo				
REALIZADO:	Egrd. Pablo Xavier Santos Freire				
UBICACIÓN:	Cantón Pelileo			ABSCISA:	3+000
NORMA:	AASHTO T - 180			FECHA:	07/08/2015
MÉTODO:	PROCTOR MODIFICADO			SUELO:	SM

ENSAYO CBR						
MOLDE #	15		18		44	
# DE CAPAS	5		5		5	
# DE GOLPES POR CAPA	56		27		11	
	ANIES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANIES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANIES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO
Wm+MOLDE (gr)	10045,4	10245	9967,6	10232,8	9521,8	9872,2
PESO MOLDE (gr)	5864,5	5864,5	5965,5	5965,5	5775	5775
PESO MUESTRA HUMEDA (gr)	4180,9	4380,5	4002,1	4267,3	3746,8	4097,2
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm3)	2274	2274	2274	2274	2274	2274
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm3)	1,839	1,926	1,760	1,877	1,648	1,802
DENSIDAD SECA (gr/cm3)	1,532	1,520	1,457	1,472	1,371	1,381
DENSIDAD SECA PROMEDIO (gr/cm3)	1,526		1,465		1,376	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
TARRO #	2-F	4-B	C-5	8-B	4-A	D-3
Wm +TARRO (gr)	181,39	111,57	226,39	103,93	198,02	108,62
PESO MUESTRA SECA+TARRO (gr)	159,4	94,71	195,78	88,46	172,65	89,65
PESO AGUA (gr)	21,99	16,86	30,61	15,47	25,37	18,97
PESO TARRO	49,51	31,56	48,4	32,19	47,17	27,44
PESO MUESTRA SECA (gr)	109,89	63,15	147,38	56,27	125,48	62,21
CONTENIDO DE HUMEDAD %	20,01	26,70	20,77	27,49	20,22	30,49
AGUA ABSORBIDA %		6,69		6,72		10,28



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA



PROYECTO: Estudio de las condiciones actuales de la vía Condorahua desde el Calvario hasta Condorahua Grande, parroquia El Rosario, cantón Pelileo, provincia del Tungurahua y su incidencia en la calidad de vida de sus habitantes.

SECTOR: Parroquia el Rosario

UBICACIÓN: Tungurahua - Pelileo

REALIZADO: Egrd. Pablo Xavier Santos Freire

ABSCISA: 3+000

UBICACIÓN: Cantón Pelileo

FECHA: 07/08/2015

NORMA: AASHTO T - 180

SUELO: SM

MÉTODO: PROCTOR MODIFICADO

ENSAYO C.B.R.

DATOS DE ESPONJAMIENTO

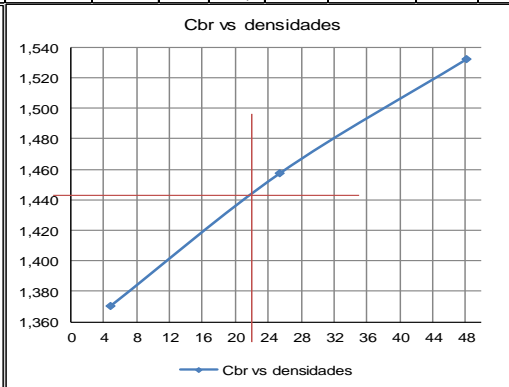
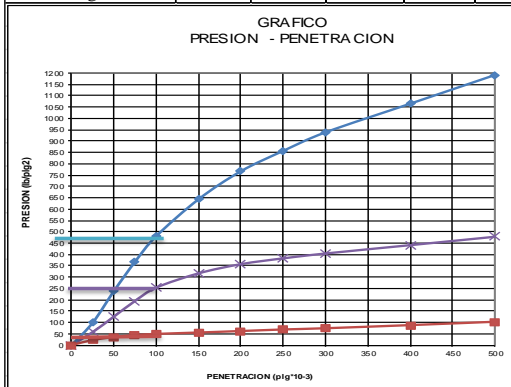
LECTURA DIAL en Plgs*10-2

MOLDE NUMERO			15				18				44				
FECHA DIA Y MES	TIEMPO HORA	DIAS	LECT	h	ESPONJ		LECT	h	ESPONJ		LECT	h	ESPONJ		
			DIAL	Mues	Plgs.	%	DIAL	Mues	Plgs.	%	DIAL	Mues	Plgs.	%	
			Plgs.	Plgs.	*10-2		Plgs.	Plgs.	*10-2		Plgs.	Plgs.	*10-2		
05-ago-15	15:10	0	0,08	5,00	0,00	0,00	0,06	5,00	0,00	0,00	0,07	5,00	0,00	0,00	
06-ago-15	14:08	1	0,09		1,14	0,23	0,07		1,08	0,22	0,07			0,20	0,04
07-ago-15	14:45	2	0,11		2,56	0,51	0,09		2,20	0,44	0,08			1,08	0,22

ENSAYO DE CARGA PENETRACION

CONSTANTE DE CELDA 2.204 lb AREA DEL PISTON: 3p12

MOLDE NUMERO			15				18				44			
TIEMPO MIN	TIEMPO SEG	PENET. " 10-3	Q	PRESIONES		CBR	Q	PRESIONES		CBR	Q	PRESIONES		CBR
			LECT	LEIDA	CORG		LECT	LEIDA	CORG		LECT	LEIDA	CORG	
			DIAL	lb/plg2		%	DIAL	lb/plg2		%	DIAL	lb/plg2		%
0	30	0	0,0	0			0,0	0			0,0	0		
		25	135,6	99,6			78,4	57,6			29,9	22,0		
1	0	50	325,2	238,9			171,7	126,1			47,7	35,0		
1	30	75	501,2	368,2			265,8	195,3			59,7	43,9		
2	0	100	654,2	480,6	48,0	48	345,6	253,9	25,4	25,4	66,3	48,7	48,7	4,9
3	0	150	875,4	643,1			431,0	316,6			74,6	54,8		
4	0	200	1043,2	766,4			486,2	357,2			83,6	61,4		
5	0	250	1165,2	856,0			521,0	382,8			92,8	68,2		
6	0	300	1276,4	937,7			550,2	404,2			100,2	73,6		
8	0	400	1448,2	1063,9			600,3	441,0			118,9	87,4		
10	0	500	1620,3	1190,4			650,8	478,1			138,9	102,0		
CBR corregido											25,4			4,9



Densidades	vs	Resistencias		Densidad Máx	1,518	gr/cm ³
gr/cm ³	1,532	48,06	%	95% de DM	1,442	gr/cm ³
gr/cm ⁴	1,457	25,39	%			
gr/cm ⁵	1,371	4,87	%	CBR PUNTUAL		22 %



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA



PROYECTO: Estudio de las condiciones actuales de la vía Condorahua desde el Calvario hasta Condorahua Grande, parroquia El Rosario, cantón Pelileo, provincia del Tungurahua y su incidencia en la calidad de vida de sus habitantes.

SECTOR: Parroquia el Rosario

UBICACIÓN: Tungurahua - Pelileo

ABSCISA: 4+000

REALIZADO: Egrd. Pablo Xavier Santos Freire

FECHA: Ambato, 08-08- 2015

UBICACIÓN: Cantón Pelileo

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	158,21	0	100
PASA N 4		0	0	100
N 10	2,00	228,53	53,33	46,67
N 30	0,59			
N 40	0,425	304,67	71,10	28,90
N 50	0,30			
N 100	0,149			
N 200	0,074	358,34	83,62	16,38
PASA EL N 200		70,18	16,38	
TOTAL		428,52		

PESO ANTES DEL LAVADO 428,52

PESO CUARTEO ANTES/LAVADO

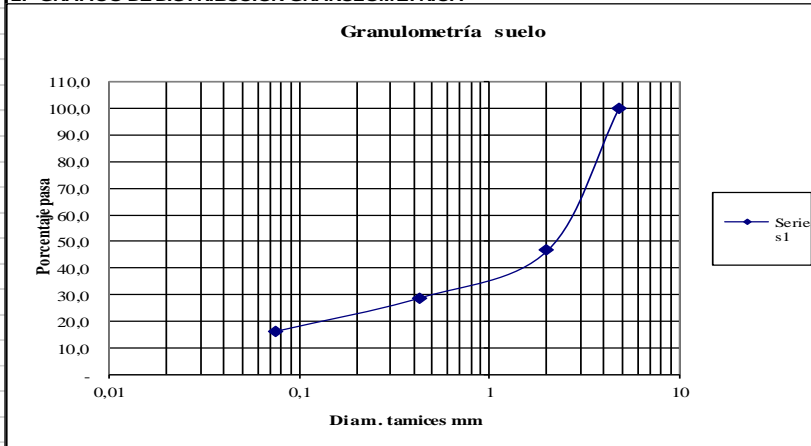
PESO DESPUÉS DE LA VAD 358,34

PESO CUARTEO DESPUES/LAVADO

TOTAL - DIFERENCIA 70,18

TOTAL

2.- GRAFICO DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA



3.- Contenido de Humedad

PT SS

428,5

PT+SH	PT+SS	PT	P Agua	PSS	W %
198,28	176,62	46,77	21,66	129,85	16,7

Clasificación SUCS

SM-SC (Arena arcillosa)

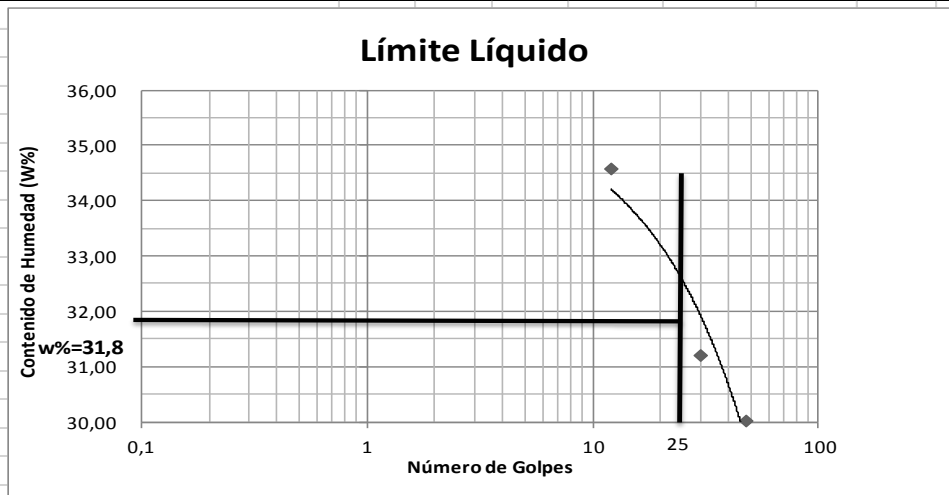


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA



PROYECTO:	Estudio de las condiciones actuales de la vía Condorahua desde el Calvario hasta Condorahua Grande, parroquia El Rosario, cantón Pelileo, provincia del Tungurahua y su incidencia en la calidad de vida de sus habitantes.					
SECTOR:	Parroquia el Rosario					
UBICACIÓN:	Tungurahua - Pelileo			ABSCISA:	4+000	
REALIZADO:	Egrd. Pablo Xavier Santos Freire			FECHA:	Ambato, 08-08- 2015	
UBICACIÓN:	Cantón Pelileo					

1.- DETERMINACIÓN DEL ÍMITE LÍQUIDO		48		30		12	
Recipiente Número		12-F	9-F	7-E	16-X	11-F	8E
Peso húmedo + recipiente	Wm + rec	28,46	20,12	31,65	22,18	26,56	21,12
Peso seco + recipiente	Ws + rec	24,55	18,1	26,87	19,66	22,64	18,69
Peso recipiente	rec	11,57	11,34	11,57	11,57	11,22	11,71
peso del agua	Ww	3,91	2,02	4,78	2,52	3,92	2,43
Peso de los sólidos	WS	12,98	6,76	15,3	8,09	11,42	6,98
Contenido de humedad	w%	30,12	29,88	31,24	31,15	34,33	34,81
Contenido de humedad prom.	w%	30,00		31,20		34,57	



2.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO		A-3	A-8	A-5	M3	A-8	E-1	
Recipiente Número								
Peso húmedo + recipiente	Wm + rec	6,47	6,21	7,21	6,61	6,99	6,52	6,51
Peso seco + recipiente	Ws + rec	6,03	5,83	6,61	6,38	6,45	6,08	5,92
Peso recipiente	rec	4,29	4,33	4,26	5,47	4,33	4,33	4,42
peso del agua	Ww	0,44	0,38	0,6	0,23	0,54	0,44	0,59
Peso de los sólidos	WS	1,74	1,50	2,35	0,91	2,12	1,75	1,50
Contenido de humedad	w%	25,29	25,33	25,53	25,27	25,47	25,14	39,33
Contenido de humedad prom.	w%	25,31		25,40		25,31		

Limite líquido = **31,80** %
 Límite plástico = **25,34** %
 índice plástico = **6,46** %



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

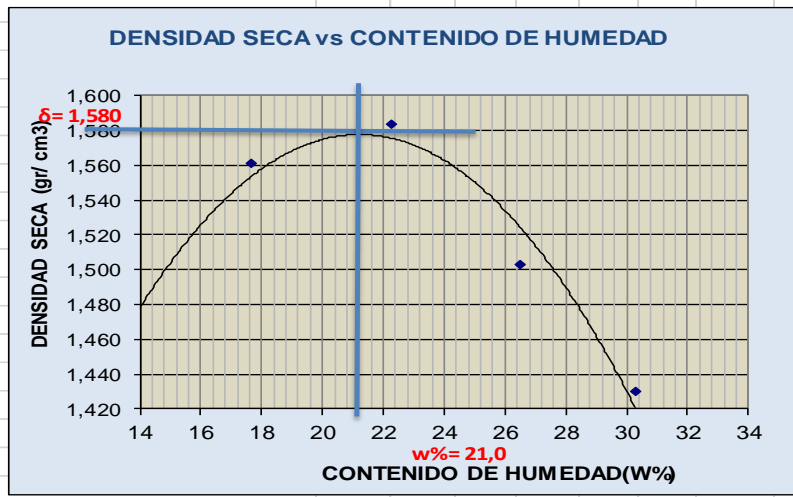


PROYECTO:	Estudio de las condiciones actuales de la vía Condorahua desde el Calvario hasta Condorahua Grande, parroquia El Rosario, cantón Pelileo, provincia del Tungurahua y su incidencia en la calidad de vida de sus habitantes.		
SECTOR:	Parroquia el Rosario		
UBICACIÓN:	Tungurahua - Pelileo	ABSCISA:	4+000
REALIZADO:	Egrd. Pablo Xavier Santos Freire	FECHA:	Ambato, 08-08- 2015
UBICACIÓN:	Cantón Pelileo		
NORMA:	AASHTO T - 180		
MÉTODO:	PROCTOR MODIFICADO		

COMPACTACIÓN			
ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO			
NUMERO DE GOLPES :	25	NÚMERO DE CAPAS :	5
ALtura DE CAÍDA :	18"	PESO MOLDE gr :	3791
		PESO MARTILLO :	10 Lb
		VOLUMEN MOLDE cc :	944

1.- PROCESO DE COMPACTACIÓN DE LABORATORIO					
Muestra	1	2	3	4	5
Humedad inicial añadida en %	4	8	12	16	20
Humedad inicial añadida en (cc)	80	160	240	320	400
P molde + suelo húmedo (gr)	5354,8	5525,4	5619,6	5586	5550
Peso suelo húmedo	1563,8	1734,4	1828,6	1795	1759
Densidad Húmeda en gr/cm3	1,657	1,837	1,937	1,901	1,863

2.- DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD										
Recipiente #	2-R	C-5	2-F	1-D	D-7	8-B	6-T	1-D	11-B	M-4
Peso humedo + recipiente Wm+ rec	200,3	120,4	198,1	125,4	184,5	115,9	201,3	196,0	165,4	130,6
Peso seco + recipiente Ws+ rec	181,8	111,9	175,8	111,5	159,4	100,7	168,9	162,0	133,3	111,7
Peso del recipiente rec	45,1	48,4	49,5	33,0	47,1	32,2	46,8	33,0	26,9	49,5
Peso del agua Ww	18,5	8,6	22,2	13,9	25,1	15,2	32,5	34,1	32,1	18,9
Peso suelo seco Ws	136,7	63,5	126,3	78,5	112,3	68,5	122,1	128,9	106,4	62,2
Contenido humedad w %	13,5	13,5	17,6	17,7	22,4	22,2	26,6	26,4	30,2	30,4
Contenido humedad promedio w %	13,52		17,65		22,28		26,50		30,29	
Densidad Seca γ_d	1,459		1,562		1,584		1,503		1,430	



Y máximo= 1,580 W óptimo % = 21,0



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA



PROYECTO: Estudio de las condiciones actuales de la vía Condorahua desde el Calvario hasta Condorahua Grande, parroquia El Rosario, cantón Pelileo, provincia del Tungurahua y su incidencia en la calidad de vida de sus habitantes.

SECTOR:	Parroquia el Rosario					
UBICACIÓN:	Tungurahua - Pelileo					
REALIZADO:	Egrd. Pablo Xavier Santos Freire					
UBICACIÓN:	Cantón Pelileo			ABSCISA:	4+000	
NORMA:	AASHTO T - 180			FECHA:	08/08/2015	
MÉTODO:	PROCTOR MODIFICADO			SUELO:	SM	

ENSAYO CBR						
MOLDE #	4		5		6	
# DE CAPAS	5		5		5	
# DE GOLPES POR CAPA	56		27		11	
	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES
	DEL	DEL	DEL	DEL	DEL	DEL
	REMOJO	REMOJO	REMOJO	REMOJO	REMOJO	REMOJO
Wm+MOLDE (gr)	12825,8	12891,0	12755,0	12879,0	12489,0	12737,4
PESO MOLDE (gr)	8311,2	8311,2	8407,0	8407,0	8468,0	8468,0
PESO MUESTRA HUMEDA (gr)	4514,6	4579,8	4348,0	4472,0	4021,0	4269,4
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm3)	2301,00	2301,00	2301,00	2301,00	2301,00	2301,00
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm3)	1,962	1,990	1,890	1,944	1,748	1,855
DENSIDAD SECA (gr/cm3)	1,641	1,577	1,566	1,528	1,453	1,431
DENSIDAD SECA PROMEDIO (gr/cm3)	1,609		1,547		1,442	

CONTENIDO DE HUMEDAD							
TARRO	#	D-7	4-B	2-F	11-B	C-5	D-3
Wm +TARRO (gr)		173,08	90,27	190,12	103,9	183,59	101,46
PESO MUESTRA SECA+TARRO (gr)		152,45	78,08	166,05	87,44	160,78	84,53
PESO AGUA (gr)		20,63	12,19	24,07	16,46	22,81	16,93
PESO TARRO		47,15	31,57	49,49	26,91	48,38	27,46
PESO MUESTRA SECA (gr)		105,3	46,51	116,56	60,53	112,4	57,07
CONTENIDO DE HUMEDAD %		19,59	26,21	20,65	27,19	20,29	29,67
AGUA ABSORBIDA %			6,62		6,54		9,37



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA



PROYECTO: Estudio de las condiciones actuales de la vía Condorahua desde el Calvario hasta Condorahua Grande, parroquia El Rosario, cantón Pelileo, provincia del Tungurahua y su incidencia en la calidad de vida de sus habitantes.

