

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**



**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**PROYECTO TÉCNICO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERO CIVIL**

TEMA:

---

“INSTRUCTIVO TÉCNICO PARA LA EVALUACIÓN, REPARACIÓN Y  
CONSERVACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL, UTILIZANDO LA  
METODOLOGÍA TÉCNICA Y TEÓRICA DEL PROYECTO  
“MANTENIMIENTO VIAL POR RESULTADOS DE LA RED VIAL ESTATAL  
E30, TRAMO PELILEO – LUNA BONSAI” ”.

---

**AUTOR:**

ANDRÉS RENATO LÓPEZ YUMIGUANO.

**TUTOR:**

ING. Msc. DILON MOYA.

**Ambato – Ecuador**

**2017.**

## CERTIFICACIÓN

Yo, Ing. M.Sc. Dilon Moya, certifico que la presente Tesis de Grado ha sido realizada por el Egdo. Andrés Renato López Yumiguano de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, Carrera de Ingeniería Civil, se desarrolló bajo mi supervisión y tutoría, siendo un trabajo personal e inédito, y ha sido elaborado bajo el tema **“Instructivo técnico para la evaluación, reparación y conservación de la infraestructura vial, utilizando la metodología técnica y teórica del proyecto “Mantenimiento vial por resultados de la Red Vial Estatal E30, tramo Pelileo – Luna Bonsay” ”.**

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

Ambato, Junio 2017

---

**Ing. M.Sc. Dilon Moya**  
**TUTOR**

## AUTORÍA

Yo, Andrés Renato López Yumiguano de cedula de ciudadanía número 180357602-2 certifico por medio de la presente que el trabajo de tema:

**“INSTRUCTIVO TÉCNICO PARA LA EVALUACIÓN, REPARACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL, UTILIZANDO LA METODOLOGÍA TÉCNICA Y TEÓRICA DEL PROYECTO “MANTENIMIENTO VIAL POR RESULTADOS DE LA RED VIAL ESTATAL E30, TRAMO PELILEO – LUNA BONSAI” ”**, es de mi absoluta autoría con excepción de extractos bibliográficos como citas, gráficos y cuadros.

---

Andrés Renato López Yumiguano  
AUTOR

## **APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO**

Los suscritos Profesores Calificadores, una vez revisado, aprueban el informe de Investigación, sobre el tema: **“INSTRUCTIVO TÉCNICO PARA LA EVALUACIÓN, REPARACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL, UTILIZANDO LA METODOLOGÍA TÉCNICA Y TEÓRICA DEL PROYECTO “MANTENIMIENTO VIAL POR RESULTADOS DE LA RED VIAL ESTATAL E30, TRAMO PELILEO – LUNA BONSAI” ”**, del Sr. Egresado Andrés Renato López Yumiguano, de la carrera de Ingeniería Civil, el mismo que guarda conformidad con las disposiciones reglamentarias emitidas por el Centro de Estudios de Pregrado de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.

Para constancia firman.

Ing. Mg. Francisco Pazmiño  
PROFESOR CALIFICADOR

Ing. Mg. Galo Núñez  
PROFESOR CALIFICADOR



## **DERECHOS DE AUTOR**

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Trabajo de Titulación bajo la modalidad Proyecto Técnico o parte de él, un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos en línea patrimoniales de mi Trabajo de Titulación bajo la modalidad Proyecto Técnico con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de éste Trabajo de Titulación dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando ésta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

Ambato, 2017

---

Andrés Renato López Yumiguano  
AUTOR

## DEDICATORIA

*Esta tesis está dedicada a mi padre (†), quien en vida fue el mejor ejemplo que tuve y tendré por mucho. A mi madre y hermano, mi familia incondicional, el aliento de superación personal en cada aspecto de mi vida. De igual forma, a todas las personas que me han acompañado en cada etapa de mi existencia, ellos son: mis amigos, familiares, colegas y compañeros. Espero y aspiro continuar con su apoyo y compañía mientras Dios y la vida me lo permitan.*

**Andrés Renato López Yumiguano**

## AGRADECIMIENTO

Retribuyo al ser divino que me ha permitido llegar hasta donde he llegado, *Dios*, por bendecirme, cuidarme y protegerme día tras día, de forma sincera, auténtica y llena de amor.

De forma particular, también doy las gracias al Ing. Msc. Dilon Moya, tutor de esta tesis, que, con sus amplios conocimientos y aptitudes, facilitó en mucho la elaboración del presente proyecto.

En general, retribuyo la ayuda de todo el personal que labora en la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la U.T.A, gracias por el empeño que ponen en crear la mejor facultad del país, y que yo en lo personal, así lo creo.

*Andrés Renato López Yumiguano*

## ÍNDICE GENERAL

### A. PÁGINAS PRELIMINARES

Portada.....	I
Certificación.....	II
Autoría Del Trabajo.....	III
Aprobación Del Tribunal De Grado.....	IV
Derecho De Autor.....	V
Dedicatoria.....	VI
Agradecimiento.....	VII
Índice General.....	VIII
Índice de Cuadros y Gráficos.....	XX
Resumen Ejecutivo.....	XXXII

### B. TEXTO

Introducción.....	XXXIII
-------------------	--------

### CAPÍTULO I: EL PROBLEMA

1.1. Tema de investigación.....	35
1.2. Justificación.....	35
1.3. Objetivos.....	36

1.3.1. Objetivo General.....	36
1.3.2. Objetivos Específicos.....	36

## **CAPÍTULO II: FUNDAMENTACIÓN**

2.1. Investigaciones Previas.....	37
2.2. Fundamentación Legal.....	39
2.3. Fundamentación Teórica.....	39
2.3.1. Vías.....	39
2.3.1.1. Clasificación de las Vías.....	40
2.3.1.1.1 Por el tipo de terreno.....	40
2.3.1.1.2 Por su función Jerárquica.....	40
2.3.1.1.3 Por su Competencia.....	41
2.3.1.1.4 Por el Tráfico Proyectado.....	42
2.3.1.2. Tráfico.....	42
2.3.1.2.1. Tráfico Promedio Diario Anual.....	43
2.3.1.2.2. Tráfico Futuro.....	44
2.3.1.2.3. Crecimiento normal del tráfico actual.....	45
2.3.2. Diseño Geométrico.....	46
2.3.2.1. Velocidad de Diseño.....	47
2.3.2.2. Relación entre la velocidad de circulación y el diseño.....	48

2.3.2.3. Alineamiento Horizontal.....	49
2.3.2.3.1. Tangentes.....	49
2.3.2.3.2. Curvas Circulares.....	50
2.3.2.3.3. Radio Mínimo de curvatura horizontal.....	50
2.3.2.3.4. Curvas de transición.....	53
2.3.2.4. Peralte.....	54
2.3.2.4.1 Magnitud del peralte.....	56
2.3.2.5. Sobreancho en Curvas.....	57
2.3.2.6. Distancia de visibilidad.....	57
2.3.2.6.1. Distancia de visibilidad para que un vhculo se detenga.....	57
2.3.2.6.2. Distancia de visibilidad para rebasamiento.....	58
2.3.2.7. Alineamiento Vertical.....	59
2.3.2.7.1. Gradientes.....	59
2.3.2.7.2. Curvas Verticales.....	60
2.3.2.8. Secciones Transversales Típicas.....	62
2.3.2.8.1. Ancho de la Sección Transversal Típica.....	63
2.3.2.8.2. Calzada.....	63
2.3.2.8.3. Espaldones.....	64
2.3.2.8.4. Taludes.....	65
2.3.2.8.5. Tipos de Superficie de Rodadura.....	66

2.3.2.8.6. Sistemas de Drenaje.....	66
2.3.2.8.6.1 Drenaje Longitudinal.....	67
2.3.2.8.6.2 Drenaje Transversal.....	69
2.3.2.8.6.3 Obras complementarias.....	71
2.3.2.8.6.4. Bombeo.....	72
2.3.2.9. Derecho de Vía.....	72
2.3.3. Estudio de Suelos.....	73
2.3.3.1. Ensayo de Granulometría.....	74
2.3.3.2. Límites Atterberg.....	74
2.3.3.3. Límite Líquido.....	75
2.3.3.4. Límite Plástico.....	75
2.3.3.5. Límite de Contracción.....	75
2.3.3.6. Índice de Plasticidad.....	76
2.3.3.7. Ensayo de CBR.....	76
2.3.3.8. Contenido de Humedad.....	76
2.3.3.9. Humedad óptima (Proctor) y Densidad máxima.....	77
2.3.4. Pavimento.....	77
2.3.4.1. Tipos de Pavimentos.....	78
2.3.4.1.1 Pavimentos Flexibles.....	78
2.3.4.1.2 Pavimentos Semi Rígidos.....	79

2.3.4.1.3 Pavimentos Rígidos.....	80
2.3.4.1.4 Pavimentos Articulados.....	80
2.3.4.1.5 La Subrasante.....	81
2.3.4.1.6 La Sub-Base.....	81
2.3.4.1.6.1. Sub-bases de Agregados.....	82
2.3.4.1.6.2. Sub-Bases Modificadas.....	83
2.3.4.1.7 La Base.....	83
2.3.4.1.8 La Capa de Rodadura.....	85
2.3.5. Estabilización de Taludes.....	86
2.3.5.1. Talud.....	86
2.3.5.2. Estabilidad.....	86
2.3.5.3. Deslizamientos.....	86
2.3.5.3.1. Deslizamientos Superficiales (creep).....	87
2.3.5.3.2. Movimiento del Cuerpo del Talud.....	88
2.3.5.3.3. Flujo.....	89
2.3.5.4. Métodos de Estabilización.....	90
2.3.5.4.1. Métodos de Excavación.....	90
2.3.5.4.2. Métodos de Drenaje.....	91
2.3.5.4.3. Métodos por Estructuras de contención.....	92
2.3.6. Mantenimiento Vial por Resultados.....	94



2.3.6.1. Pliegos de Licitación.....	95
2.3.6.2. Puesta a Punto.....	95
2.3.6.3. Obras Obligatorias.....	96
2.3.6.4. Obras Extraordinarias.....	98
2.3.6.5. Puntos Críticos.....	100
2.3.6.6. Estándares.....	101
2.3.6.6.1. Estándares de Calzada.....	101
2.3.6.6.2. Estándares de Espaldón.....	108
2.3.6.6.3. Estándares de Obras de drenaje.....	113
2.3.6.6.4. Estándares de Seguridad Vial.....	116
2.3.6.6.5. Estándares de Derecho de Vía.....	123
2.3.6.6.6. Excepciones y Destacados Incumplimientos de los Estándares.....	126
2.3.6.6.6.1. Excepciones a los Estándares.....	126
2.3.6.6.6.2. Flexibilizaciones a los Estándares.....	126
2.3.6.7. Índice de Servicio.....	127
2.3.6.7.1. Metodología determinación del Índice de Servicio.....	127
2.3.6.7.1.1. Índice de Servicio de un Tramo.....	127
2.3.6.7.1.2. Índice de Servicio del Contrato.....	130
2.3.6.7.2. Valores admisibles para el Índice de Servicio.....	131

2.3.6.7.3. Resultados del Índice de Servicio.....	131
2.3.6.7.3.1. Penalizaciones.....	132
2.3.6.7.3.2. Bonificaciones.....	132
2.3.6.8. Índice de Rugosidad Internacional (IRI).....	133
2.3.6.8.1. Equipos para la Determinación del IRI.....	133
2.3.6.8.2. Efectos en la Medición y Cálculo de IRI.....	137
2.3.6.8.2.1. Singularidades.....	137
2.3.6.8.2.2. Variación del IRI según la longitud evaluación...	137
2.3.6.8.2.3. Límites de los valores del IRI.....	139
2.3.6.8.2.4. Valores del IRI Especificaciones Internacionales...	140
2.3.6.8.2.4.1. Escala del Banco Mundial.....	140
2.3.6.8.2.4.2. Escala del ASTM E 1926.....	140
2.3.6.8.2.4.3. Escala de otras instituciones públicas.....	141
2.3.6.8.3. Recomendaciones generales sobre el IRI.....	142
2.3.6.9. Retroreflectometría.....	144
2.3.6.9.1. Especificaciones Técnicas.....	146
2.3.6.9.2. Equipos de Retroreflexión.....	147

### **CAPÍTULO III: DISEÑO DEL PROYECTO**

3.1. Ubicación del proyecto.....	148
----------------------------------	-----

3.2. Estudios del Proyecto.....	150
3.2.1. Evaluación vial.....	150
3.2.1.2 Inventario Vial.....	151
3.2.2 Estudio Topográfico.....	152
3.2.2.1 Levantamiento Topográfico.....	152
3.2.3. Sección Transversal.....	153
3.2.4. Estudio de Taludes.....	157
3.3. Tráfico Actual.....	159
3.3.1. Conteo del Tráfico.....	159
3.3.2. Cálculo del TPDA.....	160
3.3.2.1. Cálculo del TPD.....	161
3.3.2.2. Cálculo del TPDS.....	163
3.3.2.3. Cálculo del Tráfico Generado.....	165
3.3.3. Tráfico Futuro.....	166
3.4. Estudios de Suelos.....	168
3.4.1. Cálculo del CBR de diseño.....	169
3.5. Geología.....	170
3.6. Diseño Geométrico.....	173
3.6.1. Evaluación Geométrica.....	173
3.6.2. Evaluación Geométrica de la Vía Existente.....	174

3.6.3. Cálculo del Diseño Geométrico.....	181
3.6.3.1. Clasificación de la Vía.....	181
3.6.3.2. Cálculo del Diseño Horizontal.....	182
3.6.3.2.1. Velocidad de Diseño.....	182
3.6.3.2.2. Velocidad de Circulación.....	183
3.6.3.2.3. Distancia de Visibilidad.....	184
3.6.3.2.3.1. Distancia de Visibilidad de Parada.....	184
3.6.3.2.3.2. Distancia de Visibilidad para Rebasamiento.....	185
3.6.3.2.4. Peralte.....	187
3.6.3.2.5. Radio Mínimo de Curva.....	187
3.6.3.3. Cálculo del Diseño Vertical.....	189
3.6.3.3.1. Gradiente.....	189
3.6.3.3.1.1. Gradiente Máxima.....	189
3.6.3.3.1.2. Gradiente Mínima.....	190
3.6.3.3.2. Curvas Verticales.....	190
3.6.3.3.2.1. Curvas Verticales Cóncavas.....	190
3.6.3.3.2.2. Curvas Verticales Convexas.....	192
3.6.3.3.3. Secciones Transversales.....	193
3.6.3.3.3.1. Ancho de Calzada.....	193
3.6.3.3.3.2. Ancho de Espaldón.....	194