SECTOR: Parroquia el Rosario

UBICACIÓN: Tungurahua - Pelileo

ABSCISA: 5+000

REALIZADO: Egrd. Pablo Xavier Santos Freire

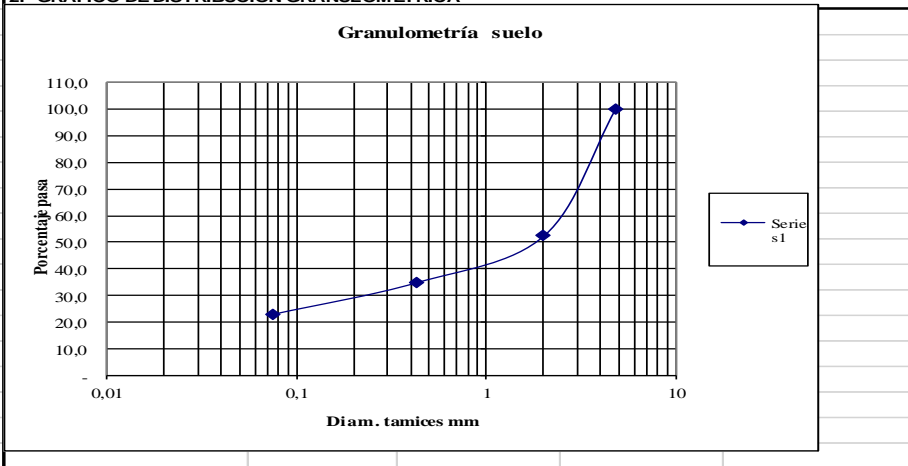
FECHA: Ambato, 10-08- 2015

UBICACIÓN: Cantón Pelileo

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	130,27	0	100
PASA N 4		0	0	100
N 10	2,00	202,69	47,44	52,56
N 30	0,59			
N 40	0,425	277,90	65,05	34,95
N 50	0,30			
N 100	0,149			
N 200	0,074	328,55	76,91	23,09
PASA EL N 200		98,66	23,09	
TOTAL		427,21		
PESO ANTES DEL LAVADO		427,21	PESO CUARTEO ANTES/LAVADO	
PESO DESPUÉS DE LAVADO		328,55	PESO CUARTEO DESPUES/LAVADO	
TOTAL - DIFERENCIA		98,66	TOTAL	

2.- GRAFICO DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA



3.- Contenido de Humedad

PT SS 427,2

PT+SH	PT+SS	PT	P Agua	PSS	W %
190,67	170,21	50,12	20,46	120,09	17,0

Clasificación SUCS SM-SC (Arena Limo arcillosa)



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA



PROYECTO: Estudio de las condiciones actuales de la vía Condorahua desde el Calvario hasta Condorahua Grande, parroquia El Rosario, cantón Pelileo, provincia del Tungurahua y su incidencia en la calidad de vida de sus habitantes.

SECTOR: Parroquia el Rosario

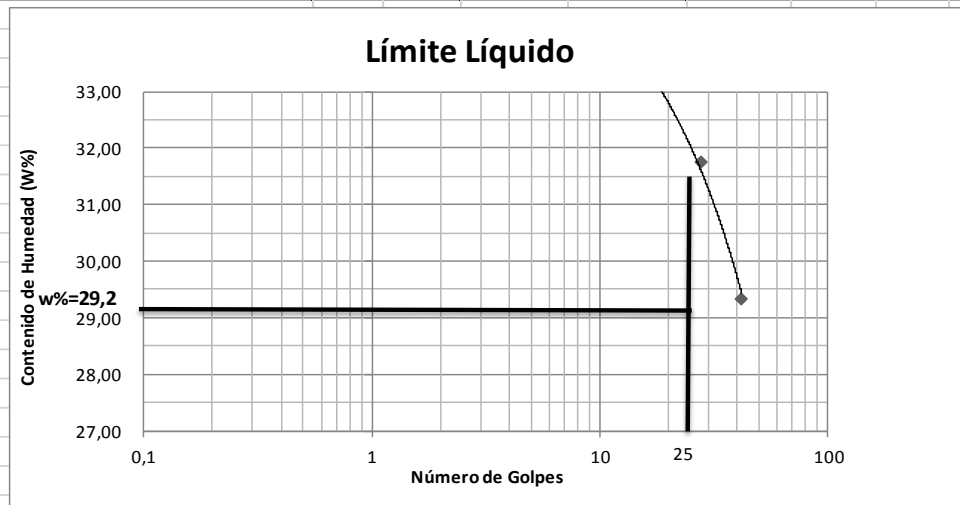
UBICACIÓN: Tungurahua - Pelileo **ABSCISA:** 5+000

REALIZADO: Egrd. Pablo Xavier Santos Freire **FECHA:** Ambato, 10-08- 2015

UBICACIÓN: Cantón Pelileo

1.- DETERMINACIÓN DEL ÍMITE LÍQUIDO

	42		28		14	
Recipiente Número	9-F	X-1	7-E	16-X	11-F	8E
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec	23,56	20,12	25,12	23,12	24,12	20,44
Peso seco + recipiente Ws + rec	20,84	18,1	21,84	20,35	20,86	18,25
Peso recipiente rec	11,52	11,25	11,57	11,57	11,21	11,71
peso del agua Ww	2,72	2,02	3,28	2,77	3,26	2,19
Peso de los sólidos WS	9,32	6,85	10,27	8,78	9,65	6,54
Contenido de humedad w%	29,18	29,49	31,94	31,55	33,78	33,49
Contenido de humedad prom. w%	29,34		31,74		33,63	



2.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO

Recipiente Número	A-2	E-1	A-5	M3	E-2	3A	
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec	5,62	6,12	5,61	6,61	6,71	6,52	6,51
Peso seco + recipiente Ws + rec	5,37	5,75	5,36	6,38	6,23	6,33	5,92
Peso recipiente rec	4,36	4,26	4,34	5,47	4,37	5,56	4,42
peso del agua Ww	0,25	0,37	0,25	0,23	0,48	0,19	0,59
Peso de los sólidos WS	1,01	1,49	1,02	0,91	1,86	0,77	1,50
Contenido de humedad w%	24,75	24,83	24,51	25,27	25,81	24,68	39,33
Contenido de humedad prom. w%	24,79		24,89		25,24		

Limite líquido = **29,20** %

Limite plástico = **24,98** %

índice plástico = **4,22** %



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA



PROYECTO:	Estudio de las condiciones actuales de la vía Condorahua desde el Calvario hasta Condorahua Grande, parroquia El Rosario, cantón Pelileo, provincia del Tungurahua y su incidencia en la calidad de vida de sus habitantes.		
SECTOR:	Parroquia el Rosario		
UBICACIÓN:	Tungurahua - Pelileo	ABSCISA:	5+000
REALIZADO:	Egrd. Pablo Xavier Santos Freire	FECHA:	Ambato, 10-08- 2015
UBICACIÓN:	Cantón Pelileo		
NORMA:	AASHTO T - 180		
MÉTODO:	PROCTOR MODIFICADO		

COMPACTACIÓN

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO

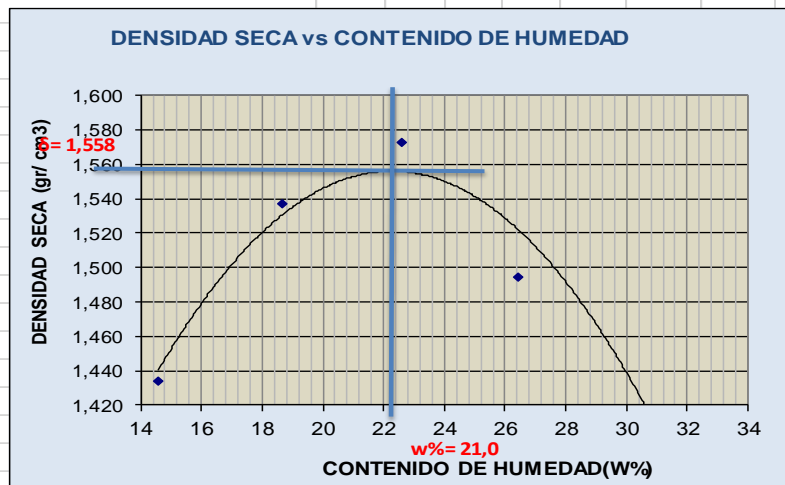
NUMERO DE GOLPES :	25	NÚMERO DE CAPAS :	5	PESO MARTILLO :	10 Lb
ALTURA DE CAÍDA :	18"	PESO MOLDE gr :	3791	VOLUMEN MOLDE cc :	944

1.- PROCESO DE COMPACTACIÓN DE LABORATORIO

Muestra	1	2	3	4	5
Humedad inicial añadida en %	4	8	12	16	20
Humedad inicial añadida en (cc)	80	160	240	320	400
P molde + suelo húmedo (gr)	5342,8	5512,6	5610,8	5575,2	5541
Peso suelo húmedo	1551,8	1721,6	1819,8	1784,2	1750
Densidad Húmeda en gr/cm ³	1,644	1,824	1,928	1,890	1,854

2.- DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente #	4-A	D-5	2-R	1-D	D-5	8-B	11-B	4-B	3-T	M-4
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec	210,2	122,1	190,7	130,3	180,3	117,2	165,5	176,5	162,5	128,7
Peso seco + recipiente Ws+ rec	189,5	115,0	167,9	115,0	159,3	101,5	136,6	146,2	130,5	109,9
Peso del recipiente rec	47,2	65,9	45,1	33,0	65,9	32,2	26,9	31,6	26,9	49,5
Peso del agua Ww	20,8	7,2	22,8	15,3	21,0	15,7	29,0	30,3	32,1	18,8
Peso suelo seco Ws	142,3	49,1	122,8	81,9	93,4	69,3	109,7	114,7	103,6	60,4
Contenido humedad w %	14,6	14,6	18,6	18,7	22,5	22,7	26,4	26,4	30,9	31,1
Contenido humedad promedio w %	14,59		18,64		22,58		26,42		31,05	
Densidad Seca γ _d	1,435		1,537		1,573		1,495		1,415	



γ máximo= 1,558

W óptimo = 22,1



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA



PROYECTO: Estudio de las condiciones actuales de la vía Condorahua desde el Calvario hasta Condorahua Grande, parroquia El Rosario, cantón Pelileo, provincia del Tungurahua y su incidencia en la calidad de vida de sus habitantes.

SECTOR:	Parroquia el Rosario					
UBICACIÓN:	Tungurahua - Pelileo					
REALIZADO:	Egrd. Pablo Xavier Santos Freire					
UBICACIÓN:	Cantón Pelileo			ABSCISA:	5+000	
NORMA:	AASHTO T - 180			FECHA:	10/08/2015	
MÉTODO:	PROCTOR MODIFICADO			SUELO:	SM	

ENSAYO CBR

MOLDE #		4		5		6
# DE CAPAS		5		5		5
# DE GOLPES POR CAPA		56		27		11
		ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES	ANTES
		DEL	DEL	DEL	DEL	DEL
		REMOJO	REMOJO	REMOJO	REMOJO	REMOJO
Wm+MOLDE (gr)		12725,2	12791,2	12652,2	12752,2	12389,2
PESO MOLDE (gr)		8311,2	8311,2	8407,0	8407,0	8468,0
PESO MUESTRA HUMEDA (gr)		4414,0	4480,0	4245,2	4345,2	3921,2
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)		2301,00	2301,00	2301,00	2301,00	2301,00
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm ³)		1,918	1,947	1,845	1,888	1,704
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)		1,587	2,630	1,528	2,681	1,410
DENSIDAD SECA PROMEDIO (gr/cm ³)		2,108		2,105		1,398

CONTENIDO DE HUMEDAD

TARRO #		6-T	11-B	C-5	4-B	3-T	D-3
Wm +TARRO (gr)		170,61	110,27	180,27	110,21	180,57	105,21
PESO MUESTRA SECA+TARRO (gr)		149,21	139,52	157,65	143,21	154,21	86,97
PESO AGUA (gr)		21,4	-29,25	22,62	-33	26,36	18,24
PESO TARRO (gr)		46,77	26,91	48,4	31,56	28,087	27,46
PESO MUESTRA SECA (gr)		102,44	112,61	109,25	111,65	126,123	59,51
CONTENIDO DE HUMEDAD %		20,89	-25,97	20,70	-29,56	20,90	30,65
AGUA ABSORBIDA %			-46,86		-50,26		9,75



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA



PROYECTO: Estudio de las condiciones actuales de la vía Condorahua desde el Calvario hasta Condorahua Grande, parroquia El Rosario, cantón Pelileo, provincia del Tungurahua y su incidencia en la calidad de vida de sus habitantes.

SECTOR: Parroquia el Rosario

UBICACIÓN: Tungurahua - Pelileo

REALIZADO: Egrd. Pablo Xavier Santos Freire

ABSCISA: 5+000

UBICACIÓN: Cantón Pelileo

FECHA: 10/08/2015

NORMA: AASHTO T - 180

SUELO: SM

MÉTODO: PROCTOR MODIFICADO

ENSAYO C.B.R.

DATOS DE ESPONJAMIENTO

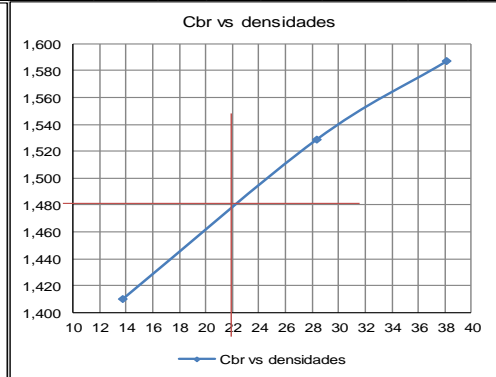
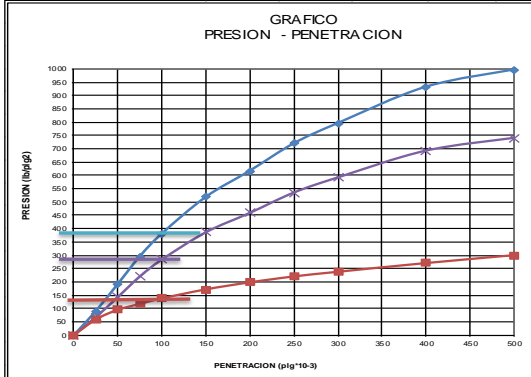
LECTURA DIAL en Pigs*10-2

MOLDE NUMERO			4				5				6			
FECHA DÍA Y MES	TIEMPO HORA	DIAS	LECT DIAL	ESPONJ			LECT DIAL	ESPONJ			LECT DIAL	ESPONJ		
				Mues Pigs.	Pigs. *10-2	%		Mues Pigs.	Pigs. *10-2	%		Mues Pigs.	Pigs. *10-2	%
08-ago-15	15:10	0	0,13	5,00	0,00	0,00	0,06	5,00	0,00	0,00	0,04	5,00	0,00	0,00
09-ago-15	14:08	1	0,13		0,28	0,06	0,06		0,44	0,09	0,05		0,40	0,08
10-ago-15	14:45	2	0,14		1,06	0,21	0,06		0,84	0,17	0,05		0,88	0,18

ENSAYO DE CARGA PENETRACION

CONSTANTE DE CELDA 2,204 lb AREA DEL PISTON: 3p12

MOLDE NUMERO			4				5				6			
TIEMPO MIN	SEG	PENET. " 10-3	Q LECT	PRESIONES		CBR	Q LECT	PRESIONES		CBR	Q LECT	PRESIONES		CBR
				LEIDA	CORG			LEIDA	CORG			LEIDA	CORG	
			DIAL	lb/plg2	%	DIAL	lb/plg2	%	DIAL	lb/plg2	%	DIAL	lb/plg2	%
		0	0,0	0			0,0	0			0,0	0		
0	30	25	122,9	90,3			91,4	67,1			79,6	58,5		
1	0	50	261,6	192,2			194,2	142,7			128,9	94,7		
1	30	75	402,4	295,6			299,3	219,9			158,6	116,5		
2	0	100	518,4	380,9	380,9	38	385,6	283,3	283,3	28,3	187,2	137,5	137,5	13,8
3	0	150	705,6	518,4			525,2	385,8			233,2	171,3		
4	0	200	839,2	616,5			624,2	458,6			269,2	197,8		
5	0	250	979,2	719,4			728,2	535,0			299,4	220,0		
6	0	300	1082,6	795,4			805,6	591,8			323,2	237,4		
8	0	400	1268,1	931,6			942,6	692,5			367,8	270,2		
10	0	500	1356,0	996,2			1008,0	740,5			408,2	299,9		
CBR corregido						38				28,3				13,8



Densidades	vs	Resistencias	Densidad Máx	1,558	gr/cm³	
gr/cm³	1,587	38,09	%	95% de DM	1,480	gr/cm³
gr/cm⁴	1,528	28,33	%	CBR PUNTUAL		22
gr/cm⁵	1,410	13,75	%			%



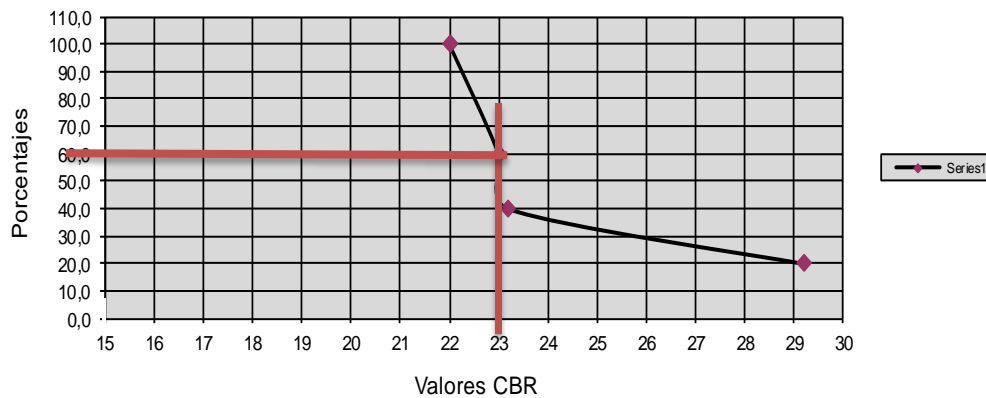
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

PROYECTO:	Estudio de las condiciones actuales de la vía Condorahua desde el Calvario hasta Condorahua Grande, parroquia El Rosario, cantón Pelileo, provincia del Tungurahua y su incidencia en la calidad de vida de sus habitantes.		
SECTOR:	Parroquia el Rosario		
UBICACIÓN:	Tungurahua - Pelileo	FECHA:	11/08/2015
REALIZADO:	Egrd. Pablo Xavier Santos Freire	SUELO:	SM
UBICACIÓN:	Cantón Pelileo		
NORMA:	AASHTO T - 180		
MÉTODO:	PROCTOR MODIFICADO		

Cálculo CBR Diseño


Pozo	CBR	Porcentaje
5+000	22	100,0
3+000	22	100,0
1+000	23,0	60,0
4+000	23,2	40,0
2+000	29,2	20,0

Determinación CBR Diseño



CBR Diseño= 23,0

F. VALORES DE DISEÑO SEGÚN MOP 2003

 República del Ecuador MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS		VALORES DE DISEÑO RECOMENDADOS PARA CARRETERAS DE DOS CARRILES Y CAMINOS VECINALES DE CONSTRUCCIÓN																														
		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⁾						
NORMAS		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
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		MAXIMO = 10%																		10% (Para V > 50 K.P.H.) 8% (Para V < 50 K.P.H.)												
Coeficiente "K" para: ⁽⁹⁾																																
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 concavas (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 ⁽⁹⁾ 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 ⁽⁹⁾ mínima (%)		0,5%																														
Ancho de pavimento (m)		7,3			7,3			7,0			6,70			6,70			6,00			6,00						4,00 ⁽⁴⁾						
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 ⁽³⁾ 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 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. 3° de la Ley de Caminos y el Art. 4° del Reglamento aplicativo de dicha Ley																														
		LL = TERRENO PLANO O = TERRENO ONDULADO M = TERRENO MONTAÑOSO																														

- El TPDA indicado es el volumen promedio anual de tráfico diario proyectado a 15 – 20 años, cuando se proyecta un TPDA en exceso de 7 000 en 10 años debe investigarse la necesidad de construir una autopista. (Las normas para esta serán parecidas a las de la Clase I, con velocidad de diseño de 10 K.P.H. más para clase de terreno – Ver secciones transversales típicas para más detalles. Para el diseño definitivo debe considerarse el número de vehículos equivalentes.
- Longitud de las curvas verticales: $L = KA$, en donde K = coeficiente respectivo y A = diferencia algebraica de gradientes, expresado en tanto por ciento. Longitud mínima de curvas verticales: $L_{min} = 0,60V$, en donde V es la velocidad de diseño expresada en kilómetros por hora.
- En longitudes cortas menores a 500 m. se puede aumentar la gradiente en 1% en terrenos ondulados y 2% en terrenos montañosos, solamente para las carreteras de Clase I, II y III. Para Caminos Vecinales (Clase IV) se puede aumentar la gradiente en 1% en terrenos ondulados y 3% en terrenos montañosos, para longitudes menores a 750 m.
- Se puede adoptar una gradiente longitudinal de 0% en rellenos de 1 m. a 6 m. de altura, previo análisis y justificación.
- Espaldón pavimentado con el mismo material de la capa de rodadura de la vía. (Ver Secciones Típicas en Normas). Se ensanchará la calzada 0,50 m más cuando se prevé la instalación de guarda caminos.
- Cuando el espaldón está pavimentado con el mismo material de la capa de rodadura de la vía.
- En los casos en los que haya bastante tráfico de peatones, úsense dos aceras completas de 1,20m de ancho.
- Para tramos largos con este ancho, debe ensancharse la calzada a intervalos para proveer refugios de encuentro vehicular.
- Para los caminos Clase IV y V, se podrá utilizar $V_0 = 20$ Km/h y $R = 15$ m siempre y cuando se trate de aprovechar infraestructuras existentes y relieve difícil (escarpado).

NOTA: Las Normas anotadas "Recomendables" se emplearán cuando el TPDA es cerca al límite superior de las clases respectivas o cuando se puede implementar sin incurrir en costos de construcción. Se puede variar algo de las Normas Absolutas para una determinada clase, cuando se considere necesario el mejorar una carretera existente siguiendo generalmente el trazado actual.

G. ECUACIONES PLUVIOMÉTRICAS PARA CADA ZONA DE INTENSIDAD.

ZONA	DURACIÓN	ECUACIÓN
1	5 min < 130 min 130 min < 1440 min	ITR = 47.926 t ⁻ - 0.3387 IdTR ITR = 787.57 t ⁻ - 0.9154 IdTR
2	5 min < 30 min 30 min < 1440 min	ITR = 19.305 t ⁻ - 0.1332 IdTR ITR = 115.4 t ⁻ - 0.6546 IdTR
3	5 min < 90 min 90 min < 1440 min	ITR = 53.369 t ⁻ - 0.3278 IdTR ITR = 639.52 t ⁻ - 0.8838 IdTR
4	5 min < 20 min 20 min < 1440 min	ITR = 56.507 t ⁻ - 0.2694 IdTR ITR = 247.71 t ⁻ - 0.7621 IdTR
5	5 min < 40 min 40 min < 1440 min	ITR = 54.719 t ⁻ - 0.3875 IdTR ITR = 197.81 t ⁻ - 0.7378 IdTR
6	5 min < 120 min 120 min < 1440 min	ITR = 57.598 t ⁻ - 0.4267 IdTR ITR = 344.08 t ⁻ - 0.7982 IdTR
7	5 min < 60 min 60 min < 1440 min	ITR = 97.005 t ⁻ - 0.403 IdTR ITR = 869.87 t ⁻ - 0.9346 IdTR
8	5 min < 30 min 30 min < 1440 min	ITR = 80.068 t ⁻ - 0.3683 IdTR ITR = 351.73 t ⁻ - 0.7977 IdTR
9	5 min < 116 min 116 min < 1440 min	ITR = 40.035 t ⁻ - 0.341 IdTR ITR = 355.49 t ⁻ - 0.8043 IdTR
10	5 min < 88 min 88 min < 1440 min	ITR = 40.414 t ⁻ - 0.3124 IdTR ITR = 356.17 t ⁻ - 0.8009 IdTR
11	5 min < 60 min 60 min < 1440 min	ITR = 137.27 t ⁻ - 0.5153 IdTR ITR = 578.56 t ⁻ - 0.8736 IdTR
12	5 min < 50 min 50 min < 1440 min	ITR = 138.01 t ⁻ - 0.4882 IdTR ITR = 674.13 t ⁻ - 0.8935 IdTR
13	5 min < 36 min 36 min < 1440 min	ITR = 76.96 t ⁻ - 0.2953 IdTR ITR = 642.11 t ⁻ - 0.8898 IdTR
14	5 min < 40 min 40 min < 1440 min	ITR = 133.83 t ⁻ - 0.4283 IdTR ITR = 800.89 t ⁻ - 0.9189 IdTR
15	5 min < 230 min 230 min < 1440 min	ITR = 110.85 t ⁻ - 0.4943 IdTR ITR = 3197.1 t ⁻ - 1.1077 IdTR
16	5 min < 25 min 25 min < 1440 min	ITR = 76.946 t ⁻ - 0.4583 IdTR ITR = 174.47 t ⁻ - 0.7143 IdTR
17	5 min < 40 min 40 min < 1440 min	ITR = 201.28 t ⁻ - 0.4573 IdTR ITR = 1415.8 t ⁻ - 0.9947 IdTR
18	5 min < 50 min 50 min < 1440 min	ITR = 69.036 t ⁻ - 0.335 IdTR ITR = 510.71 t ⁻ - 0.849 IdTR

19	5 min < 115 min 115 min < 1440 min	ITR = 115.98 t ^ - 0.4844 IdTR ITR = 1223.8 t ^ - 0.9751 IdTR
20	5 min < 40 min 40 min < 1440 min	ITR = 53.316 t ^ - 0.3021 IdTR ITR = 308.38 t ^ - 0.7782 IdTR
21	5 min < 23 min 23 min < 1440 min	ITR = 28.784 t ^ - 0.4507 IdTR ITR = 30.993 t ^ - 0.472 IdTR
22	5 min < 67 min 67 min < 1440 min	ITR = 48.772 t ^ - 0.3533 IdTR ITR = 266.64 t ^ - 0.7687 IdTR
23	5 min < 23 min 23 min < 1440 min	ITR = 54.246 t ^ - 0.4596 IdTR ITR = 89.858 t ^ - 0.6234 IdTR
24	5 min < 41 min 41 min < 1440 min	ITR = 177.26 t ^ - 0.5938 IdTR ITR = 446.46 t ^ - 0.843 IdTR
25	5 min < 60 min 60 min < 1440 min	ITR = 97.389 t ^ - 0.6117 IdTR ITR = 125.73 t ^ - 0.6643 IdTR
26	5 min < 120 min 120 min < 1440 min	ITR = 163.15 t ^ - 0.5018 IdTR ITR = 2477.3 t ^ - 1.007 IdTR
27	5 min < 46 min 46 min < 1440 min	ITR = 76.133 t ^ - 0.3477 IdTR ITR = 539 t ^ - 0.8634 IdTR
28	5 min < 81 min 81 min < 1440 min	ITR = 82.756 t ^ - 0.4722 IdTR ITR = 357.27 t ^ - 0.8077 IdTR
29	5 min < 120 min 120 min < 1440 min	ITR = 75.204 t ^ - 0.4828 IdTR ITR = 371.89 t ^ - 0.8152 IdTR
30	5 min < 79min 79 min < 1440 min	ITR = 42.089 t ^ - 0.2952 IdTR ITR = 432.57 t ^ - 0.8304 IdTR
31	5 min < 49 min 49 min < 1440 min	ITR = 42.22 t ^ - 0.1828 IdTR ITR = 643.99 t ^ - 0.8852 IdTR
32	5 min < 155 min 155 min < 1440 min	ITR = 87.677 t ^ - 0.4796 IdTR ITR = 850.65 t ^ - 0.9257 IdTR
33	5 min < 23 min 23 min < 1440 min	ITR = 170.39 t ^ - 0.5052 IdTR ITR = 515.76 t ^ - 0.8594 IdTR
34	5 min < 35 min 35 min < 1440 min	ITR = 147.98 t ^ - 0.4279 IdTR ITR = 882.9 t ^ - 0.9351 IdTR
35	5 min < 43 min 43 min < 1440 min	ITR = 92.854 t ^ - 0.4083 IdTR ITR = 480.47 t ^ - 0.8489 IdTR

H. ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS



Proyecto: Estudio de las condiciones actuales de la vía Condorahua desde el Calvario hasta Condorahua Grande, parroquia El Rosario, cantón Pelileo, provincia del Tungurahua y su incidencia en la calidad de vida de sus habitantes.

UBICACIÓN: Tungurahua - Pelileo

REALIZADO POR: Egrd. Pablo Xavier Santos Freire

Hoja: 1 de 17

Unidad: Km

RUBRO: Replanteo general del proyecto y nivelación

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA/HORA B	COSTO HORA C = A*B	RENDIM R	COSTO D = C*R	%
Equipo completo de topografía (Est. total, nivel, mira)	1,00	20,00	20,00	16,00	320,00	67,57%
Herramienta manual	-	-	-	-	10,70	2,26%
	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-
MANO DE OBRA					PARCIAL M	330,70 69,83%

DESCRIPCION (CATEGORIA)	CANTIDAD A	JORNAL/HORA B	COSTO HORA C = A*B	RENDIM R	COSTO D = C*R	%
Topografo 2 titulo exp. 5 años	1,00	3,20	3,20	16,00	51,20	10,81%
Cadenero	2,00	3,00	6,00	14,00	84,00	17,74%
	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-
MATERIALES					PARCIAL N	135,20 28,55%

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	RENDIM R	COSTO C = A*B	%
Estacas	u	50,000	0,10		5,00	1,06%
Pintura roja esmalte	Lt	0,500	2,14		1,07	0,23%
Clavos 2;2 1/2; 3 ; 3 1/2"	kg	1,000	1,64		1,64	0,35%
					-	-
					-	-
					-	-
					-	-
TRANSPORTE					PARCIAL O	7,71 1,64%

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	RENDIM R	COSTO C = A*B	%
					-	-
					-	-
					-	-

PARCIAL P					-	-
TOTAL COSTOS DIRECTOS X = (M+N+O+P)					473,61	100,02%
INDIRECTOS Y UTILIDAD (%X)					25,00%	118,40
OTROS INDIRECTOS (%X)					-	-
COSTO TOTAL DEL RUBRO					592,01	-
VALOR PROPUESTO					592,01	-



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS



Proyecto:	Estudio de las condiciones actuales de la vía Condorahua desde el Calvario hasta Condorahua Crande, parroquia El Rosario, cantón Pelileo, provincia del Tungurahua y su incidencia en la calidad de vida de sus habitantes.				
UBICACIÓN:	Tungurahua - Pelileo				
REALIZADO POR:	Egrd. Pablo Xavier Santos Freire			Hoja:	2 de 17
RUBRO:	Desbroce y limpieza			Unidad:	Ha
EQUIPOS					

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA/HORA B	COSTO HORA C = A*B	RENDIM R	COSTO D = C*R	%
Volquete 8 m ³	1,00	33,60	33,60	0,04	1,34	1,10%
Herramienta manual menor al 5% de la obra			-		6,94	5,67%
Excavadora	1,00	35,00	35,00	0,03	1,05	0,86%
		-	-		-	
		-	-		-	
		-	-		-	
		-	-		-	

MANO DE OBRA			PARCIAL M		9,33	7,63%
---------------------	--	--	------------------	--	------	-------

DESCRIPCION (CATEGORIA)	CANTIDAD A	JORNAL/HORA B	COSTO HORA C = A*B	RENDIM R	COSTO D = C*R	%
Peón Est. Ocup. E2	3,00	2,77	8,31	7,50	62,33	50,94%
Chofer Licencia Tipo E	1,00	3,38	3,38	7,50	25,35	20,72%
operador 1 EO C1	1,00	3,38	3,38	7,50	25,35	20,72%
		-	-		-	
		-	-		-	
		-	-		-	
		-	-		-	

MATERIALES			PARCIAL N		113,03	92,38%
-------------------	--	--	------------------	--	--------	--------

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	RENDIM R	COSTO C = A*B	%
					-	
					-	
					-	

TRANSPORTE			PARCIAL O		-	
-------------------	--	--	------------------	--	---	--

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	RENDIM R	COSTO C = A*B	%
					-	
					-	
					-	

			PARCIAL P		-	
			TOTAL COSTOS DIRECTOS X = (M+N+O+P)		122,36	100,01%
			INDIRECTOS Y UTILIDAD (% X)	25,00%	30,59	
			OTROS INDIRECTOS (% X)		-	
			COSTO TOTAL DEL RUBRO		152,95	
			VALOR PROPUESTO		152,95	



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS



Proyecto: Estudio de las condiciones actuales de la vía Condorahua desde el Calvario hasta Condorahua Grande, parroquia El Rosario, cantón Pelileo, provincia del Tungurahua y su incidencia en la calidad de vida de sus habitantes.

UBICACIÓN: Tungurahua - Pelileo

REALIZADO POR: Egrl. Pablo Xavier Santos Freire

Hoja: 3 de 17

Unidad: m3

RUBRO: Excavación sin clasificar incluye desalojo

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA/HORA B	COSTO HORA C = A*B	RENDIM R	COSTO D = C*R	%
Herramienta Menor 5% m.o.		-	-	0,32	0,10	2,43%
Excavadora de oruga	1,00	35,00	35,00	0,03	1,05	25,49%
Volqueta 8 m3	1,00	33,50	33,50	0,03	1,01	24,51%
		-	-		-	
		-	-		-	
		-	-		-	
		-	-		-	
MANO DE OBRA					PARCIAL M	
					2,16	52,43%

DESCRIPCION (CATEGORIA)	CANTIDAD A	JORNAL/HORA B	COSTO HORA C = A*B	RENDIM R	COSTO D = C*R	%
Operador de equipo pesado	1,00	3,38	3,38	0,032	0,11	2,67%
Ayudante de maquinaria (Estr. Oc. C3)	1,00	2,58	2,58	0,032	0,08	1,94%
Peón Est. Ocup. E2	2,00	2,77	5,54	0,32	1,77	42,96%
		-	-		-	
		-	-		-	
		-	-		-	
		-	-		-	
MATERIALES					PARCIAL N	
					1,96	47,57%

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	RENDIM R	COSTO C = A*B	%
					-	
					-	
TRANSPORTE					PARCIAL O	
					-	

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	RENDIM R	COSTO C = A*B	%
					-	
					-	
					-	

PARCIAL P						
TOTAL COSTOS DIRECTOS X = (M+N+O+P)					4,12	100,00%
INDIRECTOS Y UTILIDAD (%X)					25,00%	1,03
OTROS INDIRECTOS (%X)					-	
COSTO TOTAL DEL RUBRO					5,15	
VALOR PROPUESTO					5,15	



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS



Proyecto: Estudio de las condiciones actuales de la vía Condorahua desde el Calvario hasta Condorahua Grande, parroquia El Rosario, cantón Pelileo, provincia del Tungurahua y su incidencia en la calidad de vida de sus habitantes.

UBICACIÓN: Tungurahua - Pelileo

REALIZADO POR: Egrd. Pablo Xavier Santos Freire

Hoja: 4 de 17

Unidad: m3

RUBRO: Excavacion para cunetas y encausamiento

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA/HORA B	COSTO HORA C = A*B	RENDIM R	COSTO D = C*R	%
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,03	0,94%
BODCAT	1,00	20,00	20,00	0,10	2,00	62,89%
		-	-		-	
		-	-		-	
		-	-		-	
		-	-		-	

MANO DE OBRA **PARCIAL M** 2,03 63,83%

DESCRIPCION (CATEGORIA)	CANTIDAD A	JORNAL/HORA B	COSTO HORA C = A*B	RENDIM R	COSTO D = C*R	%
Albañil Est. Ocup. D2	2,00	2,77	5,54	0,10	0,55	17,30%
Peón Est. Ocup. E2	1,00	2,58	2,58	0,10	0,26	8,18%
Operador 1 EO C1	1,00	3,38	3,38	0,10	0,34	10,69%
		-	-		-	
		-	-		-	
		-	-		-	

MATERIALES **PARCIAL N** 1,15 36,17%

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	RENDIM R	COSTO C = A*B	%
					-	
					-	
					-	

TRANSPORTE **PARCIAL O** -

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	RENDIM R	COSTO C = A*B	%
					-	
					-	
					-	

PARCIAL P

TOTAL COSTOS DIRECTOS X = (M+N+O+P)		3,18	100,00%
INDIRECTOS Y UTILIDAD (%X)	25,00%	0,80	
OTROS INDIRECTOS (%X)		-	
COSTO TOTAL DEL RUBRO		3,98	
VALOR PROPUESTO		3,98	



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS



Proyecto: Estudio de las condiciones actuales de la vía Condorahua desde el Calvario hasta Condorahua Grande, parroquia El Rosario, cantón Pelileo, provincia del Tungurahua y su incidencia en la calidad de vida de sus habitantes.

UBICACIÓN: Tungurahua - Pelileo

REALIZADO POR: Egrd. Pablo Xavier Santos Freire

Hoja: 5 de 17

Unidad: m3

RUBRO: Excavación y relleno para estructuras menores

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA/HORA B	COSTO HORA C = A*B	RENDIM R	COSTO D = C*R	%	
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,03	0,85%	
Excavadora sobre orugas	1,00	35,00	35,00	0,03	1,05	29,75%	
		-	-		-		
		-	-		-		
		-	-		-		
		-	-		-		
MANO DE OBRA					PARCIAL M	1,08	30,60%
DESCRIPCION (CATEGORIA)	CANTIDAD A	JORNAL/HORA B	COSTO HORA C = A*B	RENDIM R	COSTO D = C*R	%	
Operador 1 EO C1	0,10	3,38	3,38	0,03	0,10	2,83%	
Ayudante de maquinaria EO E2	1,00	3,09	3,09	0,03	0,09	2,55%	
Peón Est. Ocup. E2	4,00	3,01	12,04	0,03	0,36	10,20%	
Maestro de obra EO C1	1,00	3,38	3,38	0,03	0,10	2,83%	
		-	-		-		
		-	-		-		
		-	-		-		
MATERIALES					PARCIAL N	0,65	18,41%
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	RENDIM R	COSTO C = A*B	%	
Material de relleno	m3	1,20	1,50		1,80	50,99%	
					-		
					-		
					-		
					-		
					-		
					-		
					-		
TRANSPORTE					PARCIAL O	1,80	50,99%
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	RENDIM R	COSTO C = A*B	%	
					-		
					-		
					-		
PARCIAL P					-		
TOTAL COSTOS DIRECTOS X = (M+N+O+P)					3,53	100,00%	
INDIRECTOS Y UTILIDAD (%X)					25,00%	0,88	
OTROS INDIRECTOS (%X)					-		
COSTO TOTAL DEL RUBRO					4,41		
VALOR PROPUESTO					4,41		



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS



Proyecto: Estudio de las condiciones actuales de la vía Condorahua desde el Calvario hasta Condorahua Grande, parroquia El Rosario, cantón Pelileo, provincia del Tungurahua y su incidencia en la calidad de vida de sus habitantes.