3.6.3.3.3. Superficie de Rodadura.....	194
3.7. Diseño de la Estructura del Pavimento.....	195
3.7.1. Periodo de Diseño y Factores de Daño.....	196
3.7.2. Factor de Distribución por Carril.....	198
3.7.3. Confiabilidad “R”.....	202
3.7.4. Desviación Estándar normal “Z <sub>R</sub> ”.....	203
3.7.5. Desviación Estándar global “So”.....	204
3.7.6. Índice de Serviciabilidad “PSI”.....	205
3.7.7. Módulo de Resiliencia de la subrasante “Mr”.....	205
3.7.8. Coeficientes de la carpeta asfáltica.....	206
3.7.8.1. Coeficiente a <sub>1</sub> .....	207
3.7.8.2. Coeficiente a <sub>2</sub> .....	209
3.7.8.3. Coeficiente a <sub>3</sub> .....	210
3.7.9. Coeficientes de drenaje (m <sub>2</sub> , m <sub>3</sub> ).....	212
3.7.10. Diseño Final con Sistema Multicapa.....	214
3.7.11. Cálculo del Numero Estructural “SN”.....	215
3.7.12. Evaluación de la estructura del Pavimento Existente.....	220
3.7.13. Propiedades de los Materiales de la Estructura del Pavimento.....	222
3.7.13.1. Propiedades de la capa de Sub-Base.....	223
3.7.13.2. Propiedades de la capa Base.....	224

3.7.13.3. La Capa de Rodadura.....	225
3.8. Diseño del Sistema de Drenaje.....	228
3.8.1. Estudio de las Precipitaciones.....	228
3.8.2. Diseño de Cunetas.....	230
3.8.3. Evaluación de Cunetas Existentes.....	238
3.8.4. Diseño de Alcantarillas.....	244
3.8.4.1. Evaluación de las Alcantarillas Existentes.....	248
3.9. Señalización.....	251
3.9.1. Señalización Horizontal.....	251
3.9.1.1. Complementos de la Señalización Horizontal.....	253
3.9.1.2. Dispositivos complementarios de las señales horizontales.....	253
3.9.1.3. Materiales para las señales horizontales.....	253
3.9.1.4. Ubicación de las señales horizontales.....	254
3.9.1.5. Dimensiones de las señales horizontales.....	254
3.9.1.6. Retroreflexión.....	255
3.9.1.7. Resistencia al deslizamiento.....	257
3.9.1.8. Características de las Líneas Longitudinales.....	257
3.9.1.9. Líneas de Separación de Flujos Opuestos.....	258
3.9.1.9.1. Líneas Segmentadas de Separación de Circulación Opuesta.....	258

3.9.1.9.2. Doble línea continua (línea de barrera).....	259
3.9.1.9.3. Doble línea mixta.....	260
3.9.1.10. Líneas de Separación Carriles.....	261
3.9.1.11. Líneas de Borde de Calzada.....	262
3.9.2. Señalización Vertical.....	263
3.9.2.1. Clasificación de las Señales Verticales.....	264
3.9.2.1.1. Señales Regulatorias (Código R).....	264
3.9.2.1.2. Señales Preventivas (Código P).....	265
3.9.2.1.3. Señales Informativas (Código I).....	267
3.9.2.1.4. Señales Especiales Delineadores (Código D).....	268
3.9.2.1.4.1. Postes Delineadores de vía (D1).....	268
3.9.2.1.4.2. Series de anchos de vía (D3).....	269
3.9.2.1.4.3. Series de alineamientos horizontales (D6).....	270
3.9.2.1.4.4. Series de Postes de kilometraje.....	272
3.9.2.1.5. Señales para Trabajos en la Vía (Código T).....	273
3.9.2.1.6. Colocación de Señales verticales en zonas rurales.....	274
3.9.2.1.7. Guardavías o Guardacaminos.....	275
3.9.3. Evaluación de la Señalización Existente.....	276
3.9.3.1. Evaluación de la Señalización Horizontal Existente.....	277
3.9.3.2. Evaluación de la Señalización Vertical Existente.....	280

3.10. Etapa de Reparación.....	281
3.10.1. Reparación de la Estructura del Pavimento.....	282
3.10.2. Reparación de las Obras de Drenaje.....	288
3.10.3. Reparación de la Señalización Horizontal y Vertical.....	292
3.10.4. Reparación de los Puntos Críticos.....	297
3.11. Etapa de Mantenimiento o Ejecución y Gestión del Mantenimiento.....	299
3.11.1. Evaluación de Estándares.....	301
3.11.1.1. Evaluación de Estándares de Calzada.....	302
3.11.1.2. Evaluación de Estándares de Espaldones.....	304
3.11.1.3. Evaluación de Estándares de Obras de Drenaje.....	304
3.11.1.4. Evaluación de Estándares de Seguridad Vial.....	306
3.11.1.5. Evaluación de Estándares de Derecho de Vía.....	308
3.11.2. Cálculo del Índice de Servicio.....	309
3.11.3. Presentación de Planillas de trabajos Mensuales.....	312
3.11.4. Índice de Rugosidad Internacional (IRI) y Retroreflectometría.....	313
3.12. Planos del Proyecto.....	319
3.13. Análisis de Precios unitarios, Presupuesto y Cronograma.....	320
3.13.1. Cálculo de Volúmenes de Obra.....	320
3.13.2. Análisis de Precios Unitarios.....	332
3.13.3. Presupuesto Referencial.....	336



3.13.4. Cronograma Valorado de Trabajos .....	338
---	-----

## **CAPÍTULO IX: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

4.1. Conclusiones.....	339
4.2. Recomendaciones.....	342
4.3. Bibliografía.....	343
4.3.1. Referencias.....	343
4.3.2. Bibliografía Adicional.....	345
4.4. Anexos.....	346

## **ÍNDICE DE CUADROS**

Cuadro N.- 1: Relación Función, Clase MOP y Tráfico.....	41
Cuadro N.- 2: Clasificación de Carreteras en Función del Tráfico Proyectado.....	42
Cuadro N.- 3: Tasa de crecimiento de tráfico en el Ecuador.....	45
Cuadro N.- 4: Velocidades de diseño.....	48
Cuadro N.- 5: Radios mínimos de curvas horizontales en relación con el Peralte (e) y el Coeficiente de fricción lateral (f).....	52
Cuadro N.- 6: Valores de Gradientes longitudinales máximas en función del Tipo de Carretera y Tipo de terreno.....	60
Cuadro N.- 7: Valores mínimos para los coeficientes (K).....	62
Cuadro N.- 8: Anchos de calzada en función del Tipo de Carretera.....	64
Cuadro N.- 9: Valores de Pendientes de Taludes en Terrenos Planos.....	65

Cuadro N.- 10: Clasificación de Superficies de Rodadura.....	66
Cuadro N.- 11: Clasificación de Subrasante según el CBR (%).....	76
Cuadro N.- 12: Límites granulométricos para sub-bases.....	83
Cuadro N.- 13: Límites granulométricos para Bases.....	85
Cuadro N.- 14: Estándares de Calzada en Concreto Hidráulico.....	102
Cuadro N.- 15: Estándares de Calzada en Concreto Asfáltico.....	105
Cuadro N.- 16: Estándares de Espaldones en Concreto Hidráulico.....	109
Cuadro N.- 17: Estándares de Espaldones en Concreto Hidráulico.....	111
Cuadro N.- 18: Estándares de Obras de drenaje – Alcantarillas.....	114
Cuadro N.- 19: Estándares de Obras de drenaje – Cunetas.....	115
Cuadro N.- 20: Estándares de Seguridad Vial – Señalización Horizontal.....	117
Cuadro N.- 21: Estándares de Seguridad Vial – Señalización Vertical.....	118
Cuadro N.- 22: Estándares de Seguridad Vial – Elementos de Encarrilamiento y Contención.....	120
Cuadro N.- 23: Estándares de Derecho de Vía.....	124
Cuadro N.- 24: Factores de Ponderación para los Elementos de Carretera.....	129
Cuadro N.- 25: Ejemplo para el Cálculo del Índice de Servicio de un Tramo, en una Carretera de nombre “X” – Tramo B a C (Longitud: 24,65km).....	130
Cuadro N.- 26: Ejemplo para el Cálculo del Índice de Servicio del Contrato a partir del Índice de Servicio para cada Tramo.....	131
Cuadro N.- 27: Variación del valor IRI (m/km) según la longitud de evaluación...	138

Cuadro N.- 28: Especificaciones para el IRI por Instituciones Públicas.....	142
Cuadro N.- 29: Evaluación del IRI según la marca ARRB.....	144
Cuadro N.- 30: Niveles mínimos de Retroreflexión en pintura sobre pavimento (mcd/lux-m2).....	145
Cuadro N.- 31: Localización Geográfica del Proyecto.....	149
Cuadro N.- 32: Inventario Vial del proyecto por Tramos de Carretera.....	152
Cuadro N.- 33: Anchos de Calzada recomendables según la clase de vía.....	154
Cuadro N.- 34: Factores de ajuste diarios en base a los volúmenes de tráfico registrados en la estación de peaje de Panzaleo para el año 2007.....	161
Cuadro N.- 35: Factores de estacionalidad mensual del consumo de combustibles en Tungurahua del 2016.....	164
Cuadro N.- 36: Tasas de Crecimiento del Tráfico.....	167
Cuadro N.- 37: Proyección del Tráfico para 20 años.....	167
Cuadro N.- 38: Valor del percentil del CBR de diseño en función de la cantidad de ejes equivalentes.....	170
Cuadro N.- 39: Evaluación de la Velocidad de Diseño y la Velocidad de Circulación de la Vía Pelileo - Luna Bonsay.....	175
Cuadro N.- 40: Evaluación de los Radios Mínimos - Máximos y de la Longitud Mínima de Curvas Horizontales de la Vía Pelileo - Luna Bonsay.....	176
Cuadro N.-41: Evaluación del Peralte, Espiral y Sobreancho en Curvas de la Vía Pelileo - Luna Bonsay.....	177
Cuadro N.-42: Evaluación de las Gradientes Mínimas y Máximas de la Vía Pelileo - Luna Bonsay.....	178
Cuadro N.-43: Evaluación de la Longitud Mínima de Curva Vertical de la Vía Pelileo - Luna Bonsay.....	179

Cuadro N.- 44: Evaluación de los Anchos de Calzada, de Parterre y de Espaldón; El Tipo de Superficie y Gradiente transversal de la Vía Pelileo - Luna Bonsay.....	180
Cuadro N.- 45: Distancia de Visibilidad Mínima Para Parada de un Vehículo.....	185
Cuadro N.- 46: Distancia de Visibilidad Mínima Para el Rebasamiento de un Vehículo.....	186
Cuadro N.- 47: Ancho de Espaldones.....	194
Cuadro N.- 48: Número de Años del Periodo Diseño según el Tipo de Carretera...	196
Cuadro N.- 49: Pesos adoptados para el cálculo de los Factores de daño.....	197
Cuadro N.- 50: Factores de daño según el tipo de vehículo.....	198
Cuadro N.- 51: Distribución de la carga de los Vehículos según el número de carriles.....	198
Cuadro N.- 52: Ejes Equivalentes Acumulados para el Periodo de Diseño.....	201
Cuadro N.- 53: Espesores Mínimos para el Pavimento Flexible en función del número de Ejes Equivalentes.....	202
Cuadro N.- 54: Porcentaje de Confiabilidad según el tipo de vía y la zona.....	203
Cuadro N.- 55: Valores para la Desviación estándar normal ZR según el porcentaje de confiabilidad.....	204
Cuadro N.- 56: Valores para a1 en función del módulo elástico.....	208
Cuadro N.- 57: Valores para a2 en función del porcentaje de CBR.....	210
Cuadro N.- 58: Valores para a3 en función del porcentaje de CBR.....	212
Cuadro N.- 59: Calidad del drenaje en función del tiempo en que se elimina el agua de las capas granulares.....	213
Cuadro N.- 60: Calidad del drenaje en función del porcentaje del tiempo en que el pavimento está expuesto a niveles de humedad cercanos a la saturación.....	213

Cuadro N.- 61: Resumen de Datos obtenidos para el Cálculo del SN.....	217
Cuadro N.- 62: Diseño de la Estructura del Pavimento método AASHTO 93.....	219
Cuadro N.- 63: Características del Pavimento Existente.....	221
Cuadro N.- 64: Tabla de Graduación de los agregados para el método Marshall...	226
Cuadro N.- 65: Porcentajes de agregados necesarios para el ensayo Marshall.....	227
Cuadro N.- 66: Especificaciones para el ensayo Marshall según el volumen de tráfico.....	227
Cuadro N.- 67: Valores Pluviométricos Mensuales 2012 de la estación meteorológica Huambaló.....	229
Cuadro N.- 68: Coeficientes de rugosidad Manning según el tipo de superficie...	231
Cuadro N.- 69: Valores de Velocidad y Caudal del proyecto en función de la Pendiente.....	234
Cuadro N.- 70: Valores para Ct, Cs y Cv para determinar el coeficiente de escorrentía.....	236
Cuadro N.- 71: Dimensiones y Abscisas de las Cunetas existentes.....	239
Cuadro N.- 72: Valores de Velocidad y Caudal del proyecto en función de la Pendiente existente.....	240
Cuadro N.- 73: Coeficientes de Escorrentía para la ecuación de Talbot.....	245
Cuadro N.- 74: Volumen de Hormigón del Cabezal con Muros de Ala Tipo.....	247
Cuadro N.- 75: Cuadro Resumen de las Alcantarillas Existentes en el Proyecto....	250
Cuadro N.- 76: Tolerancias Máximas en las dimensiones de Señales Horizontales.....	254
Cuadro N.- 77: Niveles mínimos de Retroreflexión en señales sobre pavimento (mcd/lux – m2).....	256

Cuadro N.- 78: Relación señalización línea de separación de circulación opuesta segmentada.....	259
Cuadro N.- 79: Relación entre la señalización y la línea de espaciamiento de carril.....	262
Cuadro N.- 80: Dimensiones de las Señales Preventivas.....	266
Cuadro N.- 81: Espaciamiento para postes delineadores en curvas.....	268
Cuadro N.- 82: Espaciamiento máximo de delineadores en curvas horizontales....	270
Cuadro N.- 83: Cantidad de Señales Horizontales del proyecto.....	278
Cuadro N.- 84: Cantidades de Señales Verticales existentes.....	280
Cuadro N.- 85: Evaluación de los estándares de Calzada del tramo 2 y 5.....	303
Cuadro N.- 86: Evaluación de los Estándares de Espaldones del tramo 2 y 5.....	304
Cuadro N.- 87: Evaluación de los Estándares de Alcantarillas del tramo 2 y 5.....	305
Cuadro N.- 88: Evaluación de los Estándares de Cunetas del tramo 2 y 5.....	306
Cuadro N.- 89: Evaluación de Estándares de Señalización Horizontal del tramo 2 y 5.....	307
Cuadro N.- 90: Evaluación de Estándares de Señalización Vertical del tramo 2 y 5.....	307
Cuadro N.- 91: Evaluación de Estándares de Elementos de Encarrilamiento y Contención del tramo 2 y 5.....	308
Cuadro N.- 92: Evaluación de Estándares de Derecho de Vía del tramo 2 y 5.....	309
Cuadro N.- 93: Cálculo del Índice de Servicio del tramo 2 y 5.....	311
Cuadro N.- 94: Datos de Retroreflectometría del km 16, carretera P – B – P.....	319
Cuadro N.- 95: Planos del Proyecto.....	320