UBICACIÓN: Tungurahua - Pelileo

REALIZADO POR: Egrd. Pablo Xavier Santos Freire

Hoja: 6 de 17

Unidad: m³

RUBRO: Limpieza de derrumbes

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA/HORA B	COSTO HORA C = A*B	RENDIM R	COSTO D = C*R	%
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,01	0,50%
Excavadora sobre orugas	1,00	35,00	35,00	0,02	0,70	35,00%
Volqueta 8 m ³	1,00	35,50	35,50	0,03	1,07	53,50%
	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-

MANO DE OBRA **PARCIAL M**

DESCRIPCION (CATEGORIA)	CANTIDAD A	JORNAL/HORA B	COSTO HORA C = A*B	RENDIM R	COSTO D = C*R	%
Operador 1 EO C1	1,00	3,38	3,38	0,02	0,07	3,50%
Ayudante de maquinaria EO E2	1,00	3,09	3,09	0,02	0,06	3,00%
Chofer	1,00	4,26	4,36	0,02	0,09	4,50%
	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-

MATERIALES **PARCIAL N**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	RENDIM R	COSTO C = A*B	%
					-	
					-	
					-	
					-	
					-	
					-	
					-	

TRANSPORTE **PARCIAL O**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	RENDIM R	COSTO C = A*B	%
					-	
					-	
					-	

PARCIAL P

TOTAL COSTOS DIRECTOS X = (M+N+O+P)					2,00	100,00%
INDIRECTOS Y UTILIDAD (%X)			25,00%		0,50	
OTROS INDIRECTOS (%X)					-	
COSTO TOTAL DEL RUBRO					2,50	
VALOR PROPUESTO					2,50	



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS



Proyecto: Estudio de las condiciones actuales de la vía Condorahua desde el Calvario hasta Condorahua Grande, parroquia El Rosario, cantón Pelileo, provincia del Tungurahua y su incidencia en la calidad de vida de sus habitantes.

UBICACIÓN: Tungurahua - Pelileo

REALIZADO POR: Egrd. Pablo Xavier Santos Freire

Hoja: 7 de 17

Unidad: m

RUBRO: Tubería de acero corrugado Ø = 1,20 m, e = 2,5 mm, MP-100 (arnico para alcantarilla)

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA/HORA B	COSTO HORA C = A*B	RENDIM R	COSTO D = C*R	%
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,42	0,21%
Excavadora sobre orugas	1,00	35,00	35,00	0,33	11,66	5,72%
		-	-		-	
		-	-		-	
		-	-		-	
		-	-		-	

MANO DE OBRA

PARCIAL M

12,08 5,93%

DESCRIPCION (CATEGORIA)	CANTIDAD A	JORNAL/HORA B	COSTO HORA C = A*B	RENDIM R	COSTO D = C*R	%
Maestro de obra Est. Ocup. C2	1,00	3,38	3,38	0,33	1,13	0,55%
Peón Est. Ocup. E2	4,00	3,01	12,04	0,33	4,01	1,97%
Ayudante de maquinaria	1,00	3,09	3,09	0,33	1,03	0,51%
Operador 1	1,00	3,38	3,38	0,33	1,13	0,55%
		-	-		-	
		-	-		-	

MATERIALES

PARCIAL N

7,30 3,58%

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	RENDIM R	COSTO C = A*B	%
Tub. Acero corrugado D=1800mm	ml	1,05	175,70		184,49	90,49%
					-	
					-	
					-	
					-	
					-	
					-	
					-	

TRANSPORTE

PARCIAL O

184,49 90,49%

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	RENDIM R	COSTO C = A*B	%
					-	
					-	
					-	
					-	

PARCIAL P

-

TOTAL COSTOS DIRECTOS X = (M+N+O+P)					203,87	100,00%
INDIRECTOS Y UTILIDAD (% X)					25,00%	50,97
OTROS INDIRECTOS (% X)					-	
COSTO TOTAL DEL RUBRO					254,84	
VALOR PROPUESTO					254,84	



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS



Proyecto:	Estudio de las condiciones actuales de la vía Condorahua desde el Calvario hasta Condorahua Grande, parroquia El Rosario, cantón Pelileo, provincia del Tungurahua y su incidencia en la calidad de vida de sus habitantes.				
UBICACIÓN:	Tungurahua - Pelileo				
REALIZADO:	Egrd. Pablo Xavier Santos Freire		Hoja:	8 de 17	
			Unidad:	m	
RUBRO:	Tubería de acero corrugado Ø = 0,80 m, e = 2,0 mm, MP-100 (armico para alcantarilla)				

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA/HORA	COSTO HORA	RENDIM	COSTO	%
	A	B	C = A*B	R	D = C*R	

Herramienta Menor 5% de M.O.					0,42	0,34%
Excavadora sobre orugas	1,00	35,00	35,00	0,33	11,66	9,49%
			-		-	
			-		-	
			-		-	
			-		-	

MANO DE OBRA			PARCIAL M		12,08	9,83%
---------------------	--	--	------------------	--	-------	-------

DESCRIPCION (CATEGORIA)	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO HORA	RENDIM	COSTO	%
	A	B	C = A*B	R	D = C*R	
Maestro de obra Est. Ocup. C2	1,00	3,38	3,38	0,33	1,13	0,92%
Peón Est. Ocup. E2	4,00	3,01	12,04	0,33	4,01	3,26%
Ayudante de maquinaria	1,00	3,09	3,09	0,33	1,03	0,84%
Operador 1	1,00	3,38	3,38	0,33	1,13	0,92%
			-		-	
			-		-	

MATERIALES			PARCIAL N		7,30	5,94%
-------------------	--	--	------------------	--	------	-------

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	RENDIM	COSTO	%
		A	B	R	C = A*B	
Tub. Acero corrugado D=1800mm	ml	1,05	98,60		103,53	84,23%
					-	
					-	
					-	
					-	
					-	
					-	

TRANSPORTE			PARCIAL O		103,53	84,23%
-------------------	--	--	------------------	--	--------	--------

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	RENDIM	COSTO	%
		A	B	R	C = A*B	
					-	
					-	
					-	

			PARCIAL P		-	
--	--	--	------------------	--	---	--

			TOTAL COSTOS DIRECTOS X = (M+N+O+P)		122,91	100,00%
--	--	--	--	--	--------	---------

			INDIRECTOS Y UTILIDAD (% 25,00%)		30,73	
--	--	--	---	--	-------	--

			OTROS INDIRECTOS (% X)		-	
--	--	--	-------------------------------	--	---	--

			COSTO TOTAL DEL RUBRO		153,64	
--	--	--	------------------------------	--	--------	--

			VALOR PROPUESTO		153,64	
--	--	--	------------------------	--	--------	--



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS



Proyecto:	Estudio de las condiciones actuales de la vía Condorahua desde el Calvario hasta Condorahua Grande, parroquia El Rosario, cantón Pelileo, provincia del Tungurahua y su incidencia en la calidad de vida de sus habitantes.				
UBICACIÓN:	Tungurahua - Pelileo				
REALIZADO POR:	Egrd. Pablo Xavier Santos Freire			Hoja:	9 de 17
RUBRO:	Hormigón para cunetas (f'c=180 kg/cm2)			Unidad:	m
EQUIPOS					

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA/HORA B	COSTO HORA C = A*B	RENDIM R	COSTO D = C*R	%
Herramienta Menor 5% de M.O.					1,71	1,34%
Concretera 1 saco	1,00	5,00	5,00	0,80	4,00	3,13%
		-	-	-	-	-
		-	-	-	-	-
		-	-	-	-	-

MANO DE OBRA **PARCIAL M** 5,71 4,47%

DESCRIPCION (CATEGORIA)	CANTIDAD A	JORNAL/HORA B	COSTO HORA C = A*B	RENDIM R	COSTO D = C*R	%
Albañil/carpintero EO D2	3,00	3,05	9,15	0,80	7,32	5,73%
Peón Est. Ocup. E2	8,00	3,00	24,00	0,80	19,20	15,02%
Maestro en obra	1,00	3,38	3,38	0,80	2,70	2,11%
		-	-	-	-	-
		-	-	-	-	-

MATERIALES **PARCIAL N** 29,22 22,86%

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	RENDIM R	COSTO C = A*B	%
Cemento Portland	saco	6,00	7,30		43,80	34,27%
Arena negra	m3	0,75	9,20		6,90	5,40%
Ripio triturado	m3	0,75	14,20		10,65	8,33%
Agua	m3	0,20	0,27		0,05	0,04%
Tabla dura de encofrado de 0.20 m.	u	12,00	1,50		18,00	14,08%
Tiras de eucalipto 2.5x2x250 (cm) rústica	u	3,00	2,80		8,40	6,57%
Clavos 2;2 1/2; 3 ; 3 1/2"	kg	0,90	1,70		1,53	1,20%
Alambre galvanizado No. 18	kg	0,65	1,94		1,26	0,99%
Puntales de eucalipto 3.0 x 0.30	u	10,00	0,20		2,00	1,56%
Aceite quemado	Gln	0,80	0,36		0,29	0,23%

TRANSPORTE **PARCIAL O** 92,88 72,67%

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	RENDIM R	COSTO C = A*B	%
					-	-
					-	-
					-	-

PARCIAL P -

TOTAL COSTOS DIRECTOS X = (M+N+O+P)					127,81	100,00%
INDIRECTOS Y UTILIDAD (% X)			25,00%		31,95	
OTROS INDIRECTOS (% X)					-	
COSTO TOTAL DEL RUBRO					159,76	
VALOR PROPUESTO					159,76	



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS



Proyecto:	Estudio de las condiciones actuales de la vía Condorahua desde el Calvario hasta Condorahua Grande, parroquia El Rosario, cantón Pelileo, provincia del Tungurahua y su incidencia en la calidad de vida de sus habitantes.				
UBICACIÓN:	Tungurahua - Pelileo				
REALIZADO POR:	Egrd. Pablo Xavier Santos Freire			Hoja:	10 de 17
				Unidad:	m ³

RUBRO:	Volumen de hormigón para alcantarillas de cabezales, muros de ala y cajas de revisión de hormigón simple $f'c = 180 \text{ Kg/cm}^2$ Tipo B				
---------------	---	--	--	--	--

EQUIPOS						
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA/HORA B	COSTO HORA C = A*B	RENDIM R	COSTO D = C*R	%
Concretera (1 saco)	1,00	5,00	5,00	1,10	5,50	4,06%
Vibrador a gasolina	1,00	5,00	5,00		5,50	4,06%
Herramienta Menor 5% de M.O.					1,85	1,37%
		-	-		-	
		-	-		-	
		-	-		-	
		-	-		-	

MANO DE OBRA			PARCIAL M		12,85	9,49%
---------------------	--	--	------------------	--	-------	-------

DESCRIPCION (CATEGORIA)	CANTIDAD A	JORNAL/HORA B	COSTO HORA C = A*B	RENDIM R	COSTO D = C*R	%
Maestro de obra Est. Ocup. C2	1,00	3,38	3,38	1,10	3,72	2,75%
Albañil Est. Ocup. D2	3,00	3,05	9,15	1,10	10,07	7,44%
Peón Est. Ocup. E2	5,00	3,00	15,00	1,10	16,50	12,19%
			-		-	
		-	-		-	
		-	-		-	

MATERIALES			PARCIAL N		30,29	22,38%
-------------------	--	--	------------------	--	-------	--------

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	RENDIM R	COSTO C = A*B	%
Cemento Portland	saco	6,00	7,30		43,80	32,35%
Arena negra	m ³	0,75	9,20		6,90	5,10%
Ripio triturado	m ³	0,75	14,20		10,65	7,87%
Agua	m ³	0,35	0,27		0,10	0,07%
Tabla dura de encofrado de 0.20 m.	u	8,00	1,50		12,00	8,86%
Tiras de eucalipto 2.5x2x250 (cm) rústica	u	15,00	0,80		12,00	8,86%
Clavos 2; 2 1/2; 3; 3 1/2"	kg	0,80	1,70		1,36	1,00%
Alambre galvanizado No. 18	kg	0,65	1,94		1,26	0,93%
Puntales de eucalipto 3.0 x 0.30	u	21,00	0,20		4,20	3,10%
					-	

TRANSPORTE			PARCIAL O		92,27	68,14%
-------------------	--	--	------------------	--	-------	--------

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	RENDIM R	COSTO C = A*B	%
					-	
					-	
					-	

			PARCIAL P		-	
--	--	--	------------------	--	---	--

			TOTAL COSTOS DIRECTOS X = (M+N+O+P)		135,41	100,01%
--	--	--	--	--	--------	---------

			INDIRECTOS Y UTILIDAD (% X)	15,00%	20,31	
--	--	--	------------------------------------	--------	-------	--

			OTROS INDIRECTOS (% X)		-	
--	--	--	-------------------------------	--	---	--

			COSTO TOTAL DEL RUBRO		155,72	
--	--	--	------------------------------	--	--------	--

			VALOR PROPUESTO		155,72	
--	--	--	------------------------	--	--------	--



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS



Proyecto: Estudio de las condiciones actuales de la vía Condorahua desde el Calvario hasta Condorahua Grande, parroquia El Rosario, cantón Pelileo, provincia del Tungurahua y su incidencia en la calidad de vida de sus habitantes.

UBICACIÓN: Tungurahua - Pelileo

REALIZADO POR: Egrd. Pablo Xavier Santos Freire

Hoja: 11 de 17

Unidad: m³

RUBRO: Material seleccionado de mejoramiento, (incluido transporte)

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA/HORA B	COSTO HORA C = A*B	RENDIM R	COSTO D = C*R	%
Herramienta Menor 0% de M.O.					1,85	34,64%
Tractor de carril	1,00	35,00	35,00	0,014	0,49	9,18%
Excavadora de orugas	1,00	35,00	35,00	0,014	0,49	9,18%
Motoniveladora	1,00	35,00	35,00	0,014	0,49	9,18%
Rodillo vibratorio liso	1,00	25,00	25,00	0,014	0,35	6,55%
Volqueta 8 m ³	1,00	20,00	20,00	0,014	0,28	5,24%
		-	-		-	

MANO DE OBRA **PARCIAL M** 3,95 73,97%

DESCRIPCION (CATEGORIA)	CANTIDAD A	JORNAL/HORA B	COSTO HORA C = A*B	RENDIM R	COSTO D = C*R	%
Operador 1	3,00	3,38	10,14	0,014	0,14	2,62%
Ayudante de maquinaria	3,00	3,00	9,00	0,014	0,13	2,43%
Operador 2	1,00	3,21	3,21	0,014	0,04	0,75%
Chofer	1,00	3,38	3,38	0,014	0,05	0,94%
		-	-		-	
		-	-		-	
		-	-		-	

MATERIALES **PARCIAL N** 0,36 6,74%

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	RENDIM R	COSTO C = A*B	%
Material de mejoramiento	m ³	1,200	0,60		0,72	13,48%
					-	
					-	
					-	
					-	
					-	
					-	

TRANSPORTE **PARCIAL O** 0,72 13,48%

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	RENDIM R	COSTO C = A*B	%
Material de mejoramiento	m ³	1,20	0,26		0,31	5,81%
					-	
					-	

PARCIAL P 0,31 5,81%

TOTAL COSTOS DIRECTOS X = (M+N+O+P)	5,34	100,00%
INDIRECTOS Y UTILIDAD (%X)	15,00%	0,80
OTROS INDIRECTOS (%X)	-	
COSTO TOTAL DEL RUBRO	6,14	
VALOR PROPUESTO	6,14	



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS



Proyecto: Estudio de las condiciones actuales de la vía Condorahua desde el Calvario hasta Condorahua Grande, parroquia El Rosario, cantón Pelileo, provincia del Tungurahua y su incidencia en la calidad de vida de sus habitantes.

UBICACIÓN: Tungurahua - Pelileo

REALIZADO POR: Egrd. Pablo Xavier Santos Freire

Hoja: 12 de 17

Unidad: m³

RUBRO: Material de base clase 4 (incluido transporte)

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA/HORA B	COSTO HORA C = A*B	RENDIM R	COSTO D = C*R	%
Motoniveladora	1,00	35,00	35,00	0,014	0,02	0,17%
Rodillo vibratorio liso	1,00	25,00	25,00	0,014	0,35	2,94%
Camion cisterna	1,00	20,00	20,00	0,014	0,28	2,35%
Volqueta 8 m ³	1,00	20,00	20,00	0,014	0,28	2,35%
		-	-		-	
		-	-		-	

MANO DE OBRA **PARCIAL M** 0,93 7,81%

DESCRIPCION (CATEGORIA)	CANTIDAD A	JORNAL/HORA B	COSTO HORA C = A*B	RENDIM R	COSTO D = C*R	%
Operador 1	1,00	3,38	3,38	0,014	0,05	0,42%
Operador 2	1,00	3,21	3,21	0,014	0,04	0,34%
Chofer	2,00	4,36	8,72	0,014	0,12	1,01%
Ayudante de maquinaria	1,00	3,09	3,09	0,014	0,04	0,34%
Maestro de obra	1,00	3,38	3,38	0,014	0,05	0,42%
Peon	1,00	3,01	3,01	0,014	0,04	0,34%
		-	-		-	

MATERIALES **PARCIAL N** 0,34 2,87%

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	RENDIM R	COSTO C = A*B	%
BASE GRANULAR	m ³	1,200	8,60		10,32	86,72%
					-	
					-	
					-	
					-	
					-	

TRANSPORTE **PARCIAL O** 10,32 86,72%

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	RENDIM R	COSTO C = A*B	%
BASE GRANULAR	m ³	1,20	0,26		0,31	2,61%
					-	
					-	

PARCIAL P 0,31 2,61%

TOTAL COSTOS DIRECTOS X = (M+N+O+P) 11,90 100,01%

INDIRECTOS Y UTILIDAD (%X) 25,00% 2,98

OTROS INDIRECTOS (%X) -

COSTO TOTAL DEL RUBRO 14,88

VALOR PROPUESTO 14,88



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS



Proyecto: Estudio de las condiciones actuales de la vía Condorahua desde el Calvario hasta Condorahua Grande, parroquia El Rosario, cantón Pelileo, provincia del Tungurahua y su incidencia en la calidad de vida de sus habitantes.

UBICACIÓN: Tungurahua - Pelileo

REALIZADO POR: Egrd. Pablo Xavier Santos Freire

Hoja: 13 de 17

Unidad: m³

RUBRO: Transporte material de desalojo

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA/HORA B	COSTO HORA C = A*B	RENDIM R	COSTO D = C*R	%
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,01	1,27%
Volqueta 8 m ³	1,00	20,00	20,00	0,032	0,640	81,01%
		-	-		-	
		-	-		-	
		-	-		-	
		-	-		-	

MANO DE OBRA **PARCIAL M** 0,65 82,28%

DESCRIPCION (CATEGORIA)	CANTIDAD A	JORNAL/HORA B	COSTO HORA C = A*B	RENDIM R	COSTO D = C*R	%
Chofer EO C1	1,00	4,36	4,36	0,031	0,14	17,72%
		-	-		-	
		-	-		-	
		-	-		-	
		-	-		-	

MATERIALES **PARCIAL N** 0,14 17,72%

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	RENDIM R	COSTO C = A*B	%
					-	
					-	
					-	
					-	
					-	

TRANSPORTE **PARCIAL O** -

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	RENDIM R	COSTO C = A*B	%
					-	
					-	
					-	

PARCIAL P -

TOTAL COSTOS DIRECTOS X = (M+N+O+P)		0,79	100,00%
INDIRECTOS Y UTILIDAD (%X)	25,00%	0,20	
OTROS INDIRECTOS (%X)		-	
COSTO TOTAL DEL RUBRO		0,99	
VALOR PROPUESTO		0,99	



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS



Proyecto: Estudio de las condiciones actuales de la vía Condorahua desde el Calvario hasta Condorahua Grande, parroquia El Rosario, cantón Pelileo, provincia del Tungurahua y su incidencia en la calidad de vida de sus habitantes.

UBICACIÓN: Tungurahua - Pelileo

REALIZADO POR: Egrd. Pablo Xavier Santos Freire

Hoja: 14 de 17

Unidad: m²

RUBRO: Capa de rodadura hormigón asfáltico mezclado en planta, e=5" (incluido imprimación)

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA/HORA B	COSTO HORA C = A*B	RENDIM R	COSTO D = C*R	%
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,02	0,23%
PLT. de asfalto completa	1,00	160,00	160,00	0,005	0,80	9,38%
Cargadora frontal	1,00	35,00	35,00	0,005	0,18	2,11%
Terminadora de asfalto	1,00	65,00	65,00	0,005	0,33	3,87%
Rodillo vibratorio liso	1,00	25,00	25,00	0,005	0,13	1,52%
Rodillo vibratorio neumatico	1,00	25,00	25,00	0,005	0,13	1,52%
Distribuidor de asfalto	1,00	55,00	55,00	0,005	0,28	3,28%
Escoba mecanica	1,00	25,00	25,00	0,005	0,13	1,52%

MANO DE OBRA **PARCIAL M** 2,00 23,43%

DESCRIPCION (CATEGORIA)	CANTIDAD A	JORNAL/HORA B	COSTO HORA C = A*B	RENDIM R	COSTO D = C*R	%
Operador 1	2,00	3,38	6,76	0,005	0,03	0,35%
Operador 2	4,00	3,21	12,84	0,005	0,06	0,70%
Ayudante de maquinaria	5,00	3,09	15,45	0,005	0,08	0,94%
Peon	13,00	3,01	39,13	0,005	0,20	2,34%
Chofer	1,00	4,36	4,36	0,005	0,02	0,23%
		-	-		-	
		-	-		-	

MATERIALES **PARCIAL N** 0,39 4,56%

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	RENDIM R	COSTO C = A*B	%
Aafalto AP-3	kg	8,250	0,34		2,81	32,94%
Agregados triturados	m3	0,050	11,00		0,55	6,45%
Diesel generador planta	Gl	0,570	1,04		0,59	6,92%
Arena	m3	0,040	9,50		0,38	4,45%
Transporte mezcla asfaltica	m3/Kg	5,420	0,25		1,36	15,94%
Asfalto dilido RC-250	kg	1,100	0,34		0,37	4,34%
Diesel	Lt	0,330	0,24		0,08	0,94%
					-	

TRANSPORTE **PARCIAL O** 6,14 71,98%

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	RENDIM R	COSTO C = A*B	%
					-	
					-	
					-	
					-	

PARCIAL P

TOTAL COSTOS DIRECTOS X = (M+N+O+P)		8,53	99,97%
INDIRECTOS Y UTILIDAD (%X)	25,00%	2,13	
OTROS INDIRECTOS (%X)		-	
COSTO TOTAL DEL RUBRO		10,66	
VALOR PROPUESTO		10,66	



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS



Proyecto: Estudio de las condiciones actuales de la vía Condorahua desde el Calvario hasta Condorahua Grande, parroquia El Rosario, cantón Pelileo, provincia del Tungurahua y su incidencia en la calidad de vida de sus habitantes.

UBICACIÓN: Tungurahua - Pelileo

REALIZADO POR: Egrd. Pablo Xavier Santos Freire

Hoja: 15 de 17

Unidad: Km

RUBRO: Señalización Horizontal

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA/HORA B	COSTO HORA C = A*B	RENDIM R	COSTO D = C*R	%
Herramienta Menor 5% de M.O.		-	-		4,11	1,07%
Mecanismo rociador	1,00	7,50	7,50	3,200	24,00	6,26%
Camioneta 2000CC	1,00	8,00	8,00	3,200	25,60	6,68%
		-	-		-	
		-	-		-	

MANO DE OBRA **PARCIAL M** 53,71 14,01%

DESCRIPCION (CATEGORIA)	CANTIDAD A	JORNAL/HORA B	COSTO HORA C = A*B	RENDIM R	COSTO D = C*R	%
Chofer profesional licencia tipo C	1,00	4,36	4,36	3,200	13,95	3,64%
Pintor	2,00	3,05	6,10	3,200	19,52	5,10%
Ayudante en general	4,00	3,01	12,04	3,200	38,53	10,06%
Maestro de obra	1,00	3,21	3,21	3,200	10,27	2,68%
		-	-		-	
		-	-		-	

MATERIALES **PARCIAL N** 82,27 21,48%

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	RENDIM R	COSTO C = A*B	%
Pintura de tráfico	Gl	2,500	30,60		76,50	19,97%
Thinner comercial (diluyente tecni thiñer laca)	Lt	4,000	2,03		8,12	2,12%
Fibra de vidrio - microesferas 25 kg	u	2,500	65,00		162,50	42,42%
					-	
					-	
					-	
					-	

TRANSPORTE **PARCIAL O** 247,12 64,51%

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	RENDIM R	COSTO C = A*B	%
					-	
					-	
					-	
					-	

PARCIAL P

TOTAL COSTOS DIRECTOS X = (M+N+O+P)	383,10	100,00%
INDIRECTOS Y UTILIDAD (%X 25,00%)	95,78	
OTROS INDIRECTOS (%X)	-	
COSTO TOTAL DEL RUBRO	478,88	
VALOR PROPUESTO	478,88	



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS



Proyecto: Estudio de las condiciones actuales de la vía Condorahua desde el Calvario hasta Condorahua Grande, parroquia El Rosario, cantón Pelileo, provincia del Tungurahua y su incidencia en la calidad de vida de sus habitantes.

UBICACIÓN: Tungurahua - Pelileo

REALIZADO POR: Egrd. Pablo Xavier Santos Freire

Hoja: 16 de 17

Unidad: u

RUBRO: Señalización vertical informativa (2.40X1.20)m
EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA/HORA B	COSTO HORA C = A*B	RENDIM R	COSTO D = C*R	%	
Herramienta Menor 5% de M.O.		-	-		2,33	1,15%	
Soldadora electrica	1,00	3,00	3,00	3,00	9,00	4,45%	
		-	-		-		
		-	-		-		
		-	-		-		
		-	-		-		
MANO DE OBRA					PARCIAL M	11,33	5,60%
DESCRIPCION (CATEGORIA)	CANTIDAD A	JORNAL/HORA B	COSTO HORA C = A*B	RENDIM R	COSTO D = C*R	%	
Albañil/carpintero EO D2	1,00	3,05	3,05	3,00	9,15	4,52%	
Peon EO E2	2,00	3,01	6,02	3,00	18,06	8,93%	
Maestro de obra EO C1	1,00	3,38	3,38	3,00	10,14	5,01%	
Pintor EO D2	1,00	3,05	3,05	3,00	9,15	4,52%	
		-	-		-		
		-	-		-		
		-	-		-		
MATERIALES					PARCIAL N	46,50	22,98%
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	RENDIM R	COSTO C = A*B	%	
Lamina de tool galv. (2.44 X 1.22)	u	1,000	43,50		43,50	21,50%	
Tubo cuadrado. galva. 2"*2"*2 mm	m	6,000	4,13		24,78	12,25%	
Pernos inoxidables	u	4,000	0,50		2,00	0,99%	
Hormigon clase B fc= 180 Kg/cm2	m3	0,140	160,00		22,40	11,07%	
Tubo cuadrado negro 1"*1"*1.5 m	m	9,760	1,42		13,86	6,85%	
Pintura anticorrosiva	Gl	0,200	16,00		3,20	1,58%	
Pintura reflexiva	Gl	1,000	25,00		25,00	12,36%	
Electodos	Kg	2,880	3,38		9,73	4,81%	
					-		
TRANSPORTE					PARCIAL O	144,47	71,41%
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	RENDIM R	COSTO C = A*B	%	
					-		
					-		
					-		
PARCIAL P					-		
TOTAL COSTOS DIRECTOS X = (M+N+O+P)					202,30	99,99%	
INDIRECTOS Y UTILIDAD (%X)					25,00%	50,58	
OTROS INDIRECTOS (%X)					-		
COSTO TOTAL DEL RUBRO					252,88		
VALOR PROPUESTO					252,88		



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS



Proyecto: Estudio de las condiciones actuales de la vía Condorahua desde el Calvario hasta Condorahua Grande, parroquia El Rosario, cantón Pelileo, provincia del Tungurahua y su incidencia en la calidad de vida de sus habitantes.

UBICACIÓN: Tungurahua - Pelileo

REALIZADO POR: Egrd. Pablo Xavier Santos Freire

Hoja: 17 de 17

Unidad: u

RUBRO: Señalización vertical reglamentaria (0,75 x 0,75) m

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA/HORA B	COSTO HORA C = A*B	RENDIM R	COSTO D = C*R	%
Herramienta Menor 5% de M.O.		-	-		1,55	1,50%
Soldadora electrica	1,00	3,00	3,00	2,00	6,00	5,79%
		-	-		-	
		-	-		-	
		-	-		-	
		-	-		-	

MANO DE OBRA **PARCIAL M** 7,55 7,29%

DESCRIPCION (CATEGORIA)	CANTIDAD A	JORNAL/HORA B	COSTO HORA C = A*B	RENDIM R	COSTO D = C*R	%
Albañil/carpintero EO D2	1,00	3,38	3,38	2,00	6,76	6,53%
Peon EO E2	1,00	3,05	3,05	2,00	6,10	5,89%
Maestro de obra EO C1	2,00	3,01	6,02	2,00	12,04	11,62%
Pintor EO D2	1,00	3,05	3,05	2,00	6,10	5,89%
		-	-		-	
		-	-		-	

MATERIALES **PARCIAL N** 31,00 29,93%

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	RENDIM R	COSTO C = A*B	%
Lamina de tool galv. (2.44 X 1.22)	u	0,563	14,64		8,24	7,95%
Tubo cuadrado. galva. 2"*2"*2 mm	m	3,000	4,13		12,39	11,96%
Pernos inoxidables	u	2,000	0,50		1,00	0,97%
Hormigon clase B f'c= 180 Kg/cm2	m3	0,070	160,00		11,20	10,81%
Tubo cuadrado negro 1"*1"*1.5 m	m	3,200	1,75		5,60	5,41%
Pintura anticorrosiva	Gl	0,080	16,00		1,28	1,24%
Pintura reflexiva	Gl	1,000	25,00		25,00	24,13%
Electodos	Kg	0,100	3,38		0,34	0,33%
					-	

TRANSPORTE **PARCIAL O** 65,05 62,80%





DESCRIPCIO	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	RENDIM R	COSTO C = A*B	%
					-	
					-	
					-	





PARCIAL P

TOTAL COSTOS DIRECTOS X = (M+N+O+P)	103,60	100,02%
INDIRECTOS Y UTILIDAD 25,00%	25,90	
OTROS INDIRECTOS (%X)	-	
COSTO TOTAL DEL RUBRO	129,50	
VALOR PROPUESTO	129,50	

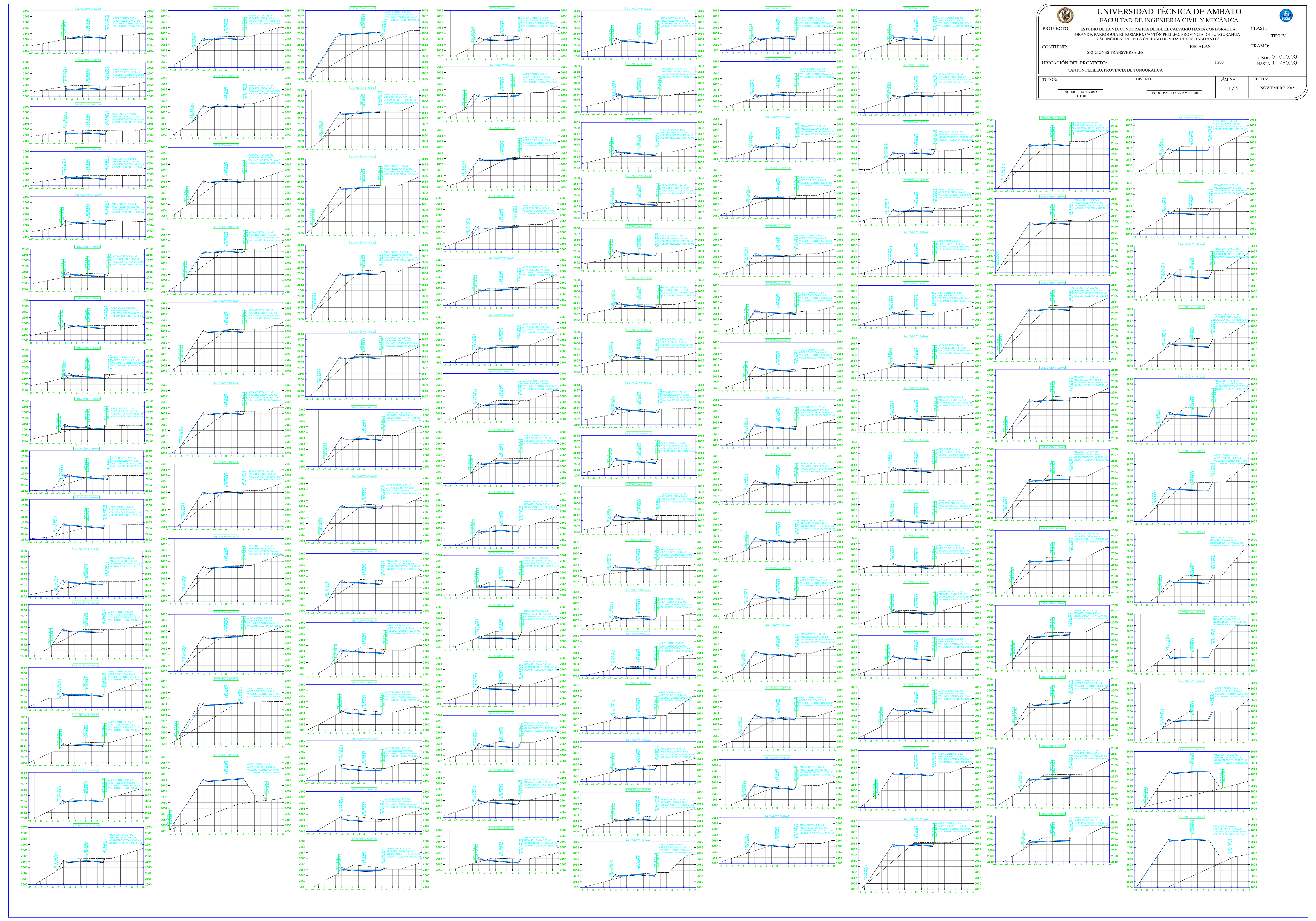
I. INVENTARIO DE SEÑALÉTICA VERTICAL

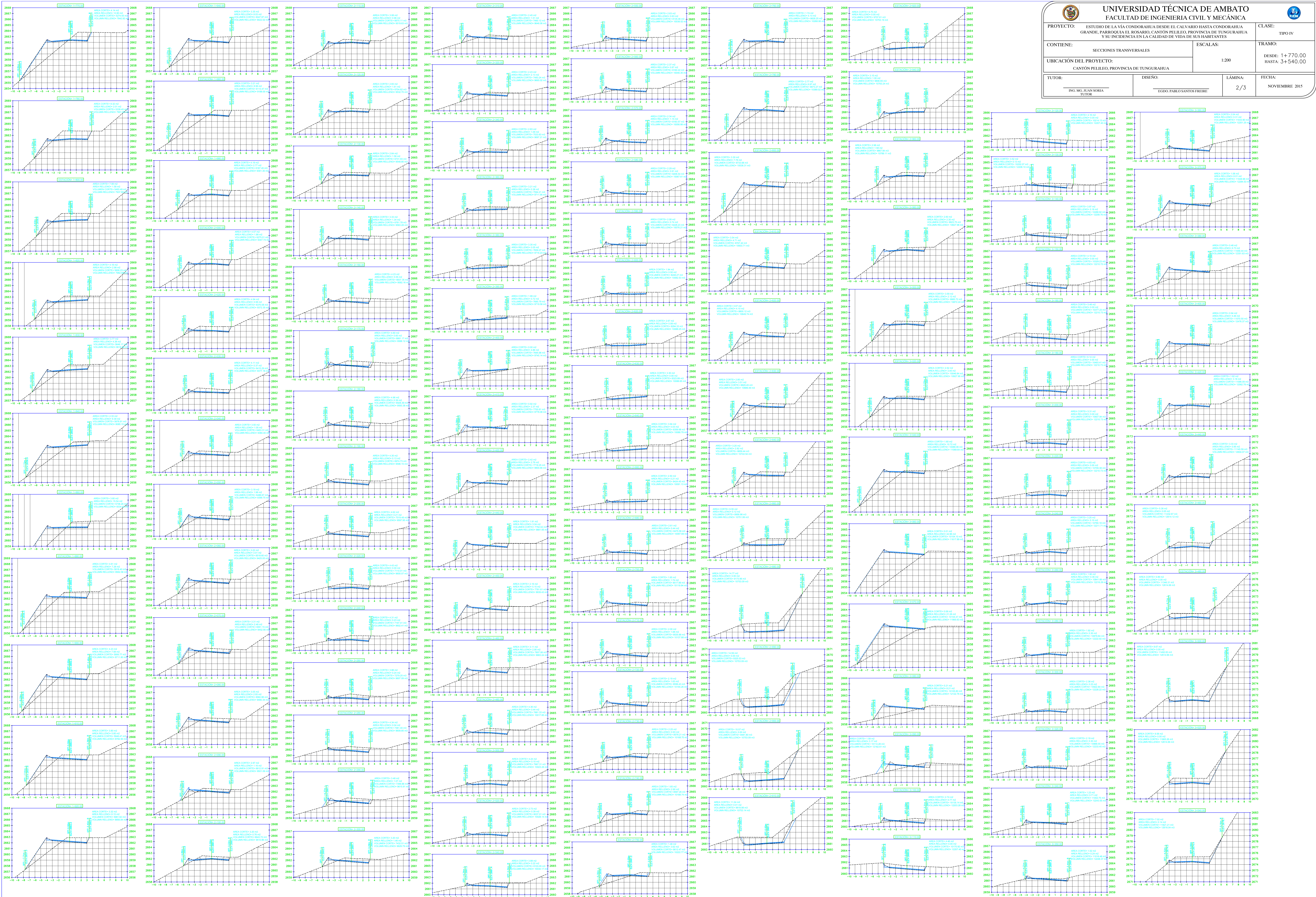
0+100	P1-2D	Reglamentaria preventiva		curva abierta derecha, carril derecho
0+180	P1-2I	Reglamentaria preventiva		curva abierta izquierda, carril izquierdo
0+220	R4-1	Reglamentaria preventiva		límite máximo de velocidad 35Km/h, carril derecho
0+360	T1-U	informativa propósitos especiales		adelante trabajo en vías, carril derecho
0+380	P1-1I	Reglamentaria preventiva		curva cerrada izquierda, carril derecho
0+384	D6-1I	informativa delineadora		curva izquierda, carril derecho
0+420	D6-1D	informativa delineadora		curva derecha, carril derecho
0+440	P1-1D	Reglamentaria preventiva		curva cerrada izquierda, carril izquierdo
0+540	P1-3D	Reglamentaria preventiva		curva y contra curva derecha-izquierda, carril derecho
0+560	D6-1D	informativa delineadora		curva derecha, carril izquierdo
0+640	P1-3D	Reglamentaria preventiva		curva y contra curva derecha-izquierda, carril izquierdo
0+640	D6-1D	informativa delineadora		curva derecha, carril derecho
0+800	P1-2D	Reglamentaria preventiva		curva abierta derecha, carril derecho
0+920	P1-2I	Reglamentaria preventiva		curva abierta izquierda, carril izquierdo
1+080	R4-1	Reglamentaria preventiva		límite máximo de velocidad 35Km/h, carril derecho
1+320	P1-2D	Reglamentaria preventiva		curva abierta derecha, carril derecho
1+380	P1-2I	Reglamentaria preventiva		curva abierta izquierda, carril izquierdo
1+700	T1-U	informativa propósitos especiales		adelante trabajo en vías, carril derecho
1+720	P1-1I	Reglamentaria preventiva		curva cerrada izquierda, carril derecho