Cuadro N.- 96: Precios de Equipos.....	333
Cuadro N.- 97: Precios de Materiales.....	334
Cuadro N.- 98: Precios de Mano de Obra.....	335
Cuadro N.- 99: Presupuesto Referencial de la Ampliación Proyecto.....	336
Cuadro N.- 100: Cronograma Valorado de Trabajos de Ampliación del Proyecto..	338

### **ÍNDICE DE GRÁFICOS**

Gráfico N.- 1: Relación entre la velocidad de circulación y diseño.....	49
Gráfico N.- 2: Curva horizontal simple.....	52
Gráfico N.- 3: Clotoide.....	54
Gráfico N.- 4: Coeficientes de fricción lateral para diferentes velocidades.....	56
Gráfico N.- 5: Elementos de una sección transversal típica.....	63
Gráfico N.- 6: Formas Típicas para Cunetas y Dimensiones Típicas para Cunetas Triangulares.....	68
Gráfico N.- 7: Localización y Dimensiones típicas de Cuneta de Coronación.....	69
Gráfico N.- 8: Formas típicas para Alcantarillas y sus materiales.....	70
Gráfico N.- 9: Elementos de una Alcantarilla.....	71
Gráfico N.- 10: Pendiente transversal.....	72
Gráfico N.- 11: Sección Transversal del Pavimento Flexible.....	79
Gráfico N.- 12: Sección Transversal del Pavimento Semi Rígido.....	79
Gráfico N.- 13: Sección Transversal del Pavimento Rígido.....	80

Gráfico N.- 14: Sección Transversal del Pavimento Articulado.....	81
Gráfico N.- 15: Ejemplo de Deslizamiento Superficial (creep).....	87
Gráfico N.- 16: Falla Rotacional.....	88
Gráfico N.- 17: Tipos de Fallas Traslacionales.....	89
Gráfico N.- 18: Forma Típica de una Berma.....	91
Gráfico N.- 19: Drenaje en Taludes.....	92
Gráfico N.- 20: Ejemplo de un Muro de Contención.....	93
Gráfico N.- 21: Aplicación de Concreto Lanzado para Estabilización de Taludes...	94
Gráfico N.- 22: Perfilógrafo tipo Merlin, modelo Merliner 2000.....	134
Gráfico N.- 23: Perfilómetro Inercial Laser.....	135
Gráfico N.- 24: Esquema básico del Rugosímetro tipo Bump Integrator Clase III..	136
Gráfico N.- 25: Escala de IRI para la medición en diferentes vías.....	140
Gráfico N.- 26: Escala de rugosidad de Vías pavimentadas con Concreto Asfáltico.....	141
Gráfico N.- 27: Costos de Operación Vehicular versus IRI.....	143
Gráfico N.- 28: Microesferas de vidrio retroreflectivas.....	145
Gráfico N.- 29: Ángulos de iluminación y Observación.....	146
Gráfico N.- 30: Retroreflectómetro Manual.....	147
Gráfico N.- 31: División cantonal de la Provincia de Tungurahua.....	148
Gráfico N.- 32: Localización del Proyecto.....	149



Gráfico N.- 33: Sección Transversal Km 0+000 al Km 0+500.....	155
Gráfico N.- 34: Sección Transversal Km 0+500 al Km 7+000.....	156
Gráfico N.- 35: Perfil de Elevación de Talud km 1+560.....	158
Gráfico N.- 36: Localización de la Estación de Conteo vehicular.....	160
Gráfico N.- 37: Determinación del CBR de diseño.....	169
Gráfico N.- 38: Mapa Geológico del Sector de Influencia del Proyecto.....	172
Gráfico N.- 39: Perfil Geológico del Sector de Influencia del Proyecto.....	173
Gráfico N.- 40: Ábaco para determinar el coeficiente estructural a1.....	206
Gráfico N.- 41: Ábaco para determinar el coeficiente estructural a2.....	209
Gráfico N.- 42: Ábaco para determinar el coeficiente estructural a3.....	211
Gráfico N.- 43: Nomenclatura capas de la estructura del pavimento flexible.....	214
Gráfico N.- 44: Ábaco AASHTO para cálculo del SN en pavimentos flexibles.....	215
Gráfico N.- 45: Cálculo del Número Estructural mediante el programa informático Ecuación AASHTO 93.....	218
Gráfico N.- 46: Espesores Propuestos de la estructura del Pavimento Flexible de la Vía Pelileo – Luna Bonsay.....	220
Gráfico N.- 47: Espesores Existentes de la estructura del Pavimento Flexible de la Vía Pelileo – Luna Bonsay.....	221
Gráfico N.- 48: Variación Humedad Relativa de estación Ambato-La granja.....	228
Gráfico N.- 49: Variación Temperatura Mensual en estación Ambato-La granja...	229
Gráfico N.- 50: Sección Transversal de la cuneta propuesta.....	230

Gráfico N.- 51: Sección Transversal Típica Propuesta para la Vía.....	243
Gráfico N.- 52: Ubicación y Características de las Alcantarillas para el Proyecto..	248
Gráfico N.- 53: Dimensiones y Tolerancias para las Tachas.....	255
Gráfico N.- 54: Ángulos de Iluminación y Observación.....	256
Gráfico N.- 55: Esquema líneas segmentadas de separación circulación opuesta....	259
Gráfico N.- 56: Esquema Doble Línea Continua, con ejemplo de tachas a 12m....	260
Gráfico N.- 57: Esquema de una Doble Línea Mixta: Continua y Segmentada....	261
Gráfico N.- 58: Esquema de Líneas de Separación de Carriles segmentados.....	262
Gráfico N.- 59: Esquema de Líneas Continuas de Borde con espaldón.....	263
Gráfico N.- 60: Ejemplos de Señales Regulatorias.....	265
Gráfico N.- 61: Ejemplos de Señales Preventivas.....	266
Gráfico N.- 62: Ejemplos de Señales Informativas.....	267
Gráfico N.- 63: Poste Delineador.....	269
Gráfico N.- 64: Anchos de Vía.....	269
Gráfico N.- 65: Ubicación lateral de los delineadores de curva horizontal.....	271
Gráfico N.- 66: Ubicación longitudinal de los delineadores de curva horizontal.	272
Gráfico N.- 67: Esquema de los postes de kilometraje.....	273
Gráfico N.- 68: Ejemplos de Señales para Trabajos en la Vía.....	273
Gráfico N.- 69: Soporte en Voladizo.....	274
Gráfico N.- 70: Soporte normal de dos postes.....	275

Gráfico N.- 71: Esquema de Guardavías.....	276
Gráfico N.- 72: Demarcación Típica en Aproximaciones a Resaltos.....	279
Gráfico N.- 73: Tendido de Sub-base mediante motoniveladora.....	283
Gráfico N.- 74: Compactación de Base con Rodillo Liso.....	284
Gráfico N.- 75: Tendido de Hormigón Asfáltico con Finisher.....	286
Gráfico N.- 76: Bacheo Asfáltico.....	287
Gráfico N.- 77: Sellado de Fisuras con máquina selladora de fisuras de asfalto...	288
Gráfico N.- 78: Roza de Vegetación o Desbroce.....	289
Gráfico N.- 79: Limpieza de Alcantarillas.....	290
Gráfico N.- 80: Limpieza de Derrumbes con Cargadora Frontal.....	291
Gráfico N.- 81: Limpieza y reparación de Cunetas de Hormigón.....	292
Gráfico N.- 82: Señalización doble línea continua con carro franjeador.....	294
Gráfico N.- 83: Colocación de tachas reflectivas con material bituminoso.....	295
Gráfico N.- 84: Colocación de Señales verticales.....	296
Gráfico N.- 85: Instalación de Guardacaminos Dobles.....	297
Gráfico N.- 86: Resultados entregados por el Rugosímetro Bump Integrator.....	315
Gráfico N.- 87: Rugosímetro Bump Integrator.....	316
Gráfico N.- 88: Retroreflectómetro SAT-LUX 15/30.....	31

## RESUMEN EJECUTIVO

El siguiente artículo presenta un instructivo de uso técnico para poder evaluar, reparar y conservar infraestructura vial, mediante la metodología del mantenimiento por resultados implementada por el MTOP, se expone los procesos y términos más convencionales en el medio para, primero llegar a la funcionalidad total de la vía, gracias a la correcta evaluación y reparación de los elementos de la infraestructura (calzada, espaldón, obras de drenaje, seguridad vial y derecho de vía) y luego se enuncia los trabajos necesarios para continuar con dicha funcionalidad a través del mantenimiento. El objetivo principal del proyecto es que las demás instituciones encargadas de la vialidad del país, puedan utilizar esta metodología de muy buenos resultados en toda la nación y así brindar serviciabilidad, comodidad y seguridad a todos los usuarios de las carreteras que adopten esta sistemática. Para evaluar el estado y diseño de cada elemento de la vía se realizaron estudios de diferentes tipos, entre ellos: estudios de tráfico, hidrológicos, topográficos, geométricos y de seguridad vial, además se utilizó la siguiente normativa: las normas de diseño geométrico de carreteras MTOP – 001F 2003, AASHTO “Design of Pavement Structures” 1993, RTE INEN 004-1-2011, RTE INEN 004-2-2011 y Especificaciones generales para la construcción de caminos y puentes MTOP – 001F 2002. En la fase de reparación se explicó el proceso constructivo de los trabajos más comunes que se realizan a una vía antes de entrar en servicio, como: mejoramiento de subrasante, sellado de fisuras, reparación de cunetas y alcantarillas, bacheo asfáltico, tendido de base y sub-base, limpieza y reposición de señalización, mejoramiento de elementos de hormigón, y también se detalla las labores específicas que se hicieron al proyecto en su puesta a punto. En la parte de mantenimiento o conservación, se ejemplifica como proceder para ejecutar un mantenimiento por resultados completo, con sus respectivos cuadros, términos de referencia y cláusulas. Los planos del proyecto se dividen en dos grupos, uno en el que se refleja cómo es la vía actualmente y el otro donde se ilustra la propuesta de mejora a la vía. En la parte final se encuentra un presupuesto de la propuesta de ampliación considerada y otro para el mantenimiento rutinario de la carretera, se incluye también el análisis de precios unitarios y el cronograma valorado de trabajos.

## **B. TEXTO.**

### **INTRODUCCIÓN.**

En el proyecto técnico que se presenta a continuación se realizarán los diversos trabajos que se requieren para poder evaluar, reparar y conservar la infraestructura de una vía construida en asfalto, utilizando la metodología técnica y teórica del proyecto “Mantenimiento por Resultados de la Carretera Pelileo – Baños – Puyo, Red Vial Estatal E30”. Debido a que la longitud de vías construidas en asfalto en el país es muy grande, se realizará la aplicación de este proyecto en el tramo Pelileo – Luna Bonsay de 7km de longitud, ubicado en la provincia de Tungurahua y que también es la primera sección del proyecto mencionado anteriormente. El proyecto “Mantenimiento por Resultados de la Carretera Pelileo – Baños – Puyo, Red Vial Estatal E30” pertenece al programa de conservación vial del Ministerio de Transporte y Obras Públicas.

La evaluación o análisis de todos los componentes de la infraestructura vial se realizará con una comprobación de cada uno de ellos y que deberán cumplir con lo establecido en las Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes del MTOP – 2002. Los componentes a evaluar serán: calzada, espaldones, seguridad vial, obras de drenaje y derecho de vía.

Posterior al análisis vendrá la reparación o reforzamiento de los elementos de la infraestructura que la necesiten, para ello se escogerá el método más adecuado para reparar o reforzar el elemento de infraestructura de acuerdo a su grado de daño y sus características. El proyecto de “Mantenimiento por Resultados de la Carretera Pelileo – Baños – Puyo, Red Vial Estatal E30” dicta que en esta etapa se debe llegar al estado óptimo de servicio de la vía mediante la ejecución de obras complementarias que lo permitan y que se irán detallando oportunamente en el proyecto.

La etapa de conservación o mantenimiento de la vía estará fundamentada en las bases para conservación vial del proyecto “Mantenimiento por Resultados de la Carretera Pelileo – Baños – Puyo, Red Vial Estatal E30” mediante el cual se evaluará cada componente de la infraestructura vial controlando que su estado o Estándar de servicio sea igual o mejor que el logrado en la etapa de reparación.

Al culminar las etapas de evaluación, reparación y conservación se procederá a realizar una cartilla que contendrá soluciones típicas para mantenimiento vial en base a los problemas que se presenten a lo largo del proyecto.

Con las soluciones típicas para mantenimiento vial definidas se podrán definir los análisis de precios unitarios para cada una de las soluciones que se hayan aplicado en el proyecto.

El presente proyecto técnico posee entre sus contenidos fundamentación técnica y teórica en la cual el proyectista puede sustentarse para la realización del mismo. De igual forma se presentarán las especificaciones técnicas para los trabajos de obras complementarias, soluciones típicas y análisis de precios unitarios para mantenimiento vial.

## CAPÍTULO I

### 1. EL PROBLEMA

#### 1.1. Tema de investigación:

Instructivo técnico para la evaluación, reparación y conservación de la infraestructura vial, utilizando la metodología técnica y teórica del proyecto “Mantenimiento Vial por Resultados de la Red Vial Estatal E30, tramo Pelileo – Luna Bonsay”.

#### 1.2. Justificación:

La infraestructura vial del Ecuador a lo largo de su historia ha sido víctima constante de deterioros, ya sea a causa de la peligrosidad sísmica del país o los factores climáticos y sociales; a este problema se suma el poco y defectuoso mantenimiento que reciben las carreteras de la patria, provocando una afectación directa al desarrollo económico y productivo de la nación, fomentando así la pobreza y restringiendo el acceso a productos, bienes y servicios necesarios para la población. [1]

Las carreteras intercantonales de la Provincia de Tungurahua son eficientes desde el punto de vista técnico, ya que poseen un trazado seguro a pesar de encontrarse en una topografía montañosa, adicional a esto la gran mayoría de vías de la Provincia tienen como superficie de rodadura una carpeta asfáltica de buen diseño y la señalización tanto horizontal como vertical es aceptable.

La disponibilidad, operatividad, confort y seguridad de las vías utilizadas para el transporte es esencial para garantizar la competitividad productiva y turística del país frente a otras naciones de la región así como también para promover el desarrollo local y mejorar la calidad de vida de sus habitantes. [2]

Los costos del mantenimiento vial son relativamente bajos en comparación a los de una reconstrucción total de los diferentes componentes de la vía como son: calzada,

espaldones, obras de drenaje, seguridad vial y derecho de vía; además gracias a un correcto y oportuno mantenimiento se prolonga la vida útil de cada uno de estos elementos, ayudando así a ahorrar recursos económicos que en la actualidad escasean. [3]

El presente proyecto de mantenimiento vial por resultados tiene su base en el programa de conservación vial del Ministerio de Transporte y Obras Públicas que en concordancia con este proyecto tienen la misión y visión de implementar planes, programas y proyectos que garanticen una red de transporte seguro y competitivo mediante una infraestructura con estándares de eficiencia y calidad, contribuyendo así al desarrollo social y económico del país. [4]

La importancia de realizar un proyecto técnico que contemple los diferentes puntos de un mantenimiento vial tecnificado como son: los procedimientos constructivos para la puesta a punto de una vía, el control de índices y estándares para cada elemento de la infraestructura vial, los niveles mínimos de seguridad y confort para carreteras, las soluciones constructivas típicas en los diferentes elementos y los precios que estos conllevan, es crucial. Este documento a la vez facilitará a las instituciones municipales y gubernamentales encargadas de la vialidad del país gestionar y ejecutar un correcto mantenimiento vial basado en normas técnicas de ingeniería que les permitirá brindar un servicio seguro y de calidad a los usuarios. [5]

### **1.3. Objetivos**

#### **1.3.1. Objetivo General:**

Disponer de una cartilla técnica que permita evaluar, solucionar y conservar la infraestructura vial utilizando la metodología técnica y teórica del proyecto “Mantenimiento vial por Resultados de la Red Vial Estatal E30”.



### **1.3.2. Objetivos Específicos:**

- Disponer de una cartilla técnica sobre el procedimiento en general que se realiza en el mantenimiento vial por resultados del Ministerio de Transporte y Obras Públicas para la Red Vial Estatal E30.
- Preparar formatos para la evaluación de la estructura existente, el análisis de estándares e índices de servicio de la infraestructura vial y para la recolección de datos en obra.
- Realizar los cálculos, ensayos de campo, diseños y reparaciones que se requieren para mantener un nivel de servicio óptimo en cada elemento de la infraestructura vial.
- Disponer de una cartilla de soluciones típicas de mantenimiento en base a las mediciones obtenidas en las vías.
- Proponer una gama de precios para las soluciones de mantenimiento que sean requeridas.

## CAPÍTULO II

### 2. FUNDAMENTACIÓN

#### 2.1. Investigaciones Previas.

Las vías tanto a nivel mundial como a nivel nacional se han convertido en el pilar fundamental para mejorar el desarrollo de los poblados en varios aspectos como el turismo, la comunicación, el comercio, la economía, etc. Para que una vía cumpla con su principal objetivo que es producir el desarrollo de los poblados a los que conecta, se necesita que las mismas se encuentren en un estado óptimo de servicio. Para lograr este estado las vías deberían someterse a un análisis técnico de todos los elementos que conforman su estructura, lo que permitiría encontrar y rectificar sus falencias y que finalmente servirían como una guía para proceder con un adecuado mantenimiento según las necesidades.

El Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO) de Ecuador es la entidad gubernamental que tiene entre otras funciones las de fiscalizar, construir y mantener la Red Vial Estatal de todas las provincias del país. Para cumplir con una de sus funciones que es la de mantener en un buen nivel de servicio a la Red Vial Estatal, la institución implementó el Programa Nacional de Mantenimiento y Conservación Vial, que tiene como objetivo principal garantizar un nivel óptimo de servicio, confort, comodidad y seguridad en todas las vías de la nación.

Dentro del Programa Nacional de Mantenimiento y Conservación Vial se encuentra el Programa de Conservación Por Niveles de Servicio que está vigente desde el año 2012 y que pretende abarcar aproximadamente una longitud de 6.204,13 km entre vías arteriales y colectoras a nivel nacional. El proyecto “Mantenimiento por Resultados de la Carretera Pelileo – Baños – Puyo, Red Vial Estatal E30” también se enmarca dentro del Programa de Conservación Por Niveles de Servicio con la diferencia de que su financiamiento es un préstamo con el Banco Interamericano de Desarrollo (BID).

El proyecto “Mantenimiento por Resultados de la Carretera Pelileo – Baños – Puyo, Red Vial Estatal E30” se encuentra ubicado entre las provincias de Tungurahua y

Pastaza y tiene una longitud aproximada de 81 km divididos en 9 tramos o sectores según su ubicación y su capa de rodadura. El tramo a analizar en este proyecto se encuentra dentro del primero y segundo de ellos y va desde el distribuidor de tráfico Patate – Baños en la zona de Pelileo Viejo en la abscisa Km 15+000 y culmina en el sector de Luna Bonsay en la abscisa Km 22+000. En el presente proyecto se trabajará desde el km 0+000 que equivaldría al km 15+000 de la Red Vial Estatal E30.

La carretera Pelileo – Baños – Puyo o Red Vial Estatal E30 es una vía de mucha importancia ya que une a las Zonas de la Sierra y la Amazonía conectando a las Provincias de Tungurahua y Pastaza, por lo que se necesita que la misma permanezca siempre en condiciones adecuadas de transitabilidad y movilidad. Dicha carretera ha estado sujeta a deterioros normales por el tránsito de vehículos y del medio ambiente, pero además ha recibido daños en su estructura por la caída de material desde los taludes de corte que se formaron en su construcción y que no se estabilizaron adecuadamente.

Debido a estos daños la carretera tuvo que ser intervenida con mejoras en el pavimento, elementos de seguridad vial, obras de drenaje, derecho de vía y estabilización de taludes. Para la realización de estos trabajos el MTOP mediante Licitación Pública Internacional LPI-No. 002, llamó a concurso público para la ejecución del proyecto “Mantenimiento por Resultados de la Carretera Pelileo – Baños – Puyo, Red Vial Estatal E30” el cual fue adjudicado al contratista: Compañía Verdú S.A. Para elegir la fiscalización del proyecto igualmente se llamó a concurso público y la fiscalización ganadora fue el consorcio GRUSAMAR – ELSAMEX, mientras que la administración del Contrato estuvo a cargo del MTOP - Dirección Provincial de Tungurahua.

El tramo Pelileo – Luna Bonsay de 7km de longitud servirá de tramo ejemplo para este instructivo técnico. Este tramo ha sido elegido ya que se constituye por un pavimento flexible que es el pavimento más utilizado en el país, además en este sector se realizaron trabajos en toda la vía, incluyendo un punto crítico.

Para realizar el análisis, reparación y mantenimiento de los elementos de la vía, así como de la estabilización de taludes es necesario basarse en los estudios e investigaciones previas ejecutadas por el contratista Compañía Verdú S.A. en su Oferta para la Licitación Pública Internacional LPI- No 002 y en su Diseño Ejecutivo de Ingeniería.

Es necesario también tomar como referencia los Pliegos de Licitación para la Contratación del Mantenimiento por Resultados de la Carretera Pelileo – Baños – Puyo Red vial Estatal E30 realizados por parte del MTOP y que servirán como referencia para evaluar y controlar los parámetros técnicos de la etapa de obras obligatorias y los estándares e índices de servicio de la etapa del mantenimiento.

## **2.2. Fundamentación Legal.**

Este proyecto estará basado en los siguientes sustentos legales:

- Especificaciones generales para la construcción de Caminos y Puentes; MOP-001-F-2002
- Normas de Diseño Geométrico de Carreteras, MTOP-001-F-2003
- Norma Ecuatoriana Vial NEVI-12-MTOP
- Ley de Caminos de la República del Ecuador

## **2.3. Fundamentación Teórica.**

### **2.3.1. Vías**

**Vía:** Estructura debidamente acondicionada para la circulación de vehículos de forma continua y con niveles adecuados de comodidad y seguridad.

### 2.3.1.1. Clasificación de las Vías

#### 2.3.1.1.1 Por el tipo de terreno

En las vías clasificadas por el tipo de terreno los factores predominantes son la topografía y la pendiente. Existen tres tipos de terrenos para esta clasificación:

- **Llano (Ll):** Son terrenos mayormente planos que requieren de poco movimiento de tierras y permiten a los vehículos pesados mantener una velocidad aproximada a la de los vehículos livianos.
- **Ondulado (O):** Estos terrenos requieren de movimientos de tierras moderados y permiten alineamientos más o menos rectos. Debido a la pendiente de este tipo de terreno los vehículos pesados reducen considerablemente su velocidad en relación a la velocidad de los vehículos livianos.
- **Montañoso (M):** Son terrenos que requieren de grandes movimientos de tierras y poseen una pendiente pronunciada. Los vehículos pesados permanecen con velocidades sostenidas en rampa durante gran parte del trayecto.

#### 2.3.1.1.2 Por su función Jerárquica

- **Corredores Arteriales:** También denominadas Vías Primarias, son vías las cuales abarcan un gran volumen de tránsito y en las que se alcanzan las mayores velocidades de circulación. Pueden ser carreteras de calzadas separadas (Autopistas) o de calzada única (Clase I y II). Estas vías al ser las de mayor jerarquía deben cumplir estándares de diseño y construcción específicos ya que conectan a capitales de Provincias, cruces de frontera y puertos. Los corredores arteriales son denominados como Troncales si su recorrido va de Norte a Sur y Transversal si su recorrido es de Este a Oeste, además todas reciben un nombre o código que comienza con la letra E, seguido de números de uno o dos dígitos, número impar para las Troncales y número par para las Transversales.

- **Vías Colectoras:** Las vías colectoras o también llamadas Vías Secundarias tienen como principal objetivo conectar las carreteras de zonas urbanas o rurales con los Corredores Arteriales o Vías Primarias. Estas vías de acuerdo a su importancia son de Clase I, II, III y IV. Adicionalmente al tener menor demanda de usuarios ayudan a regular el tráfico de las vías primarias.
- **Caminos Vecinales:** Son vías que se encuentran en la Clase IV y V, y que en su mayoría pertenecen a carreteras rurales. Tienen un volumen de tráfico bajo pero aportan al dar continuidad a la malla estratégica vial.

**Cuadro N.- 1: Relación Función, Clase MOP y Tráfico**

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

Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras” MTOP-001-F-2003

### 2.3.1.1.3 Por su Competencia

Mediante esta clasificación la red nacional, la cual comprende todas las carreteras del territorio ecuatoriano, se divide en: Red Vial Estatal, Red Vial Provincial y Red Vial Cantonal. La administración de cada una de ellas estará a cargo de una entidad pública de orden Nacional, Provincial y Cantonal como se indica a continuación:

- **Red Vial Estatal:** La conforman todas las carreteras administradas por el Ministerio de Transporte y Obras Públicas, principalmente la componen los Corredores Arteriales o Vías Primarias.

- **Red Vial Provincial:** Esta red está compuesta por las carreteras administradas por los Consejos Provinciales.
- **Red Vial Cantonal:** La componen las carreteras administradas por los Consejos Municipales.

#### 2.3.1.1.4 Por el Tráfico Proyectado.

Para esta clasificación se toma en cuenta la proyección del tráfico futuro para un periodo de 15 o 20 años, lo que permite asignar las vías a una determinada Clase según su importancia.

**Cuadro N.- 2: Clasificación de Carreteras en Función del Tráfico Proyectado**

<b>CLASIFICACIÓN DE CARRETERAS EN FUNCIÓN DEL TRÁFICO PROYECTADO</b>	
<b>Clases de Carreteras</b>	<b>Tráfico Proyectado TPDA*</b>
R-I o R-II (2)	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 indicado es el volumen de tráfico promedio diario anual proyectado de 15 a 20 años. Cuando el pronóstico de tráfico para el año 10 sobrepasa 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 de vehículos equivalentes.	

Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras” MTOP-001-F-2003

#### 2.3.1.2. Tráfico

Para realizar el diseño de una vía se debe tener entre otros datos la información sobre tráfico con todas sus variables, debido a que las características del diseño geométrico estarán en función del tráfico proyectado. Por el mismo motivo se requiere una toma de información del tráfico actual y los tipos de vehículos que están transitando, para

después mediante proyecciones matemáticas calcular el tráfico futuro que recibirá la carretera, dicho cálculo deberá ser realizado considerando todas las posibilidades de aumento de tráfico para que posteriormente no exista congestión vehicular.

#### **2.3.1.2.1. Tráfico Promedio Diario Anual**

El Tráfico Promedio Diario Anual o TPDA por sus siglas, es la unidad de medida de tráfico de una determinada carretera.

El MTOP en [6] dicta que para calcular el TPDA se debe considerar lo siguiente:

- En vías de un solo sentido de circulación, el tráfico será el contado en ese sentido.
- En vías de dos sentidos de circulación, se tomará el volumen de tráfico en las dos direcciones. Normalmente para este tipo de vías, el número de vehículos al final del día es semejante en los dos sentidos de circulación.
- Para el caso de Autopistas, generalmente se calcula el TPDA para cada sentido de circulación, ya que en ellas interviene lo que se conoce como FLUJO DIRECCIONAL que es el % de vehículos en cada sentido de la vía: esto, determina composiciones y volúmenes de tráfico diferentes en un mismo período.

Para determinar datos más reales del tráfico se requiere de una estación de conteo permanente la cual brinde toda la información del tráfico presente, además de las variaciones de tráfico diarias, semanales y estacionales.

Se puede realizar dos tipos de conteo: Manual y Automático, el conteo manual brinda información más precisa sobre el tráfico que transita además de los giros que realizan los vehículos. Se recomienda un conteo permanente del tráfico por 7 días seguidos en una semana que no esté afectada por alguna circunstancia especial.



Debido a que el tráfico no es constante y varía según la hora, día, semana o mes se debe considerar unos factores por la variación del tráfico. Estos factores son:

- **Factor Horario (FH):** Factor que permite transformar el volumen de tráfico contado en un número determinado de horas por un volumen diario promedio
- **Factor Diario (FD):** Convierte el número de vehículos diario promedio, en volumen semanal promedio.
- **Factor Semanal (FS):** Factor que permite transformar el número de vehículos semanal promedio, en volumen mensual promedio
- **Factor Mensual (FM):** Es el factor que permite convertir el número de vehículos mensual promedio, en Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA)

Finalmente, la fórmula para calcular el TPDA es:

$$TPDA = T_o \times FH \times FD \times FS \times FM$$

Siendo:  $T_o$  el conteo realizado del tráfico.