1+740	D6-1I	informativa delineadora		curva izquierda, carril derecho
1+760	D6-1D	informativa delineadora		curva derecha, carril derecho
1+780	P1-1D	Reglamentaria preventiva		curva cerrada derecha, carril izquierdo
1+900	P1-2D	Reglamentaria preventiva		curva abierta derecha, carril derecho
1+920	P1-2I	Reglamentaria preventiva		curva abierta izquierda, carril izquierdo
1+920	D6-1D	informativa delineadora		curva derecha, carril izquierdo
2+380	P1-2I	Reglamentaria preventiva		curva abierta izquierda, carril derecho
2+460	P1-2I	Reglamentaria preventiva		curva abierta izquierda, carril izquierdo
2+860	P1-1I	Reglamentaria preventiva		curva cerrada izquierda, carril derecho
2+880	D6-1I	informativa delineadora		curva izquierda, carril derecho
2+900	D6-1D	informativa delineadora		curva derecha, carril derecho
2+920	P1-1D	Reglamentaria preventiva		curva cerrada izquierda, carril izquierdo
3+060	P1-2D	Reglamentaria preventiva		curva abierta derecha, carril derecho
3+180	P1-2I	Reglamentaria preventiva		curva abierta izquierda, carril izquierdo
3+860	P1-1I	Reglamentaria preventiva		curva cerrada izquierda, carril derecho
3+150	ER1-1	informativa		Zona escolar
3+260	ER1-1	informativa		Zona escolar
3+940	P1-1D	Reglamentaria preventiva		curva cerrada izquierda, carril izquierdo
4+340	P1-2D	Reglamentaria preventiva		curva abierta derecha, carril derecho
4+440	P1-2I	Reglamentaria preventiva		curva abierta izquierda, carril izquierdo
4+740	P1-1I	Reglamentaria preventiva		curva cerrada izquierda, carril derecho
4+840	P1-1I	Reglamentaria preventiva		curva cerrada izquierda, carril izquierdo

4+920	P6-2	Reglamentaria preventiva		reductor de velocidad
4+967	R4-1	Reglamentaria		Pare
4+967	ER1-2	informativa		Zona escolar/peatonal
4+967	I1-5b1	informativa		Salida

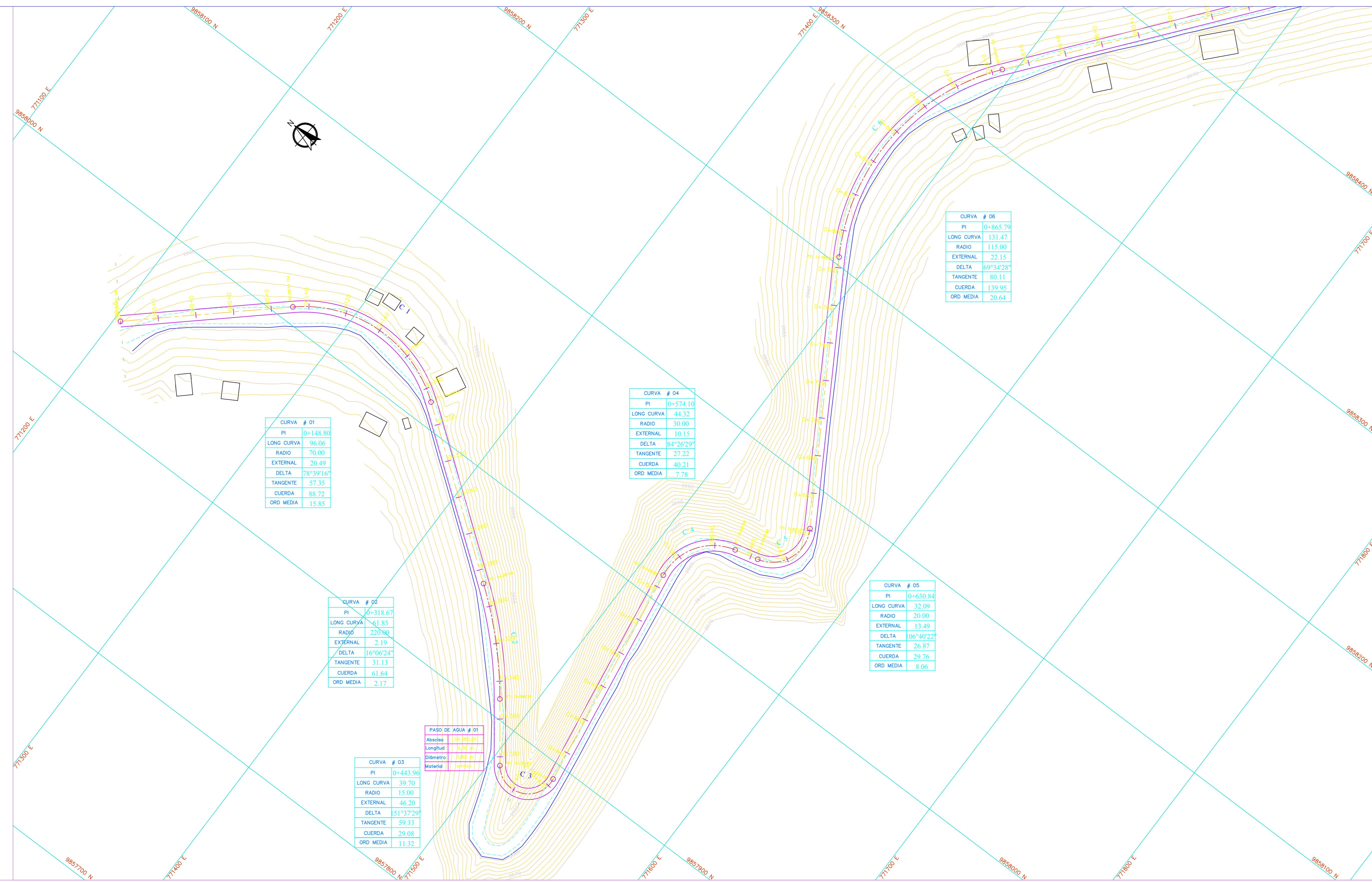
J. PLANOS



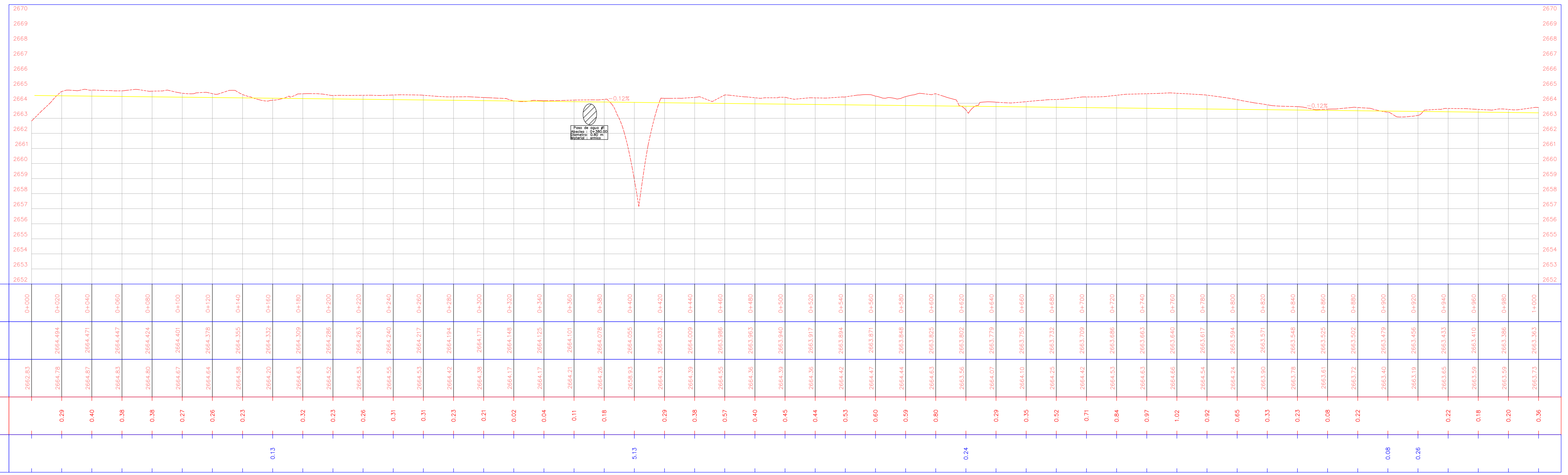
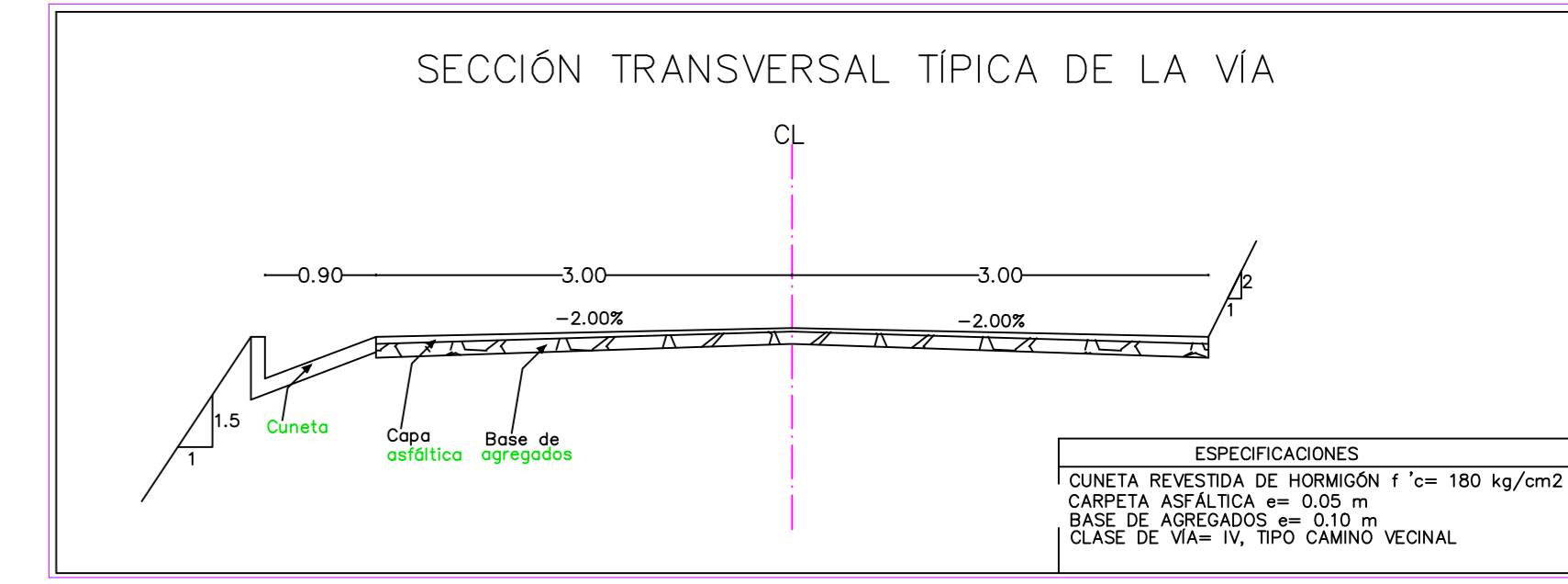


 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		
PROYECTO: ESTUDIO DE LA VÍA CONDORHUA DESDE EL CALVARIO HASTA CONDORHUA GRANDE, PARROQUIA EL ROSARIO, CANTÓN PELLEJO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA Y SU INCIDENCIA EN LA CALIDAD DE VIDA DE SUS HABITANTES		CLASE: TIPO IV
CONTIENE: SECCIONES TRANSVERSALES		TRAMO: DESDE 3+560.00 HASTA 4+960.00
UBICACIÓN DEL PROYECTO: CANTÓN PELLEJO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA		ESCALAS: 1:200
TUTOR: ING. M.C. JUAN SORIA	DISEÑO: EGO PABLO SANTOS FREIRE	FECHA: NOVIEMBRE 2015
		LÁMINA: 3/3





ESTACION	PROYECCION	RADIO	DELTA	PI	LONG CURVA	EXTERNAL	TANGENTE	QUERDA	ORD MEDIA
0+000	0+000	100	90	0+000	100	0	0	0	0
0+005	0+005	100	90	0+005	100	0	0	0	0
0+010	0+010	100	90	0+010	100	0	0	0	0
0+015	0+015	100	90	0+015	100	0	0	0	0
0+020	0+020	100	90	0+020	100	0	0	0	0
0+025	0+025	100	90	0+025	100	0	0	0	0
0+030	0+030	100	90	0+030	100	0	0	0	0
0+035	0+035	100	90	0+035	100	0	0	0	0
0+040	0+040	100	90	0+040	100	0	0	0	0
0+045	0+045	100	90	0+045	100	0	0	0	0
0+050	0+050	100	90	0+050	100	0	0	0	0
0+055	0+055	100	90	0+055	100	0	0	0	0
0+060	0+060	100	90	0+060	100	0	0	0	0
0+065	0+065	100	90	0+065	100	0	0	0	0
0+070	0+070	100	90	0+070	100	0	0	0	0
0+075	0+075	100	90	0+075	100	0	0	0	0
0+080	0+080	100	90	0+080	100	0	0	0	0
0+085	0+085	100	90	0+085	100	0	0	0	0
0+090	0+090	100	90	0+090	100	0	0	0	0
0+095	0+095	100	90	0+095	100	0	0	0	0
0+100	0+100	100	90	0+100	100	0	0	0	0



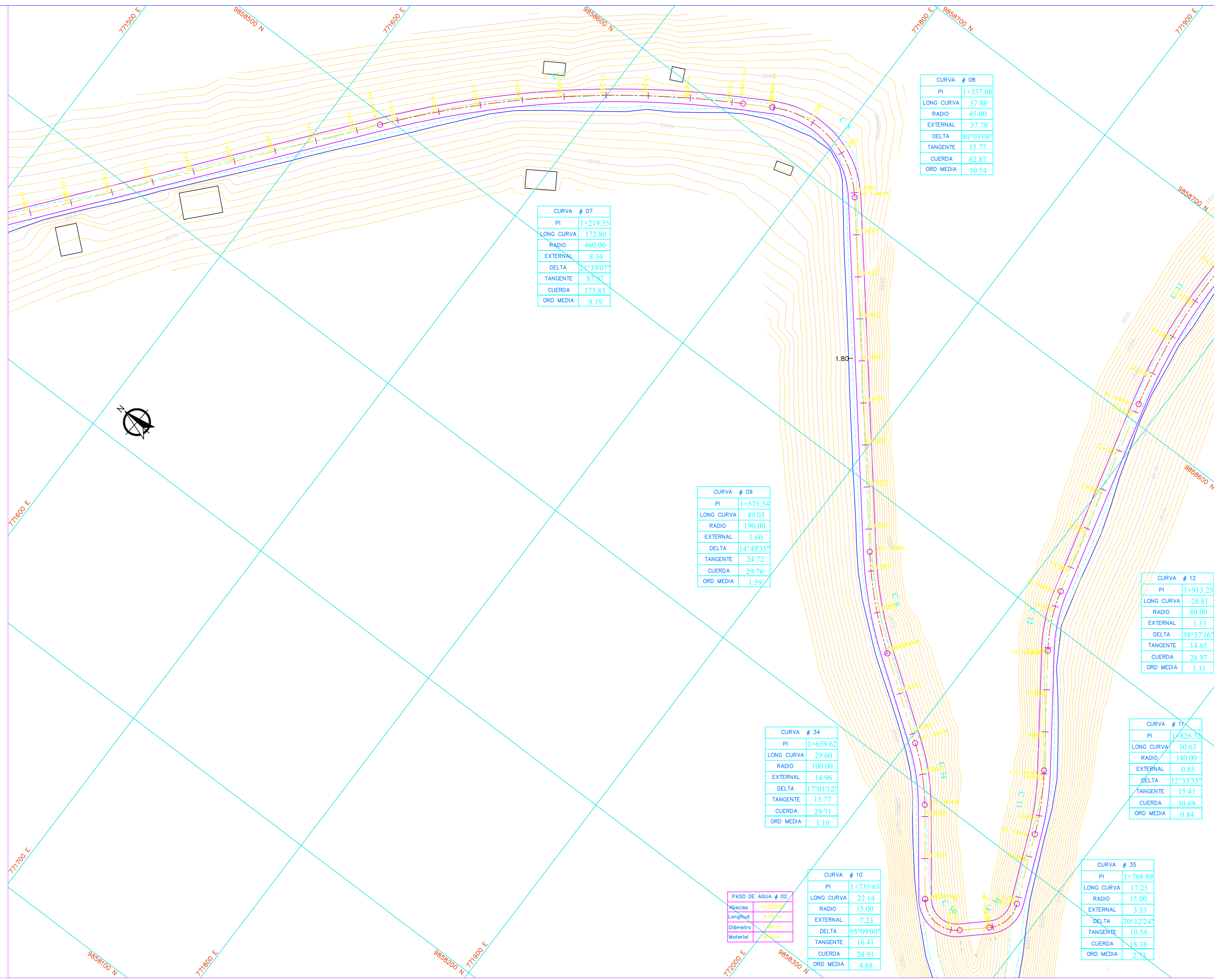
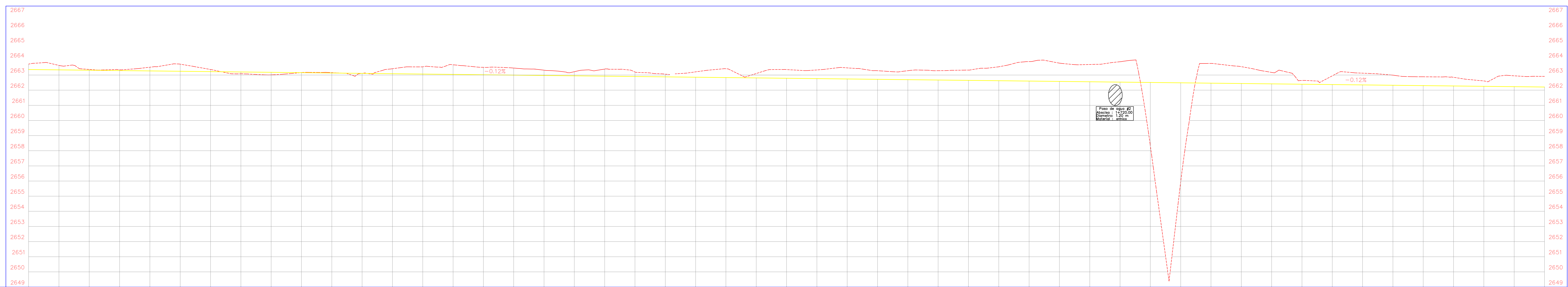
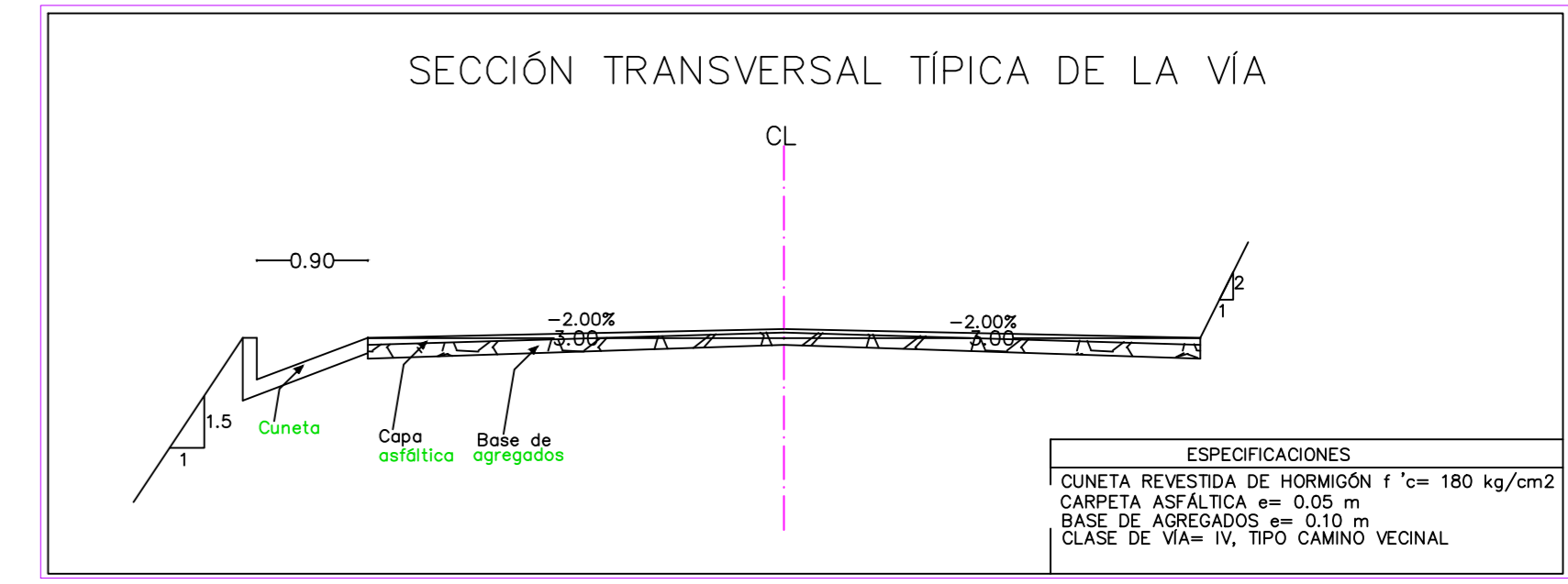


TABLA DE ELEMENTOS DE CURVA

CURVA	INICIO	FIN	R	E	DELTA	T	C	ORD
06	1357.08	1414.96	45.00	137.30	80°03'08"	15.77	62.87	10.54
07	1219.35	1392.15	460.00	8.34	2°39'07"	87.42	173.83	8.19
09	1573.54	1603.57	190.00	1.60	14°49'35"	24.72	29.76	1.51
10	1735.63	1757.77	15.00	7.23	95°09'00"	18.41	24.91	4.88
12	1913.25	1942.06	30.00	1.33	35°27'16"	14.65	28.97	1.31
13	226.72	257.35	140.00	0.55	12°13'23"	15.41	30.69	0.84
14	1768.89	1881.13	15.00	3.33	70°12'24"	10.54	12.33	2.72
15	226.72	257.35	140.00	0.55	12°13'23"	15.41	30.69	0.84
34	659.62	689.22	100.00	14.06	17°01'12"	15.77	29.71	1.10
35	1768.89	1881.13	15.00	3.33	70°12'24"	10.54	12.33	2.72
36	1768.89	1881.13	15.00	3.33	70°12'24"	10.54	12.33	2.72



ABSCISADO	COTA PROYECTO	COTA TERRENO	CORTE	RELLENO
1+000	2663.363	2663.73	0.36	
1+020	2663.340	2663.64	0.30	
1+040	2663.317	2663.37	0.05	
1+060	2663.294	2663.35	0.06	
1+080	2663.271	2663.32	0.25	
1+100	2663.248	2663.32	0.47	
1+120	2663.225	2663.37	0.14	
1+140	2663.202	2663.08	0.12	
1+160	2663.179	2663.01	0.17	
1+180	2663.156	2663.16	0.01	
1+200	2663.133	2663.16	0.02	
1+220	2663.110	2663.11	0.00	
1+240	2663.087	2663.42	0.33	
1+260	2663.064	2663.35	0.48	
1+280	2663.040	2663.08	0.64	
1+300	2663.017	2663.31	0.49	
1+320	2662.994	2663.46	0.47	
1+340	2662.971	2663.32	0.35	
1+360	2662.948	2663.22	0.27	
1+380	2662.925	2663.39	0.47	
1+400	2662.902	2663.20	0.30	
1+420	2662.879	2663.06	0.18	
1+440	2662.856	2663.21	0.35	
1+460	2662.833	2663.41	0.58	
1+480	2662.810	2663.10	0.29	
1+500	2662.787	2663.36	0.57	
1+520	2662.764	2663.34	0.57	
1+540	2662.741	2663.37	0.73	
1+560	2662.718	2663.29	0.57	
1+580	2662.694	2663.29	0.59	
1+600	2662.671	2663.29	0.62	
1+620	2662.648	2663.33	0.68	
1+640	2662.625	2663.35	0.92	
1+660	2662.602	2663.89	1.29	
1+680	2662.579	2663.79	1.21	
1+700	2662.556	2663.70	1.14	
1+720	2662.533	2663.88	1.35	
1+740	2662.510	2663.31	4.20	
1+760	2662.487	2663.34	6.55	
1+780	2662.464	2663.77	1.30	
1+800	2662.441	2663.55	1.11	
1+820	2662.418	2663.17	0.76	
1+840	2662.395	2662.64	0.25	
1+860	2662.372	2662.85	0.98	
1+880	2662.349	2663.12	0.78	
1+900	2662.325	2662.89	0.67	
1+920	2662.302	2662.88	0.98	
1+940	2662.279	2662.85	0.57	
1+960	2662.256	2662.61	0.35	
1+980	2662.233	2662.95	0.72	
2+000	2662.210	2662.91	0.70	

PERFIL VÍA CONDORAHUA, DESDE EL CALVARIO HASTA CONDORAHUA GRANDE

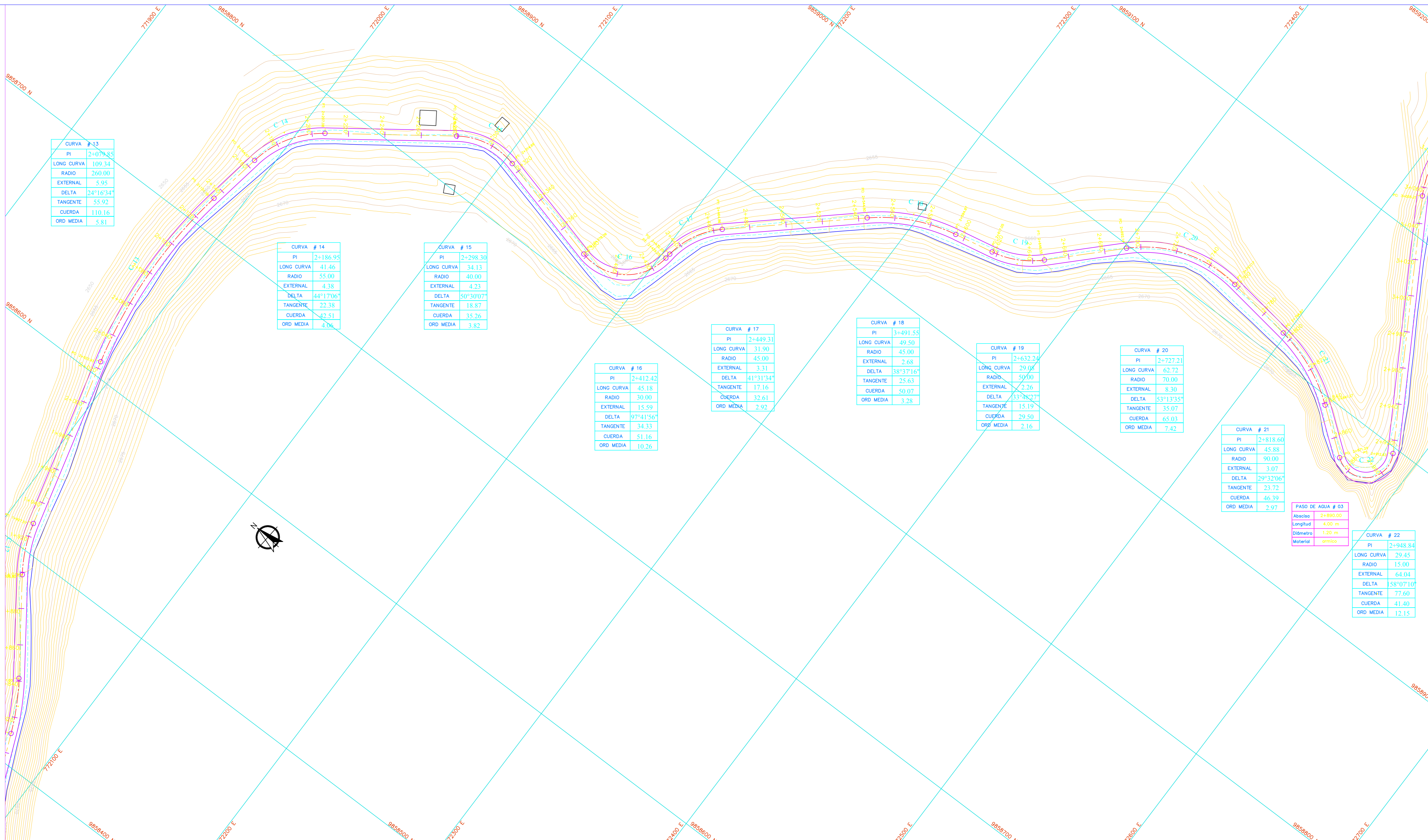
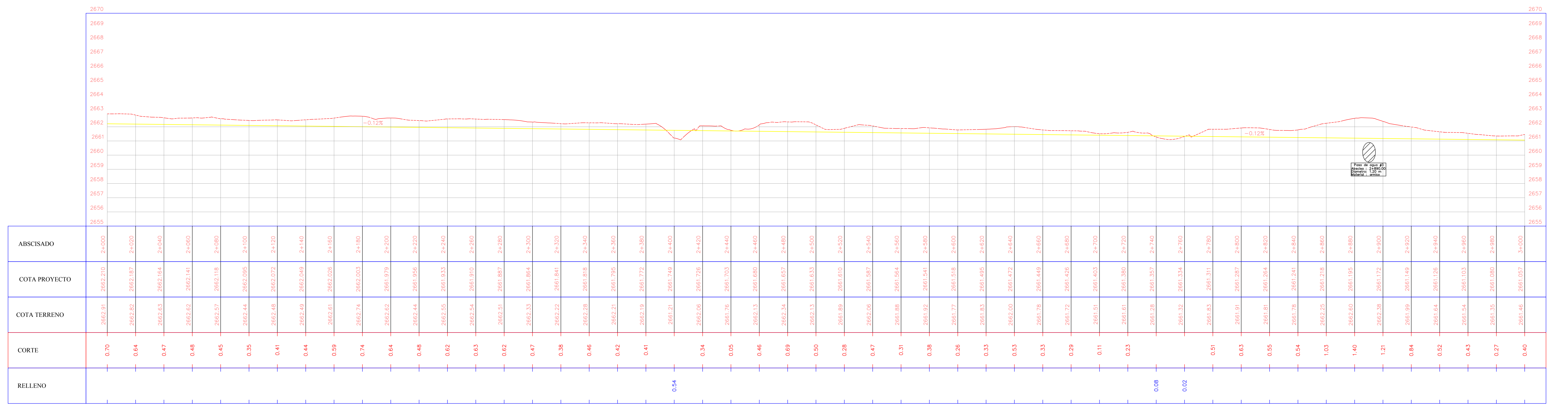
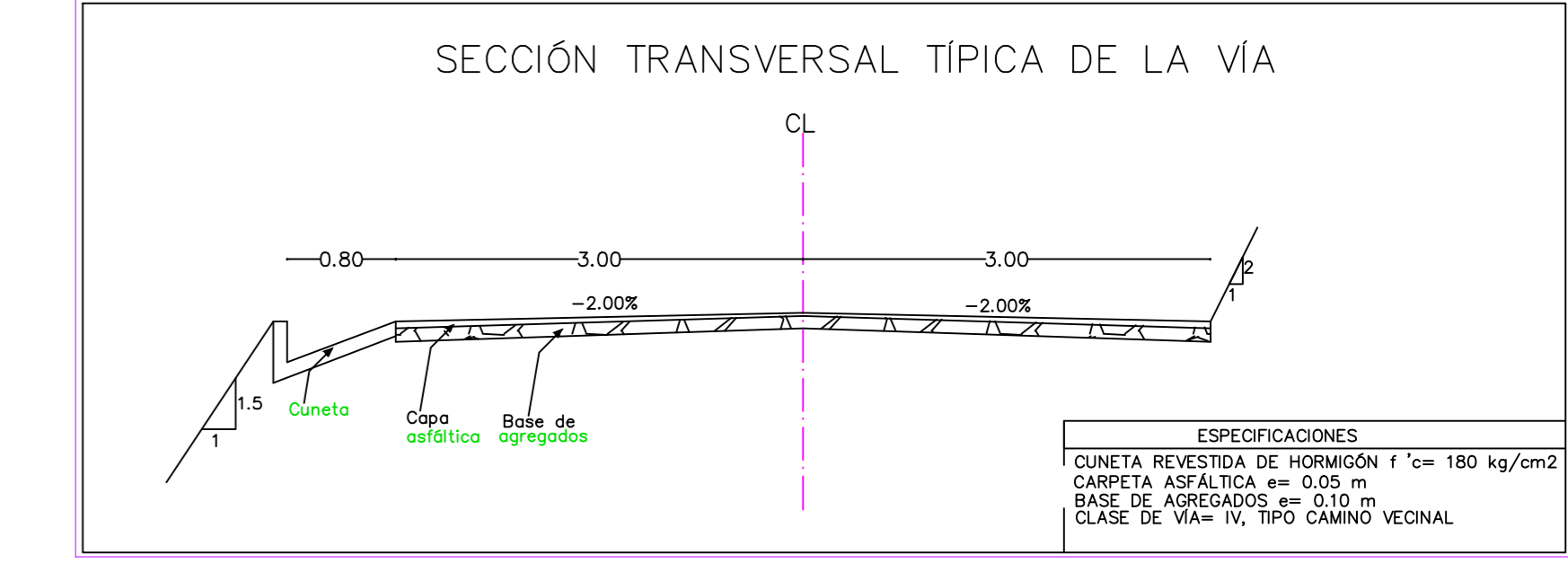
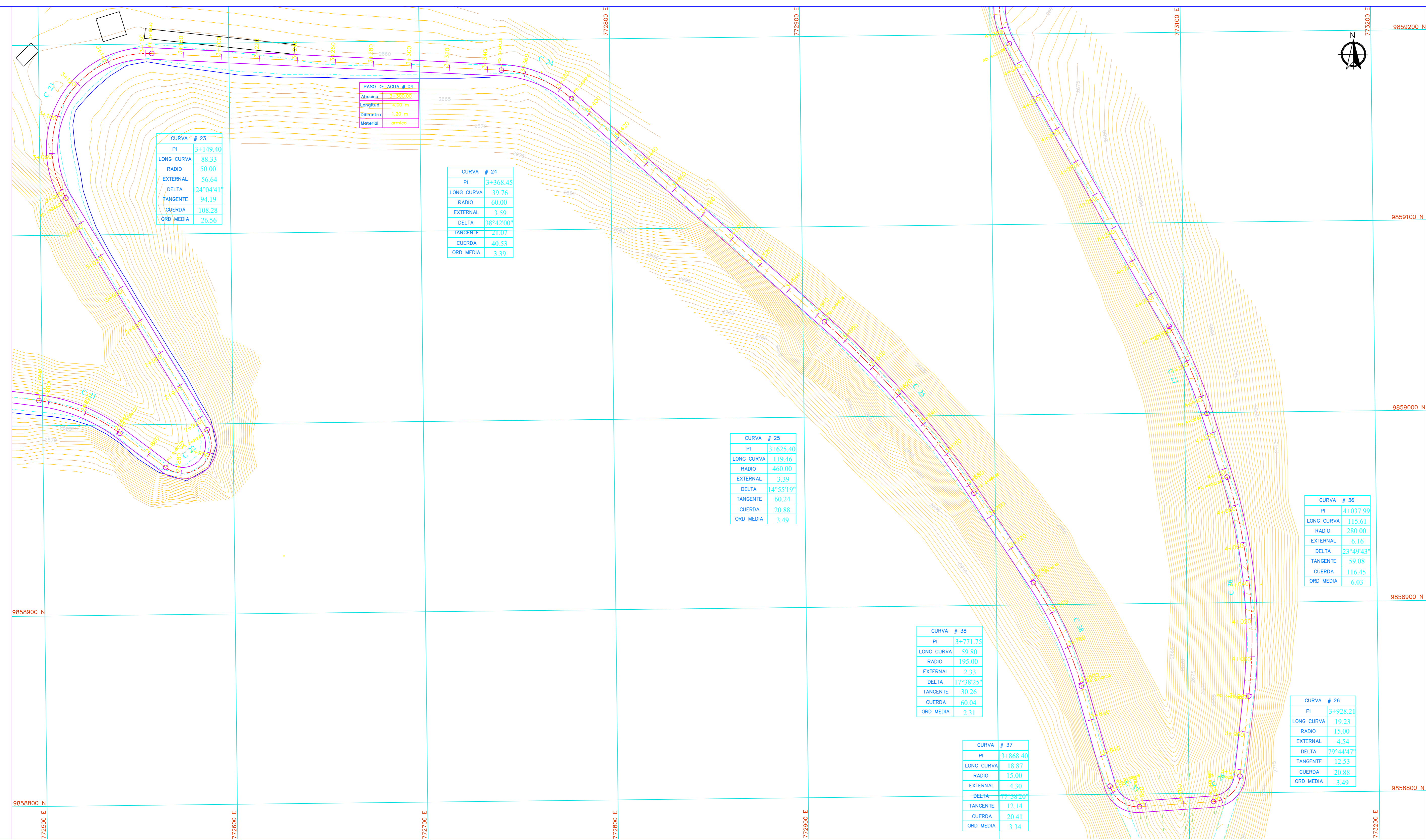


TABLA DE ELEMENTOS DE CURVA

ESTACION	PI	LONG CURVA	RADIO	EXTERNAL	DELTA	TANGENTE	CUERDA	ORD MEDIA
2+070.95	2+070.95	109.34	260.00	5.95	24°16'34"	55.92	110.16	5.91
2+186.95	2+186.95	41.46	55.00	4.38	44°17'06"	23.38	42.41	4.76
2+298.30	2+298.30	34.13	40.00	4.23	50°30'07"	18.87	35.26	3.82
2+412.42	2+412.42	45.18	30.00	15.99	27°54'56"	34.33	51.16	10.26
2+449.31	2+449.31	31.90	45.00	3.31	41°31'34"	17.16	32.61	2.92
2+491.55	2+491.55	49.50	45.00	3.68	38°37'16"	25.63	50.07	3.28
2+632.24	2+632.24	29.60	50.00	2.25	70°26'27"	15.19	29.50	2.16
2+727.21	2+727.21	62.72	70.00	8.30	53°11'35"	35.07	65.03	7.42
2+818.66	2+818.66	45.88	90.00	3.07	29°23'06"	23.72	46.39	2.97
2+948.84	2+948.84	29.45	15.00	64.04	58°07'10"	73.60	41.40	12.15