#### 2.3.1.2.2. Tráfico Futuro

El tráfico futuro es una proyección a 15 o 20 años del tráfico actual e influenciado también por el aumento normal del tráfico, el tráfico generado y el aumento por desarrollo. También el tráfico futuro influirá en otros temas como la velocidad de diseño, la clasificación de la carretera y el diseño geométrico del proyecto. La información del tráfico futuro también sirve para conocer si la vía debe ser reparada o debe aumentar su capacidad.

Para la determinación del tráfico futuro según [6] se realiza una comparación entre el volumen máximo de tráfico que pueda llevar la carretera y el volumen

correspondiente a la 30ava hora u hora pico o trigésimo volumen horario anual más alto, que es el volumen horario excedido sólo por 29 volúmenes horarios durante un año determinado.

### 2.3.1.2.3. Crecimiento normal del tráfico actual

Cuando se pretende mejorar una carretera existente, el tráfico actual también estará compuesto por lo siguiente:

- **Tráfico existente:** Es aquel tráfico utilizado antes del mejoramiento de la carretera y que se lo obtiene de las investigaciones de tráfico
- **Tráfico desviado:** Es el volumen de tráfico que es atraído después del mejoramiento de la carretera, ya sea por menores tiempos de recorrido, menor distancia, etc.
- **Tráfico generado:** Es un incremento de tráfico a la carretera que solo se produciría si en la misma se realizan las mejoras propuestas.
- **Tráfico desarrollado:** Es un incremento al volumen de tráfico debido al desarrollo en la zona de influencia de la nueva carretera, como el aumento de producción comercial y turística, residencia en la nueva vía, etc.

**Cuadro N.- 3: Tasa de crecimiento de tráfico en el Ecuador**

Tasa de crecimiento vehicular (Ecuador)		
Tipo de Vehículo	Período	
	1990-2000	2000-2010
Livianos	5%	4%
Buses	4%	3,50%
Camiones	6%	5%

Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras” MTOP-001-F-2003

### **2.3.2. Diseño Geométrico**

El diseño geométrico de una carretera es de vital importancia para la buena realización de un proyecto vial. Un correcto diseño geométrico debe garantizar una circulación vehicular sin interrupciones, permitir que los autos circulen a la velocidad de diseño, procurar que el trazado sea eficiente y en general que el usuario tenga un viaje cómodo y seguro. Para lograrlo todos los elementos geométricos de la carretera deben estar convenientemente relacionados entre sí, de tal forma que cada elemento geométrico conforme una sola vía.

Para realizar un diseño geométrico adecuado en [7] dictan los criterios que el diseñador tiene que contemplar, estos son: seguridad, comodidad, funcionalidad, entorno, economía, estética y elasticidad. Cada uno de estos criterios debe estar vinculado a todas las etapas del proyecto y especialmente a la etapa del diseño geométrico.

De igual manera el autor [7] enuncia algunos factores que intervienen en el diseño geométrico definitivo, estos factores pueden ser internos y externos:

#### **Factores Externos:**

- Las características físicas (Topografía, geología, climatología, hidrología).
- El volumen y características del tránsito actual y futuro.
- Los recursos económicos de que se pueda disponer para su estudio, construcción y mantenimiento.
- Los aspectos ambientales
- Los desarrollos urbanísticos existentes y previstos en la zona de influencia.
- Los parámetros socioeconómicos del área de influencia (uso de la tierra, empleo, producción)
- La calidad de las estructuras existentes.

- Los peatones
- Tráfico de ciclistas
- La seguridad vial

#### **Factores Internos:**

- Las velocidades a tener en cuenta
- Las características de los vehículos
- Los efectos operacionales de la geometría
- Las características del tráfico
- Las capacidades de las vías
- Las aptitudes y comportamiento de los conductores
- Las restricciones a los accesos

#### **2.3.2.1. Velocidad de Diseño**

La velocidad de diseño es la máxima velocidad a la que un vehículo puede circular con seguridad siempre y cuando las condiciones climáticas sean favorables, esta velocidad estará en función del tipo de terreno, de las características físicas y geométricas de la vía, la cantidad de tráfico, la cercanía de zonas pobladas, la importancia de la carretera, etc.

Para la elección de la velocidad de diseño se procurará que la misma sea la máxima velocidad con la que se pueda circular con seguridad, eficiencia, comodidad, desplazamiento y movilidad para los vehículos.

La variación de la velocidad de diseño entre tramos contiguos de la vía no deberá ser mayor a 20km/h, y este cambio de velocidad tendrá que ir guiado por una señalización progresiva y a una distancia adecuada para que el conductor pueda bajar su velocidad paulatinamente.

**Cuadro N.- 4: Velocidades de diseño**

Tipo de Carretera	Valor Recomendable			Valor Absoluto		
	LL	O	M	LL	O	M
R-I ó R-II	120	110	90	110	90	80
I	110	100	80	100	80	70
II	110	100	80	100	80	60
III	100	80	60	90	70	50
IV	90	70	60	80	60	40
V	70	60	50	50	40	40

Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras” MTOP-001-F-2003

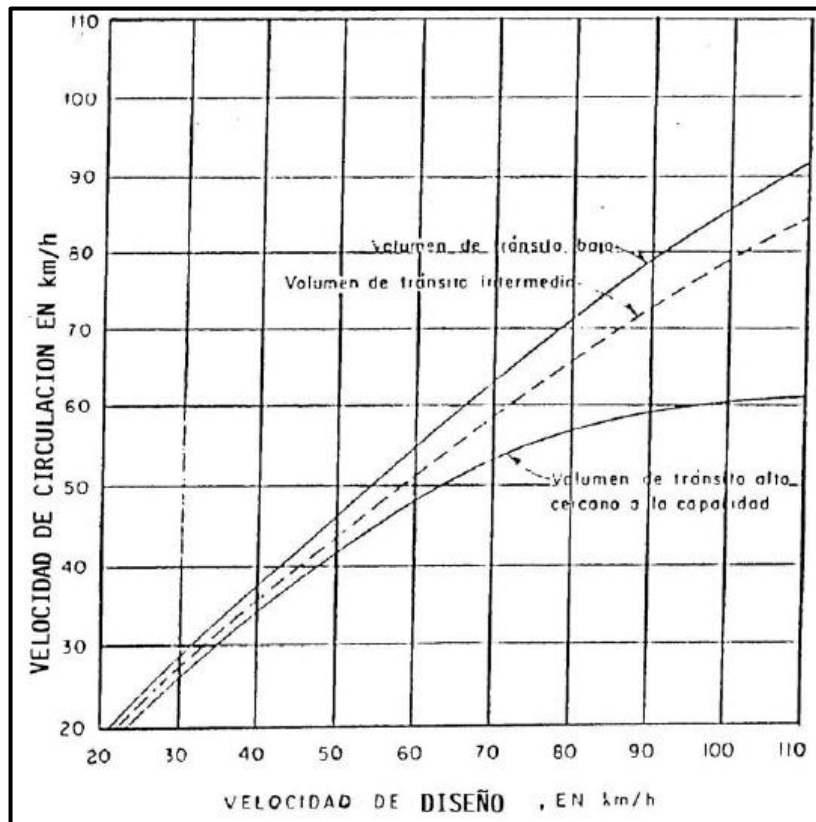
Una vez seleccionada la velocidad de diseño adecuada según las características del proyecto, se procede a calcular los elementos geométricos de la carretera con la velocidad de diseño seleccionada.

### **2.3.2.2. Relación entre la velocidad de circulación y el diseño**

La velocidad de circulación definida por [6] dice que “es la velocidad real de un vehículo a lo largo de una sección específica de carretera y es igual a la distancia recorrida dividida para el tiempo de circulación del vehículo, o a la suma de las distancias recorridas por todos los vehículos o por un grupo determinado de ellos, dividida para la suma de los tiempos de recorrido correspondientes”.

Esta velocidad demuestra la calidad del servicio que están recibiendo los usuarios que circulan por la carretera, por ello es importante conocer las velocidades de circulación de los vehículos que transitarán por dicha vía.

**Gráfico N.- 1: Relación entre la velocidad de circulación y diseño**



Fuente: "Normas de Diseño Geométrico de Carreteras" MTOP-001-F-2003

### 2.3.2.3. Alineamiento Horizontal

Según [6], el alineamiento horizontal es "la proyección del eje del camino sobre un plano horizontal". El alineamiento horizontal se compone de dos elementos que son: las tangentes y las curvas, ya sean curvas de transición o circulares. Para conectar dos tangentes de diferente trayectoria se utilizan curvas de diferentes tipos.

#### 2.3.2.3.1. Tangentes

Para [6], la tangente se define como "la proyección sobre un plano horizontal de las rectas que unen las curvas", es decir que, la función principal de las tangentes es la de unir a las curvas mediante proyecciones de rectas. Al intersecarse dos tangentes se localizan dos puntos principales, el PI que es el punto de intersección de las

prolongaciones de dos tangentes contiguas y el  $\alpha$  (ángulo alfa) que es el ángulo que se forma de la prolongación de una tangente con la siguiente.

#### **2.3.2.3.2. Curvas Circulares**

Las curvas circulares sirven principalmente para conectar dos proyecciones de tangentes mediante un arco de círculo que está definido por un radio. Las curvas circulares pueden ser de dos tipos, curvas circulares simples y compuestas.

Uno de los elementos propios de la curva circular es el grado de curvatura, que es el ángulo que forma un arco de 20 metros y permite la circulación segura de los vehículos con el peralte máximo a la velocidad de diseño.

Otro elemento característico de la curva circular es el radio de curvatura y como su propio nombre lo dice es el radio de la curva circular.

La fórmula para obtener el grado de curvatura está en función del radio de curvatura y viceversa, dicha fórmula es la siguiente:

$$Gc = \frac{1145,92}{R}$$

Siendo:

Gc: El grado de curvatura de la curva circular

R: El radio de curvatura de la curva circular

#### **2.3.2.3.3. Radio Mínimo de curvatura horizontal**

Es el radio mínimo de curvatura en el que pueden circular los vehículos con seguridad y a la velocidad de diseño tomada, este radio mínimo también está en

función del peralte y el coeficiente de fricción lateral. Éste radio estará directamente ligado al diseño del alineamiento.

La ecuación para el cálculo del radio mínimo de curvatura es la siguiente:

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

Siendo:

R: El radio mínimo de curvatura horizontal en metros lineales (m)

V: La velocidad de diseño en kilómetros por hora (km/h)

f: El coeficiente de fricción lateral

e: El peralte de la curva en metro por metro ancho de la calzada (m/m)



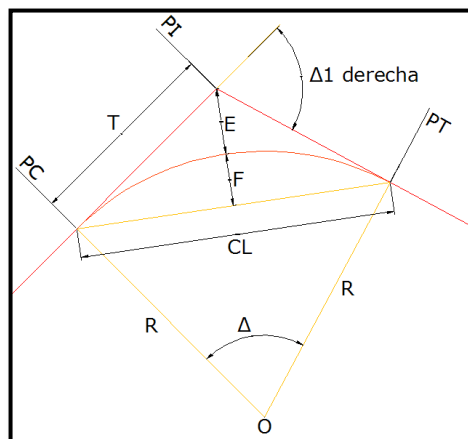
**Cuadro N.- 5: Radios mínimos de curvas horizontales en relación con el Peralte (e) y el Coeficiente de fricción lateral (f)**

Velocidad de Circulación Km/h	f	Radio Mínimo Calculado				Radio Mínimo Recomendado			
		10%	8%	6%	4%	10%	8%	6%	4%
20	0,350	7	7	8	8	-	20	20	20
25	0,315	12	13	13	14	-	20	25	25
30	0,284	19	20	21	22	-	25	30	30
35	0,255	27	29	31	33	-	30	35	35
40	0,221	39	42	45	48	-	42	45	50
45	0,206	52	56	60	65	-	58	60	66
50	0,190	68	73	79	86	-	75	80	90
60	0,165	107	116	126	138	110	120	130	140
70	0,150	154	168	184	203	160	170	185	205
80	0,140	210	229	252	280	210	230	255	280
90	0,134	273	298	329	367	275	300	330	370
100	0,130	342	375	414	463	350	375	415	465
110	0,124	425	467	518	581	430	470	520	585
120	0,120	515	567	630	630	520	570	630	710

Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras” MTOP-001-F-2003

En la siguiente representación gráfica se ilustra una curva horizontal simple con sus diferentes elementos.

**Gráfico N.- 2: Curva horizontal simple**



Fuente: J. Montejo; “Diseño Geométrico de Carreteras”. Eco ediciones. Bogotá. 2002.

Siendo:

PI: Punto de intersección de la prolongación de las tangentes

PC: Punto de comienzo o inicio de la curva simple

PT: Punto de fin o terminación de la curva simple

$\Delta$  o  $\alpha$ : Ángulo de deflexión de las tangentes

R: Radio de la curva circular

E: External

F: Ordenada media

CL: Cuerda larga

T: Tangente

#### **2.3.2.3.4. Curvas de transición**

Las curvas de transición tienen como objetivo principal conectar el tramo tangente con las curvas circulares y a la vez ayudan al desarrollo del peralte y del sobreechancho. Estas curvas favorecen a la seguridad ya que permiten que el conductor maniobre fácilmente en la entrada de las curvas y permanezca en su propio carril.

La curva más apropiada para realizar estas transiciones son las clotoides o espiral de Euler, las clotoides tiene igual forma pero varían en longitud dependiendo el caso.

En el siguiente gráfico se ilustra una curva de transición o clotoide.



las llantas y la calzada puedan contrarrestar el efecto de la fuerza centrífuga que se produce en una curva.