CURVA # 23

PI	3+1149.40
LONG CURVA	58.33
RADIO	50.00
DELTA	24°04'41"
TANGENTE	54.19
CUERDA	108.26
ORD MEDIA	26.56

CURVA # 24

PI	3+1368.45
LONG CURVA	39.76
RADIO	60.00
DELTA	18°42'00"
TANGENTE	21.37
CUERDA	40.53
ORD MEDIA	3.39

CURVA # 25

PI	3+625.40
LONG CURVA	119.46
RADIO	460.00
DELTA	14°55'10"
TANGENTE	60.24
CUERDA	20.88
ORD MEDIA	3.49

CURVA # 38

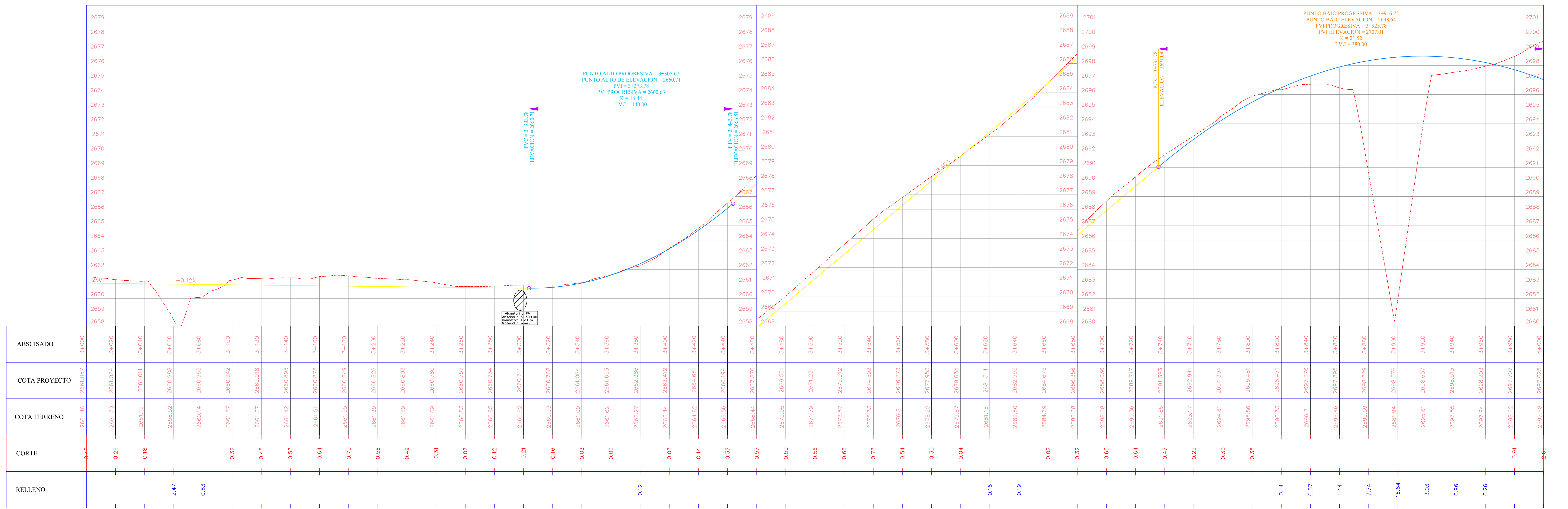
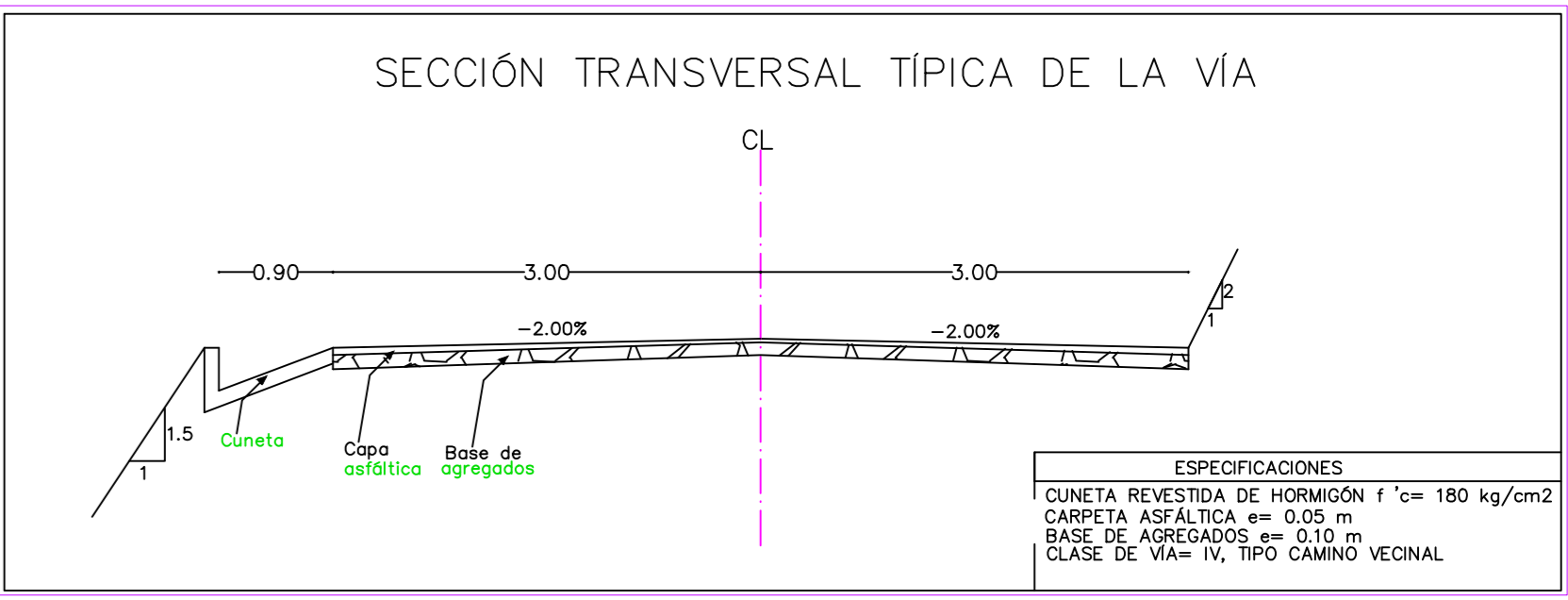
PI	3+771.75
LONG CURVA	59.80
RADIO	195.00
DELTA	2°33'
TANGENTE	17°32'25"
CUERDA	30.26
ORD MEDIA	2.31

CURVA # 36

PI	3+037.99
LONG CURVA	115.61
RADIO	280.00
DELTA	7°20'45"
TANGENTE	39.08
CUERDA	116.45
ORD MEDIA	6.03

TABLA DE ELEMENTOS DE CURVA

PI	LONG CURVA	RADIO	DELTA	TANGENTE	CUERDA	ORD MEDIA
3+1149.40	58.33	50.00	24°04'41"	54.19	108.26	26.56
3+1368.45	39.76	60.00	18°42'00"	21.37	40.53	3.39
3+625.40	119.46	460.00	14°55'10"	60.24	20.88	3.49
3+771.75	59.80	195.00	2°33'	17°32'25"	30.26	2.31
3+037.99	115.61	280.00	7°20'45"	39.08	116.45	6.03
3+424.21	19.23	15.00	79°44'47"	12.14	20.88	3.49
3+625.40	119.46	460.00	14°55'10"	60.24	20.88	3.49
3+771.75	59.80	195.00	2°33'	17°32'25"	30.26	2.31
3+868.00	106.25	420.00	11°52'00"	52.00	20.88	3.49
3+964.25	102.00	380.00	12°00'00"	50.00	20.88	3.49
4+060.50	97.75	340.00	12°08'00"	48.00	20.88	3.49
4+156.75	93.50	300.00	12°16'00"	46.00	20.88	3.49
4+253.00	89.25	260.00	12°24'00"	44.00	20.88	3.49
4+349.25	85.00	220.00	12°32'00"	42.00	20.88	3.49
4+445.50	80.75	180.00	12°40'00"	40.00	20.88	3.49
4+541.75	76.50	140.00	12°48'00"	38.00	20.88	3.49
4+638.00	72.25	100.00	12°56'00"	36.00	20.88	3.49
4+734.25	68.00	60.00	13°04'00"	34.00	20.88	3.49
4+830.50	63.75	20.00	13°12'00"	32.00	20.88	3.49
4+926.75	59.50	0.00	13°20'00"	30.00	20.88	3.49



PERFIL VÍA CONDORAHUA, DESDE EL CALVARIO HASTA CONDORAHUA GRANDE

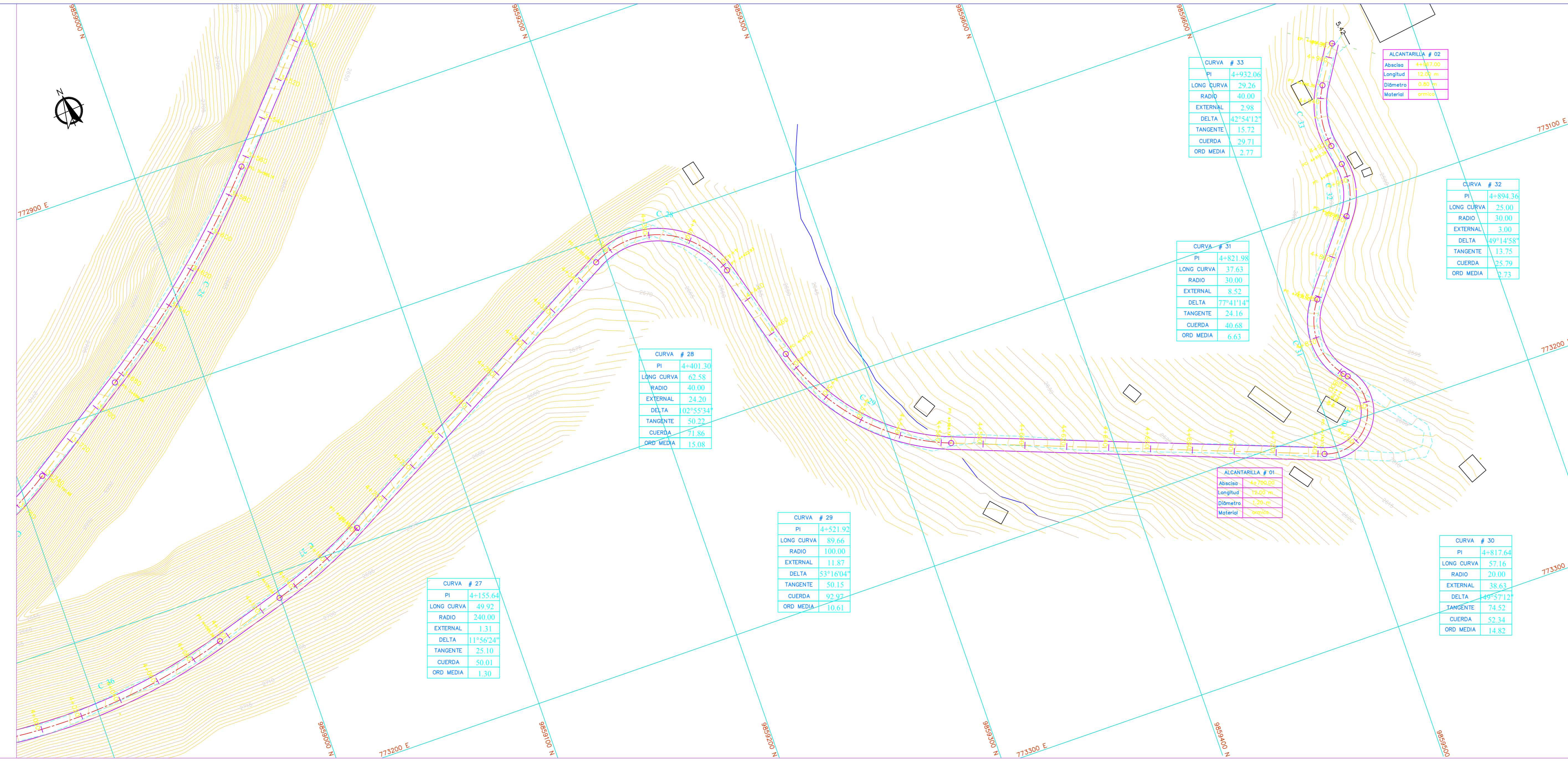
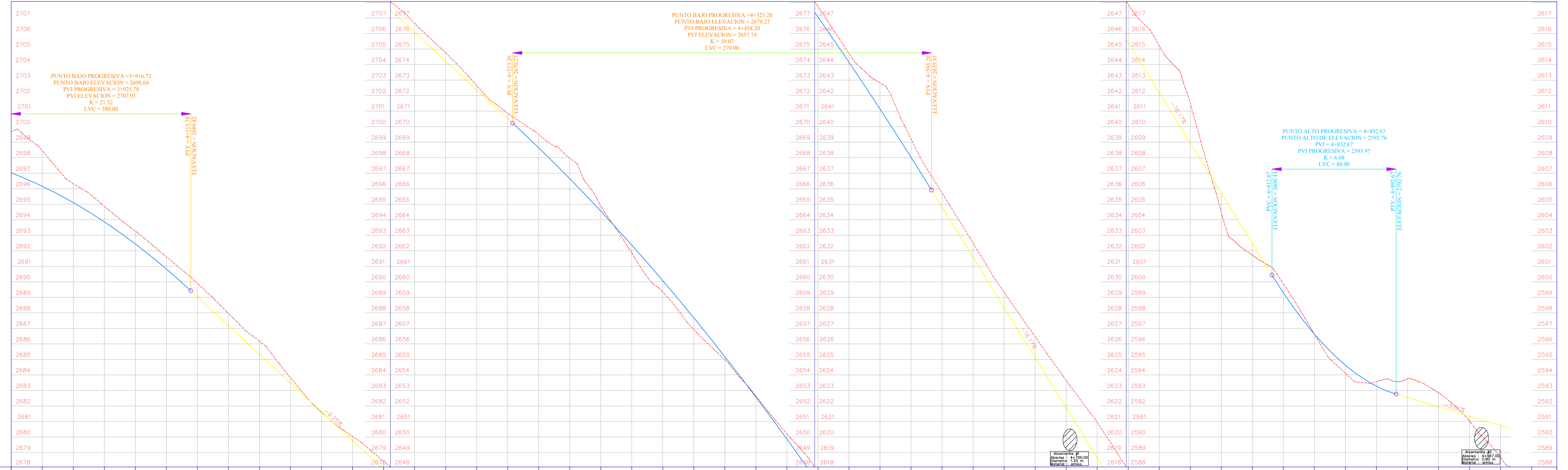
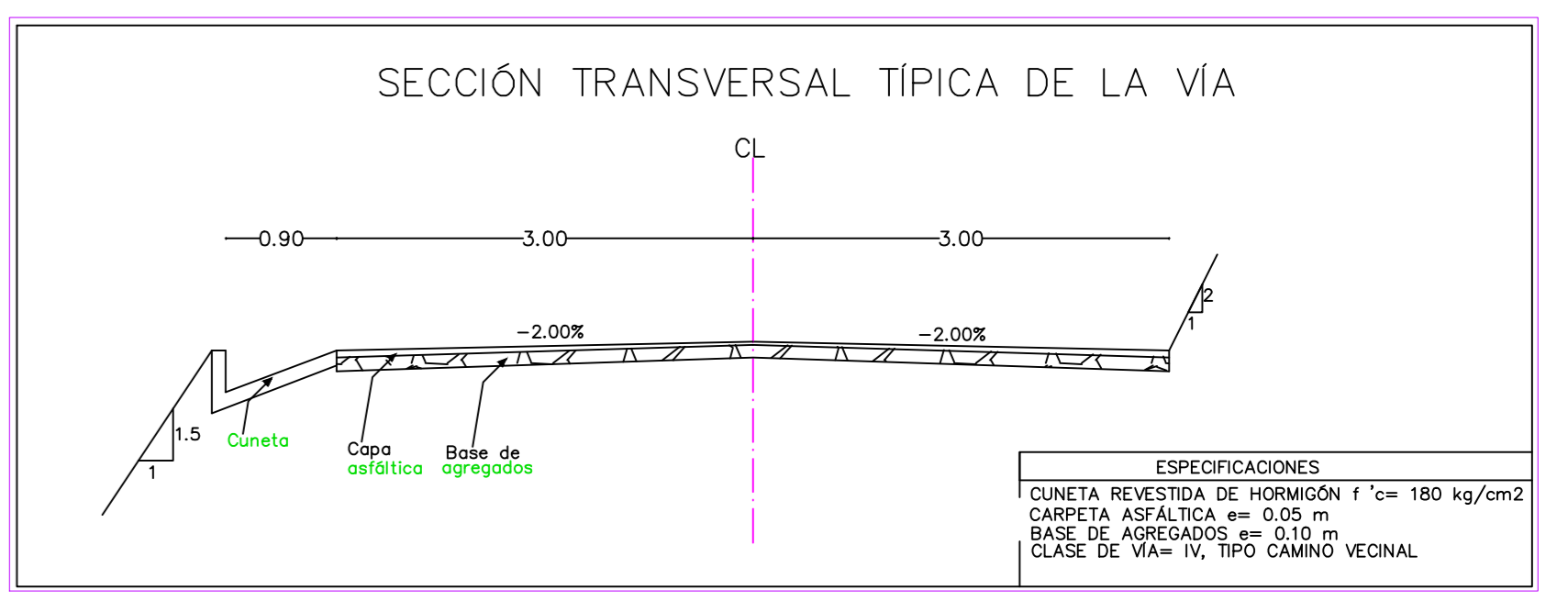


TABLA DE ELEMENTOS DE CURVA

PI	LONG CURVA	RADIO	EXTERNAL	DELTA	TANGENTE	CUERDA	ORD MEDIA
4+155.64	29.92	2307.00	1.11	11°56'24"	25.10	50.01	1.30
4+401.30	63.58	40.00	24.70	102°55'34"	50.32	71.86	15.08
4+521.92	89.66	100.00	11.47	53°16'04"	50.15	92.92	10.61
4+817.64	57.16	20.00	38.03	109°57'12"	74.52	52.34	14.82
4+821.98	37.63	30.00	8.52	77°41'14"	24.16	40.68	6.63
4+804.36	25.00	30.00	3.00	49°14'58"	13.75	25.79	2.73
4+932.06	29.26	40.00	2.98	102°54'12"	15.72	29.71	2.77



ABSCISADO	COTA PROYECTO	COTA TERRENO	CORTE	RELLENO
4+000	2697.025	2699.68	2.66	
4+020	2696.157	2698.45	2.30	
4+040	2695.103	2696.33	1.22	
4+060	2693.864	2694.87	1.01	
4+080	2692.438	2693.27	0.84	
4+100	2690.877	2691.61	0.78	
4+120	2689.034	2689.90	0.87	
4+140	2687.183	2687.98	0.78	
4+160	2685.332	2686.18	0.85	
4+180	2683.482	2683.81	0.33	
4+200	2681.631	2681.59	0.04	
4+220	2679.780	2680.04	0.26	
4+240	2677.929	2678.44	0.51	
4+260	2676.078	2676.66	0.59	
4+280	2674.227	2674.78	0.53	
4+300	2672.377	2672.66	0.28	
4+320	2670.526	2670.86	0.34	
4+340	2668.675	2669.51	0.87	
4+360	2666.824	2667.97	1.12	
4+380	2665.073	2666.32	1.25	
4+400	2663.422	2664.67	1.25	
4+420	2661.771	2663.02	1.25	
4+440	2660.120	2661.37	1.25	
4+460	2658.469	2659.72	1.25	
4+480	2656.818	2658.07	1.25	
4+500	2655.167	2656.42	1.25	
4+520	2653.516	2654.77	1.25	
4+540	2651.865	2653.12	1.25	
4+560	2650.214	2651.47	1.25	
4+580	2648.563	2649.82	1.25	
4+600	2646.912	2648.17	1.25	
4+620	2645.261	2646.52	1.25	
4+640	2643.610	2644.87	1.25	
4+660	2641.959	2643.22	1.25	
4+680	2640.308	2641.57	1.25	
4+700	2638.657	2639.92	1.25	
4+720	2637.006	2638.27	1.25	
4+740	2635.355	2636.62	1.25	
4+760	2633.704	2634.97	1.25	
4+780	2632.053	2633.32	1.25	
4+800	2630.402	2631.67	1.25	
4+820	2628.751	2629.97	1.25	
4+840	2627.100	2628.27	1.25	
4+860	2625.449	2626.57	1.25	
4+880	2623.798	2624.87	1.25	
4+900	2622.147	2623.17	1.25	
4+920	2620.496	2621.47	1.25	
4+940	2618.845	2619.77	1.25	
4+960	2617.194	2618.07	1.25	
4+980	2615.543	2616.37	1.25	
4+992.26	2613.892	2614.67	1.25	

PERFIL VÍA CONDORAHUA, DESDE EL CALVARIO HASTA CONDORAHUA GRANDE