Para calcular el peralte tenemos la siguiente ecuación:

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

Siendo:

e: El peralte de la curva en metro por metro ancho de la calzada (m/m)

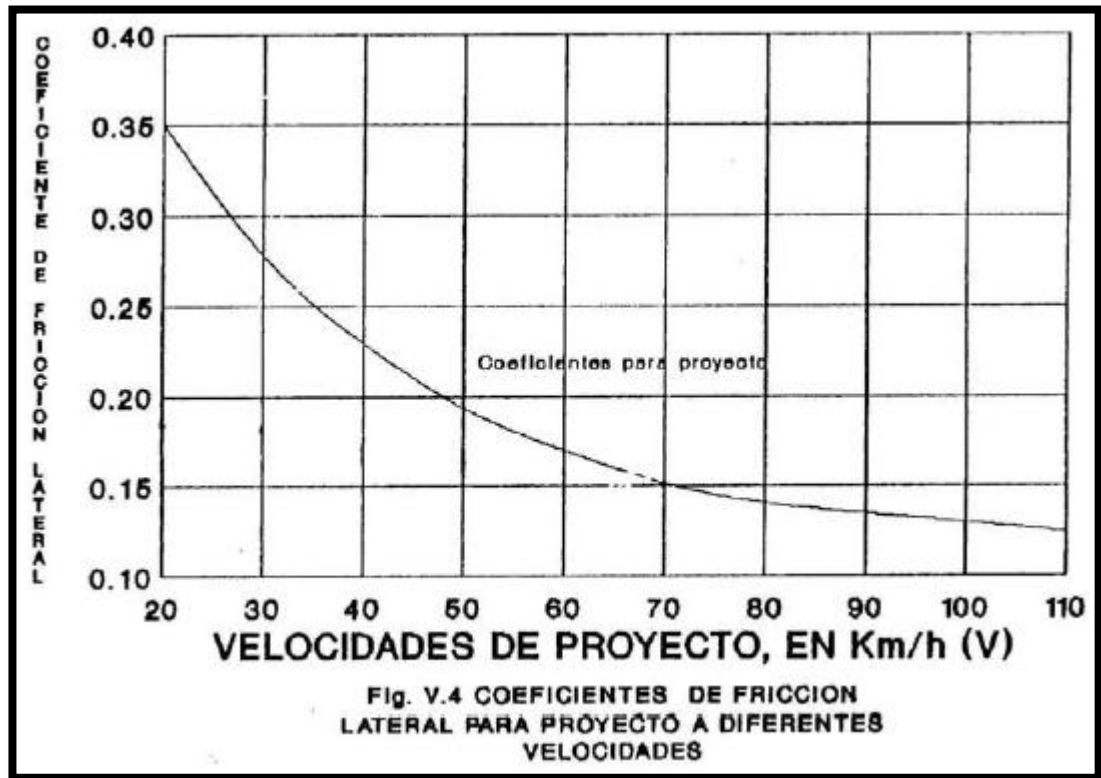
V: La velocidad de diseño en kilómetros por hora (km/h)

R: El radio mínimo de curvatura horizontal en metros lineales (m)

f: El coeficiente de fricción lateral

Para calcular el coeficiente de fricción lateral (f), debemos guiarnos por el siguiente gráfico

**Gráfico N.- 4: Coeficientes de fricción lateral para diferentes velocidades**



Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras” MTOP-001-F-2003

#### 2.3.2.4.1 Magnitud del peralte

Anteriormente ya se habló de la importancia del peralte para ayudar a contrarrestar los efectos de la fuerza centrífuga que se produce en una curva horizontal, por ello la magnitud del peralte debe ser calculada adecuadamente, ya que si se coloca un peralte demasiado alto el vehículo que circula puede resbalar hacia el interior de la curva y producir accidentes.

Por la misma razón se recomienda utilizar un peralte máximo del 10% en vías de superficie de rodadura asfáltica, de concreto o empedradas y con velocidades de diseño superiores a 50km/h. Para caminos vecinales tipo 4,5 y 6 con superficie de rodadura de capa granular se recomienda un peralte máximo del 8%.

### **2.3.2.5. Sobreancho en Curvas**

Los sobreanchos en curvas tienen el objeto de brindar mayor seguridad y comodidad a los usuarios ofreciendo una mayor longitud transversal de la calzada. Los sobreanchos en curva se realizan debido a que en una curva los vehículos ocupan mayor espacio porque las ruedas traseras marcan una trayectoria ubicada en la parte interior de la descrita por las ruedas delanteras y además al conductor se le dificulta mantenerse en su carril debido a que no aprecia su posición cuando transita por una curva.

El sobreancho mínimo que sugiere [6] es de 30cm para velocidades de diseño menores a 50km/h y de 40cm para velocidades de diseño mayores a 50km/h.

### **2.3.2.6. Distancia de visibilidad**

Distancia de visibilidad se le llama al trayecto de carretera que el conductor observa frente a él, la distancia de visibilidad es de mucha importancia en términos de seguridad y eficiencia a la hora de transitar por una vía.

En este tema se analizan dos aspectos fundamentales que son, la distancia que se necesita para que un vehículo se detenga y la distancia que se necesita para que un vehículo pueda rebasar a otro.

#### **2.3.2.6.1. Distancia de visibilidad para que un vehículo se detenga**

Esta distancia es la longitud mínima que un conductor que transita a o cerca de la velocidad de diseño necesita para detener su vehículo al observar un objeto, es decir que, la mencionada distancia debe estar presente en cualquier punto de la carretera ya que pueden existir objetos en todo el trayecto.

Para la determinación de la distancia de parada se consideran el tiempo que el conductor necesita para percibir el objeto y reaccionar, y el tiempo en que el conductor puede frenar su vehículo. Esto quiere decir que la distancia de parada será

la sumatoria de las dos distancias que se requieren debido a los tiempos mencionados anteriormente.

La ecuación para obtener la distancia de visibilidad para que un vehículo se detenga es la siguiente:

$$DVP = 0,7V + \frac{V^2}{254 f}$$

Siendo:

DVP: Distancia de Visibilidad de Parada

V: La velocidad de diseño en kilómetros por hora (km/h)

f: Fricción longitudinal

#### **2.3.2.6.2. Distancia de visibilidad para rebasamiento.**

Es la distancia mínima necesaria para que un conductor pueda realizar la maniobra de rebasamiento de un vehículo con seguridad. En ocasiones el conductor puede rebasar a más de un vehículo a la vez, cuando esto sucede las consideraciones de rebasamiento son iguales a las de rebasamiento de un solo vehículo ya que estos análisis son holgados.

Las distancias que se analizan para el rebasamiento son las siguientes:

- La distancia recorrida durante el tiempo de percepción/reacción del vehículo rebasante y hasta que alcanza el carril izquierdo
- La distancia recorrida por el vehículo rebasante durante el tiempo que permanece en el carril izquierdo.

- Distancia de 30 a 90 metros entre el vehículo rebasante y el vehículo que viene en sentido opuesto
- La distancia que recorre el vehículo que viene en sentido opuesto durante los 2/3 de la distancia recorrida por el vehículo rebasante mientras permanece en el carril izquierdo

Con una relación de las distancias ya mencionadas, se obtiene la ecuación para calcular la distancia de visibilidad para rebasamiento:

$$DVR = 9,54V - 218$$

Siendo:

DVR: La distancia de visibilidad de rebasamiento

V: La velocidad de diseño en kilómetros por hora (km/h)

### **2.3.2.7. Alineamiento Vertical**

El alineamiento vertical tiene la misma importancia que el diseño del alineamiento horizontal y está directamente relacionado con los elementos del alineamiento horizontal como las curvas horizontales, las distancias de visibilidad y la velocidad de diseño.

#### **2.3.2.7.1. Gradientes**

Los valores de gradiente dependerán directamente de la topografía del terreno y deberán ser gradientes bajas en lo posible para permitir que los vehículos de transitan lleven una velocidad de circulación razonable.



En el siguiente cuadro se enuncian las gradientes máximas permitidas en función del Tipo de carretera y la topografía del terreno.

**Cuadro N.- 6: Valores de Gradientes longitudinales máximas en función del Tipo de Carretera y Tipo de terreno**

Tipo de Carretera	Valor Recomendable			Valor Absoluto		
	LL	O	M	LL	O	M
R-I ó R-II	3	3	4	3	4	6
I	3	4	6	3	5	7
II	3	4	7	4	6	8
III	4	6	7	6	7	9
IV	5	6	8	6	8	12
V	5	6	8	6	8	14

Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras” MTOP-001-F-2003

El valor de gradiente longitudinal mínimo es del 0.5%, aunque también se puede asimilar una gradiente mínima del 0% cuando el pavimento tenga un buen drenaje transversal y en rellenos de más de 1 metro de altura.

#### **2.3.2.7.2. Curvas Verticales**

Las curvas verticales tienen como objetivo principal el de conectar dos pendientes consecutivas, de tal forma que el vehículo no sienta un movimiento brusco debido al cambio de pendiente. La forma que más se adapta al objetivo de la curva vertical es la parábola. Las curvas verticales son de dos tipos, las curvas verticales cóncavas y las curvas verticales convexas.

#### **Curvas Verticales Cóncavas**

La longitud de las curvas verticales cóncavas estará en función de la relación entre la longitud de los faros de luz de los vehículos y la distancia de visibilidad de parada, por ese motivo se requiere que su longitud sea lo más larga posible.

Para obtener la longitud vertical de la curva se utiliza la siguiente ecuación:

$$Lv = K \times A$$

Siendo:

Lv: Longitud vertical de la curva

K: Coeficientes utilizado en curvas cóncavas

A: Diferencia entre gradientes consecutivas

La longitud mínima de las curvas cóncavas deberá satisfacer la siguiente expresión:

$$Lvmin = 0,60V$$

Siendo:

Lvmin: Longitud mínima para la curva vertical

V: La velocidad de diseño en kilómetros por hora (km/h)

### **Curvas verticales Convexas**

La longitud de las curvas verticales convexas estará directamente relacionada con la distancia de visibilidad de parada, teniendo en cuenta que la altura del ojo de un conductor promedio es 1,15m y la altura de un objeto sobre la carretera es 0,15m aproximadamente.

Para obtener la longitud vertical de la curva, al igual que en las curvas verticales cóncavas se utiliza la siguiente ecuación:

$$Lv = K \times A$$

Siendo:

Lv: Longitud vertical de la curva

K: Coeficientes utilizado en curvas convexas

A: Diferencia entre gradientes consecutivas

Los valores para obtener el coeficiente (K) para ambos tipos de curvas se expresan a continuación, y estarán en función del tipo de Carretera y Tipo de terreno:

**Cuadro N.- 7: Valores mínimos para los coeficientes (K)**

Tipo de Carretera	Valor Recomendable			Valor Absoluto		
	LL	O	M	LL	O	M
R-I ó R-II	115	80	43	80	43	28
I	80	60	28	60	28	12
II	60	43	19	43	28	7
III	43	28	12	28	12	4
IV	28	12	7	12	3	2
V	12	7	4	7	3	2

Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras” MTOP-001-F-2003

### 2.3.2.8. Secciones Transversales Típicas

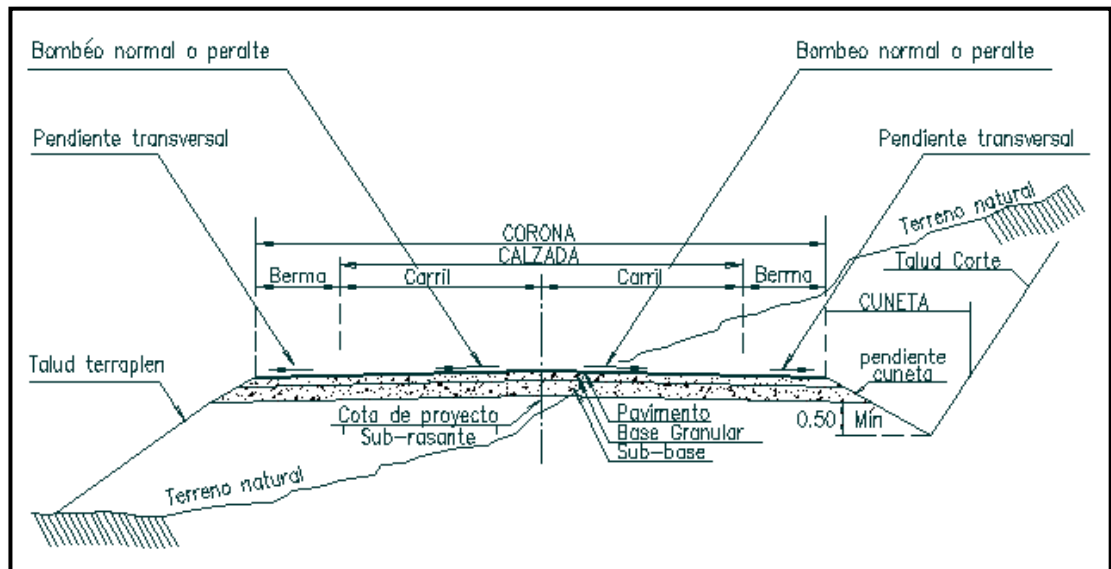
La sección transversal de una carretera deberá ser la más adecuada según las características de la misma, dependerá de aspectos como la importancia de la vía, el volumen de tráfico, la velocidad de diseño, el tipo de terreno, tamaño del vehículo de diseño, economía, posibilidades de mantenimiento y los elementos que se necesiten colocar para brindar seguridad y nivel de comodidad.

### 2.3.2.8.1. Ancho de la Sección Transversal Típica

Una sección transversal típica a lo ancho consta de la siguiente infraestructura vial:

- Pavimento
- Espaldones
- Taludes interiores
- Cunetas

**Gráfico N.- 5: Elementos de una sección transversal típica**



Fuente: “Diseño Geométrico de Carreteras” James cárdenas Grisales, 2004

### 2.3.2.8.2. Calzada

La calzada es la parte de la estructura vial destinada a la libre circulación de los vehículos y en general consta de una superficie de rodadura de carpeta asfáltica, concreto u otro afirmado que permita una transitabilidad adecuada. La mayoría de calzadas tienen dos carriles de circulación, uno por cada sentido del tránsito.

Los carriles que conforman la calzada por lo general tienen un ancho de 3.00m, 3.30m, 3.50m y 3,65m, este ancho será suficiente para la adecuada circulación vehicular de una sola fila de vehículos y dependerá del volumen de tráfico, tipo de terreno y la velocidad de diseño.

El cuadro mostrado a continuación ilustra los anchos de calzada recomendados en función del Tipo de Carretera y el Tipo de Terreno.

**Cuadro N.- 8: Anchos de calzada en función del Tipo de Carretera**

Tipo de Carretera	Valor Recomendable	Valor Absoluto
R-I ó R-II	7,30	7,30
I	7,30	7,30
II	7,30	6,50
III	6,70	6,00
IV	6,00	6,00
V	6,50	4,00

Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras” MTOP-001-F-2003

## **Corona**

Es la sección de carretera que incluye la calzada y los espaldones o bermas.

### **2.3.2.8.3. Espaldones**

Los espaldones o bermas son la parte contigua a la calzada y que es utilizada principalmente para el estacionamiento temporal de vehículos, brindar al conductor una sensación de mayor amplitud de carretera, ayuda a mejorar la distancia de visibilidad en curvas horizontales, sirve como soporte lateral al pavimento y proporciona un área para la colocación de señalamiento, iluminación, barras de seguridad, etc.

El ancho de los espaldones va desde 0.50m hasta 3.0m dependiendo la Clase de Carretera y el Tipo de Terreno. Por lo general se recomienda que los espaldones deban pavimentarse con el mismo material de la calzada.

#### 2.3.2.8.4. Taludes

Los taludes son superficies inclinadas de un corte o un relleno que aportan en la seguridad y estética de una carretera. Los mismos dependerán principalmente de las características geométricas de la vía y de las condiciones del suelo, especialmente del tipo de terreno, que será el factor determinante para el rubro de movimientos de tierras, que suele ser el de mayor costo en terrenos montañosos.

Para el diseño de un talud se deberá tomar la menor pendiente económicamente posible. En el siguiente cuadro se muestran las pendientes recomendadas para taludes terrenos planos.

**Cuadro N.- 9: Valores de Pendientes de Taludes en Terrenos Planos**

Clase de Carretera	Talud	
	Corte	Relleno
R-I ó R-II > 8000 TPDA	3:1	4:1
I 3000 a 8000 TPDA	3:1	4:1
II 1000 a 3000 TPDA	2:1	3:1
III 3000a 1000 TPDA	2:1	2:1
IV 100 a 300 TPDA	1,8-1:1	1,5-2:1
V Menos de 100 TPDA	1,8-1:1	1,5-2:1

Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras” MTOP-001-F-2003

#### Explanación

La explanación son los cortes y rellenos (terraplenes) que se realizan en una carretera hasta poder llegar al nivel de la obra básica.

### 2.3.2.8.5. Tipos de Superficie de Rodadura

La elección del tipo de superficie de rodadura dependerá de dos factores principales que son la facilidad de escurrimiento de las aguas superficiales y la indeformabilidad de la superficie. Existen pavimentos de grado estructural alto, intermedio y bajo, en los cuales la diferencia de calidad y características de los dos factores mencionados anteriormente es considerable.

En el cuadro mostrado a continuación se muestran los tipos de superficie de rodadura recomendados en función de la Clase de Carretera.

**Cuadro N.- 10: Clasificación de Superficies de Rodadura**

Clase de Carretera	Tipo de Superficie
R-I ó R-II > 8000 TPDA	Alto grado estructural, carpeta asfáltica, hormigón
I 3000 a 8000 TPDA	Alto grado estructural, carpeta asfáltica, hormigón
II 1000 a 3000 TPDA	Grado estructural medio; carpeta asfáltica o triple tratamiento
III 3000a 1000 TPDA	Bajo grado estructural, doble tratamiento superficial bituminoso
IV 100 a 300 TPDA	Grava, DTSB
V Menos de 100 TPDA	Grava, empedrado, tierra

Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras” MTOP-001-F-2003

### 2.3.2.8.6. Sistemas de Drenaje

El sistema de drenaje de una carretera es un conjunto de elementos que permiten que las aguas que se encuentran en la calzada, aguas que cruzan la vía y aguas en niveles freáticos, sean evacuadas de forma adecuada y así continuar con el funcionamiento y operación normal de la vía.

Un sistema de drenaje convencional está formado por el drenaje longitudinal y el drenaje transversal.

### **2.3.2.8.6.1 Drenaje Longitudinal**

El drenaje longitudinal es un conjunto de elementos que sirven para evacuar las aguas de lluvia que caen sobre la calzada y las aguas por niveles freáticos, además capta el agua que superficial o internamente se dirige hacia la vía.

Los principales elementos que conforman un drenaje longitudinal son:

#### **Cuneta**

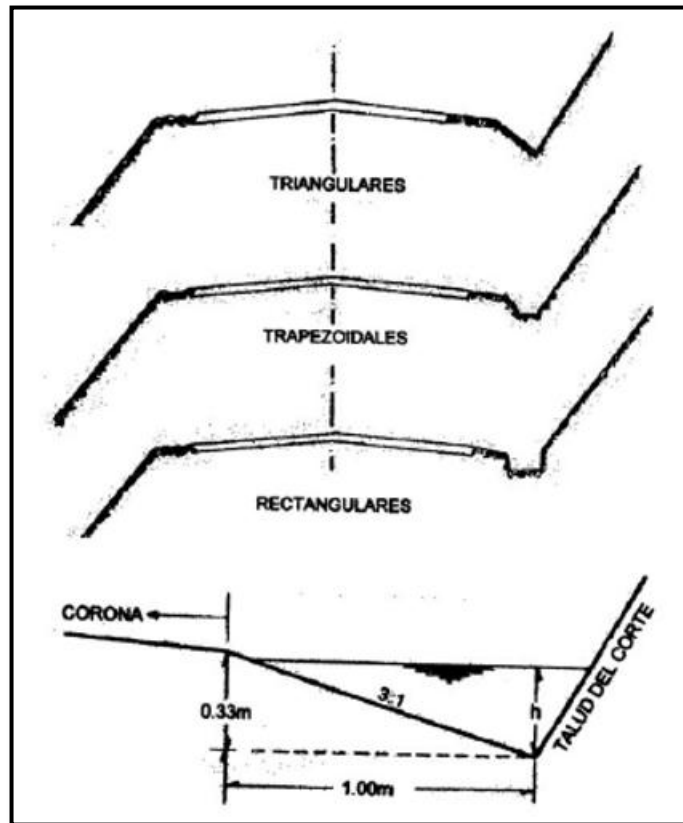
Las cunetas son zanjas o canales que pueden ser revestidos o no, ubicadas paralelamente a la carretera y que cumplen la función de captar las aguas lluvias que caen sobre la corona de la vía, de taludes o de zonas cercanas, para después llevarlas a una obra transversal o drenaje natural.

Para el diseño de una cuneta se tomará en cuenta que la pendiente de la misma deberá ser similar a la pendiente de la carretera y con un valor mínimo del 0.5%. Las velocidades recomendadas del agua que conduce la cuneta son de 3.0m/s en zampeado de piedra y 4.0m/s en hormigón.

Las formas que puede tomar una cuneta son variadas dependiendo del área hidráulica requerida, pero en general las más utilizadas por la facilidad constructiva y mantenimiento son las triangulares. A continuación, se presenta un gráfico con las formas más comunes de cunetas y las dimensiones típicas de cunetas triangulares.



**Gráfico N.- 6: Formas Típicas para Cunetas y Dimensiones Típicas para Cunetas Triangulares.**

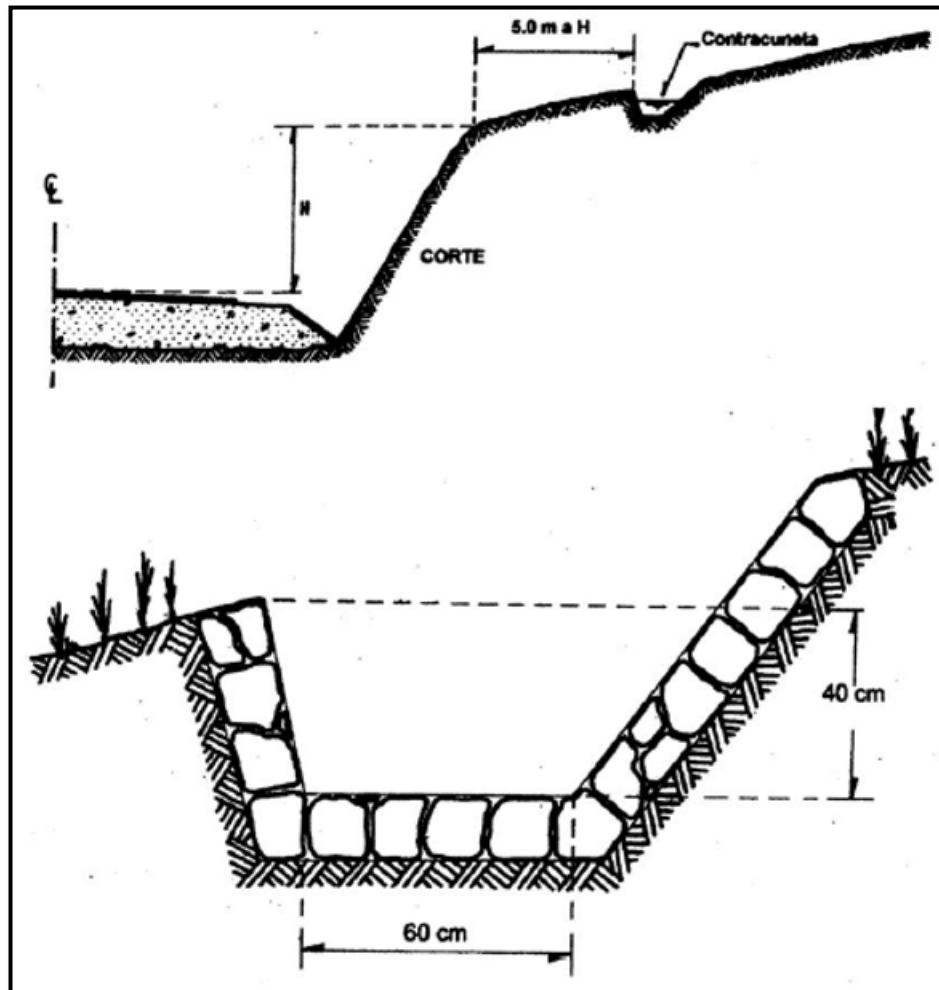


Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras” MTOP-001-F-2003

### **Cunetas de Coronación**

Son también llamadas contracunetas y se localizan en zonas cercanas a las coronas de los taludes de corte, su función es la de interceptar el agua superficial que va en dirección a la vía y así poder evitar la erosión del talud y el aumento de caudal por aguas superficiales.

**Gráfico N.- 7: Localización y Dimensiones típicas de Cuneta de Coronación**



Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras” MTOP-001-F-2003

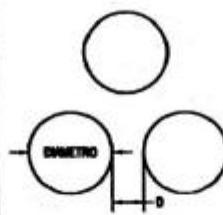
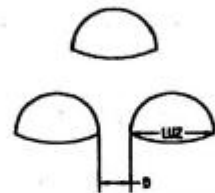
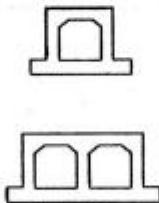
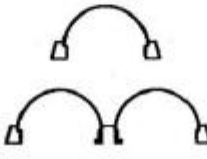
#### **2.3.2.8.6.2 Drenaje Transversal**

El drenaje transversal es un conjunto de elementos que como su propio nombre lo dice se localizan en dirección transversal al eje de la carretera. Entre las obras principales para drenaje transversal se encuentran las alcantarillas y los puentes.

## Alcantarillas

Las alcantarillas son obras de drenaje cerradas que se instalan transversalmente al eje de la carretera y por debajo de las mismas. La función principal es la de conducir aguas provenientes de diferentes fuentes como: aguas de cuencas hidrográficas, arroyos, acequias, canales de riego y cunetas. Las alcantarillas pueden ser de formas variadas, siendo la de forma de tubo circular simple la más utilizada. Los materiales para su construcción pueden ser: hormigón armado, lámina de acero corrugado plástico, lámina de aluminio corrugado y lámina de acero inoxidable.

**Gráfico N.- 8: Formas típicas para Alcantarillas y sus materiales**

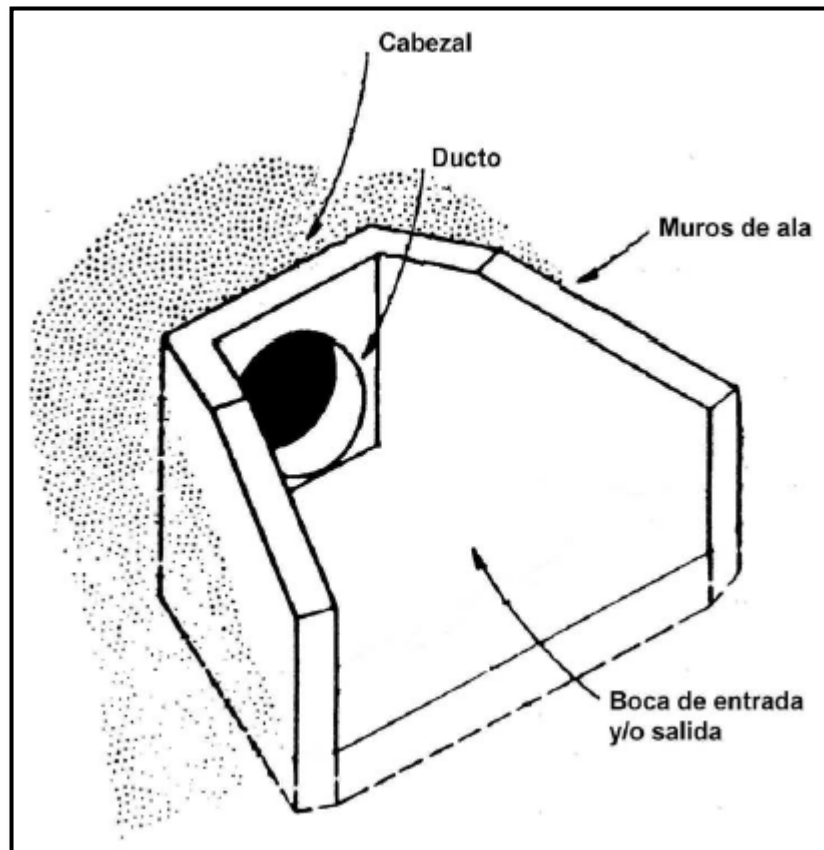
TIPO DE ALCANTARILLA	SECCION TIPICA	MATERIALES COMUNES
TUBO CIRCULAR SIMPLE O MULTIPLE		HORMIGON ARMADO METAL <sup>(1)</sup> CORRUGADO
TUBO EN ARCO, DE TRAMO SIMPLE O MULTIPLE		METAL <sup>(1)</sup> CORRUGADO
ALCANTARILLA DE CAJON SIMPLE O MULTIPLE		HORMIGON ARMADO
BOVEDA SIMPLE O MULTIPLE		METAL <sup>(1)</sup> CORRUGADO SOBRE BASE DE HORMIGON ARMADO

NOTA: (1) EL METAL INCLUYE HIERRO GALVANIZADO, ACERO Y ALEACION DE ALUMINIO

Fuente: "Normas de Diseño Geométrico de Carreteras" MTOP-001-F-2003

Para las consideraciones del diseño de una alcantarilla se deberá tomar en cuenta las características de la cuenca hidráulica que requiere ser drenada y las condiciones generales de la carretera. Los principales elementos que se pueden distinguir en una alcantarilla son: cabezal, ducto y muros de ala.

**Gráfico N.- 9: Elementos de una Alcantarilla**



Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras” MTOP-001-F-2003

### **2.3.2.8.6.3 Obras complementarias**

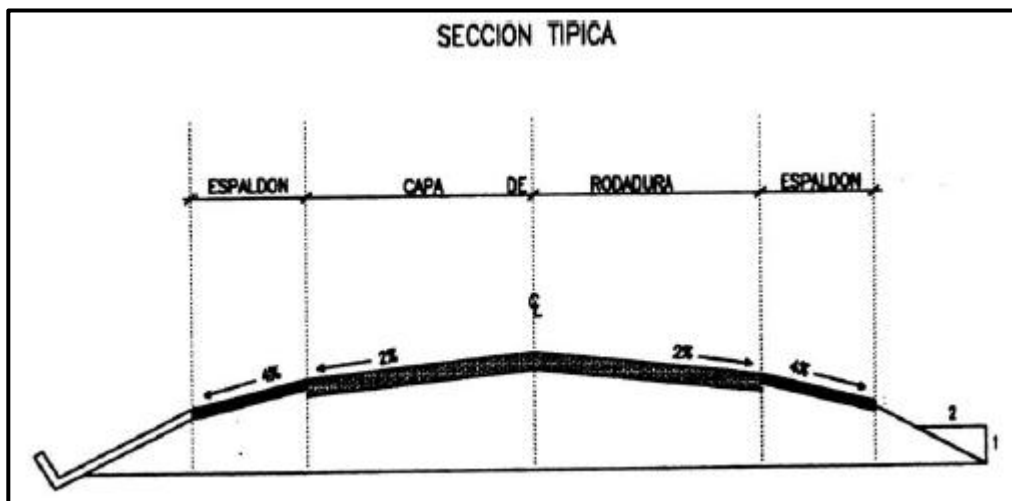
Las obras complementarias de drenaje principales son las siguientes: el bombeo, las bermas, las rampas de descarga, sembrado de vegetación y canales interceptores. Cabe recalcar que estas obras no son de uso universal, ya que cada una deberá ser añadida al proyecto solo de ser necesaria su utilización.

#### 2.3.2.8.6.4. Bombeo

El bombeo es la pendiente transversal que se le proporciona a la corona de la vía y cuya función es la de escurrir las aguas que caen sobre la calzada hacia los espaldones.

Para el diseño de la pendiente transversal se recomiendan valores del 2% de pendiente en la capa de rodadura y un bombeo del 4% en los espaldones.

**Gráfico N.- 10: Pendiente transversal**



Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras” MTOP-001-F-2003

#### 2.3.2.9. Derecho de Vía

El derecho de vía es un concepto jurídico que según [8], “consiste en la facultad de ocupar en cualquier tiempo, el terreno necesario para la construcción, conservación, ensanchamiento, mejoramiento o rectificación de caminos”, el cual, de manera general, “se extenderá a veinte y cinco metros medidos desde el eje de la vía hacia cada uno de sus costados, distancia a partir de la cual podrá levantarse únicamente el cerramiento, debiendo, para la construcción de la vivienda, observar un retiro adicional de cinco metros”

El derecho de vía en carreteras de mayor importancia como las administradas por el MTOP, [8] dicta que, “emitirá el respectivo Acuerdo Ministerial que amplíe el Derecho de Vía según las necesidades técnicas”

A su vez [8] también enuncia: “Queda absolutamente prohibido a los particulares, construir, plantar árboles o realizar cualquier obra en los terrenos comprendidos dentro del derecho de vía salvo cuando exista autorización del Ministerio de Obras Públicas y con excepción de los cerramientos que se efectuarán con material que sean fácilmente transportables a otro lugar, tales como las cercas de malla de alambre o de alambre de púas”.

Todas estas disposiciones ayudan a la seguridad, mantenimiento y estética de la vía, así como a la rapidez de trabajos previos, en caso de una ampliación vial o construcción de una nueva carretera. Las mencionadas leyes también ayudan a que no se produzca el efecto denominado “Contaminación Visual”, que permite la distracción del conductor en la vía debido a la existencia de elementos externos no pertenecientes a la señalización vertical como: Vallas de Publicidad, Rótulos, etc., y que a pesar de las leyes existentes se suelen encontrar dentro del derecho de vía.

### **2.3.3. Estudio de Suelos**

El estudio de suelos de un proyecto vial es de gran importancia sobre todo en el diseño transversal de la carretera, ya que de las características físicas y mecánicas de la subrasante dependerán los espesores de las diferentes capas de la estructura del pavimento. Para el suelo de fundación o subrasante los factores que se tomaran muy en cuenta son, su resistencia y la susceptibilidad a la humedad.

Para los respectivos ensayos del suelo se requiere de un profesional especializado para realizarlos, la toma de muestras básicamente consistirá en una investigación de campo a todo lo largo de la vía, a través de la realización de calicatas o pozos exploratorios que permitan obtener la suficiente cantidad de muestras para su posterior ensayo en laboratorios. Las muestras se tomarán de calicatas de 1.5m a 2.0m de profundidad y realizadas cada 200m a 500m dependiendo el tipo de vía y el tipo de suelo. Una vez realizados los ensayos se analizarán e interpretarán los resultados para así poder entrar a la fase de diseño.

Los ensayos de laboratorio que permitirán conocer las diferentes propiedades mecánicas y físicas del suelo de fundación o subrasante son los siguientes:

- Granulometría
- Límites Atterberg
- CBR
- Contenido de Humedad
- Humedad óptima (Proctor) y Densidad máxima

#### **2.3.3.1. Ensayo de Granulometría**

El ensayo granulométrico tiene el objetivo de determinar cuantitativamente la distribución de tamaños de partículas del suelo.

El método más sencillo para determinar la granulometría del suelo es el análisis granulométrico por tamizado de la norma ASTM D-422. Este ensayo describe los métodos por el cual determinamos los porcentajes de suelo que pasan por los distintos tamices que van desde tamices con aberturas desde 3” hasta el tamiz N.-200 (0.075mm).

#### **2.3.3.2. Límites Atterberg**

Los límites Atterberg o límites de consistencia, son valores de humedad o contenido de humedad en los que el suelo pasa de un estado a otro. El suelo puede encontrarse en estado sólido, semisólido, plástico y líquido según sus valores de humedad.

Los límites de consistencia pueden ser límite líquido, límite plástico y límite de contracción, pero también se han definido índices correlacionados con los límites de

Atterberg los cuales son: índice de plasticidad, índice de liquidez e índice de contracción.

#### **2.3.3.3. Límite Líquido**

Es el valor de contenido de humedad que si es superado el suelo entra a un estado líquido, mientras que, si es inferior el suelo entra en un estado plástico. En este punto el suelo tiene un comportamiento como el de un fluido viscoso que fluye bajo su propio peso. Si el contenido de humedad se altera, el suelo en este estado cambia de volumen.

#### **2.3.3.4. Límite Plástico**

Es el valor de contenido de humedad que si es superado el suelo pasa a un estado plástico, mientras que, si es inferior el suelo pasa a un estado semisólido. En este estado el suelo es fácilmente deformable bajo cualquier presión. Al igual que en el límite líquido, si el contenido de humedad se altera, el suelo cambia su volumen.

#### **2.3.3.5. Límite de Contracción**

El límite de contracción es el contenido de humedad que si es superado pasa a un estado semisólido, y si el contenido de humedad es menor, el suelo entra en un estado sólido. El cambio de volumen en este estado del suelo solo se produce cuando se aumenta el contenido de humedad.

#### **2.3.3.6. Índice de Plasticidad**

El índice de plasticidad también fue definido por Atterberg y es un rango de contenidos de humedad que si es superado el suelo es plástico. Numéricamente expresado es la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico.



### 2.3.3.7. Ensayo de CBR

El ensayo de CBR sirve para obtener el valor del Soporte de California de suelo, el cual permite evaluar la calidad relativa del suelo para subrasante, subbase y base de pavimentos. Este ensayo se realiza en laboratorio con muestras alteradas, inalteradas o compactadas, ya estén saturadas o no.

El CBR del suelo es obtenido mediante la relación entre el esfuerzo que se requiere para que penetre un pistón 0.1 pulgadas en el suelo a ensayarse y el esfuerzo que se requiere para que penetre el pistón 0.1 pulgadas en una muestra patrón de piedra triturada, el resultado de esta relación es dado en porcentaje. Para poder calificar un suelo que se desea utilizar como subrasante hay que basarse en el siguiente cuadro:

**Cuadro N.- 11: Clasificación de Subrasante según el CBR (%)**

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

Fuente: Ministerio de Transporte y Comunicación de Perú, (2008)

### 2.3.3.8. Contenido de Humedad

El ensayo de contenido de humedad como su propio nombre lo dice, es un ensayo que se realiza para poder determinar el contenido de humedad de una muestra de suelo, con la ayuda de este ensayo podemos analizar el comportamiento del suelo en sus cambios de volumen, cohesión y estabilidad mecánica.

Uno de los métodos para la determinación del contenido de humedad es por medio del secado a horno, que se obtiene mediante una relación entre el peso del agua existente en la masa de suelo y el peso de las partículas sólidas, este resultado es expresado en porcentaje.

#### **2.3.3.9. Humedad óptima (Proctor) y Densidad máxima**

Mediante el ensayo Proctor ya sea estándar o modificado se obtiene una curva en la cual el pico más alto sugiere el contenido de humedad óptima a la cual la muestra de suelo llega a la densidad seca máxima. Dicho ensayo es importante en el control de calidad de la compactación de un suelo.

Para este ensayo se realiza una compactación en laboratorio de una muestra de suelo la cual se desea compactar, con la humedad calculada y en un molde cilíndrico de volumen conocido y con una energía de compactación especificada. Este método está basado en la compactación dinámica debida al golpe de un martillo metálico de peso conocido que se deja caer desde una altura específica, el suelo es compactado por capas, cada una con igual número de golpes.

#### **2.3.4. Pavimento**

Un pavimento es una estructura formada por varias capas, la cual descansa sobre un suelo de fundación o subrasante y que permite una circulación cómoda y segura de los vehículos que la transitan. Al nombre pavimento también se lo utiliza para designar solo a la capa de rodadura, especialmente cuando la misma está constituida por una carpeta.

Según [9], un adecuado pavimento debe satisfacer las siguientes condiciones:

- Resistir y distribuir a las capas inferiores los esfuerzos verticales, provenientes del tráfico.
- Proporcionar comunicación vehicular entre dos puntos en todo tiempo.

- Proporcionar una superficie de rodamiento segura, lisa y confortable, sin excesivo desgaste.
- Resistir los esfuerzos horizontales, volviendo más durable la superficie.
- Satisfacer los requerimientos ambientales y estéticos.
- Brindar una razonable economía.

#### **2.3.4.1. Tipos de Pavimentos**

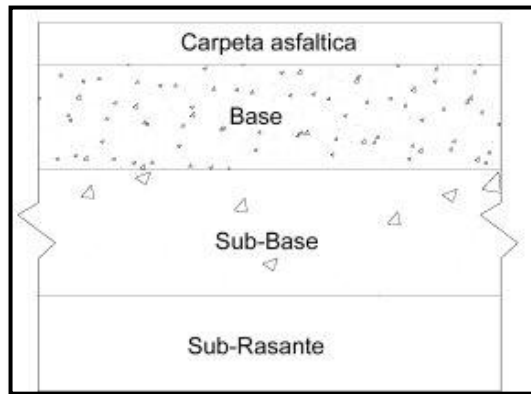
Existen 4 principales tipos de pavimentos que son los siguientes: pavimentos flexibles, pavimentos semi rígidos, pavimentos rígidos y pavimentos articulados

##### **2.3.4.1.1 Pavimentos Flexibles**

Este tipo de pavimentos se caracterizan principalmente porque se adaptan fácilmente a las deformaciones del suelo sin la aparición de otras tensiones.

Por lo general estos pavimentos están constituidos por una superficie de rodadura bituminosa la cual está apoyada sobre capas de materiales con ciertas características, denominadas subbase y base. La existencia de cualquiera de estas dos capas estará en función de las solicitaciones de cada proyecto, es decir, su uso no es universal.

**Gráfico N.- 11: Sección Transversal del Pavimento Flexible**



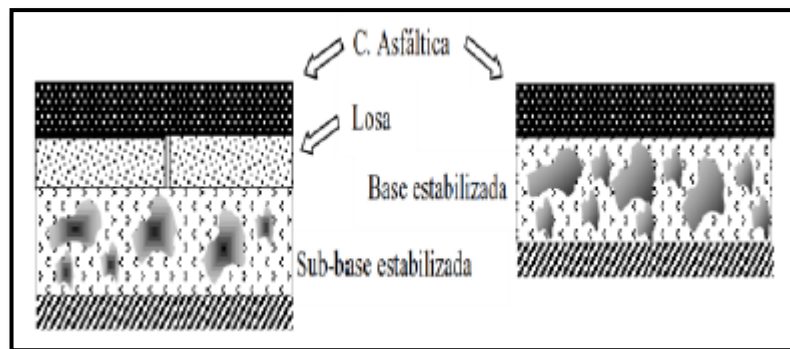
Fuente: “Pavimentación de las pistas aéreas”, Pasión por Volar (2012)

#### **2.3.4.1.2 Pavimentos Semi Rígidos**

Los pavimentos semi rígidos son muy similares en su estructura a la de los pavimentos flexibles, la diferencia radica en que una de sus capas granulares, ya sea la base o subbase, está mejorada artificialmente con un aditivo.

Los aditivos son utilizados para mejorar alguna de las propiedades mecánicas de las capas granulares y estos aditivos puede ser: asfalto, emulsión, cemento, cal y químicos.

**Gráfico N.- 12: Sección Transversal del Pavimento Semi Rígido**



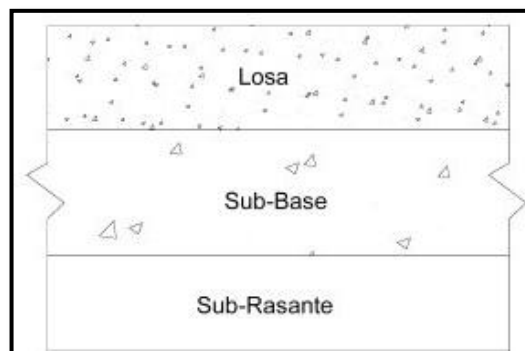
Fuente: “Guía para el diseño de la estructura del pavimento” ASSHTO 93

### 2.3.4.1.3 Pavimentos Rígidos

Es un tipo de pavimento el cual posee como principal característica una losa de hormigón de cemento portland como superficie de rodadura. Estos pavimentos no se adaptan a las deformaciones del suelo, pero sí pueden resistir esfuerzos de tracción.

En los pavimentos rígidos la losa de concreto, ya sea simple o reforzado (acero), está apoyada directamente sobre una capa de base o subbase, solo una de las dos capas granulares debido a la gran resistencia de la losa de concreto. La losa de hormigón se comporta como una viga y tiene gran resistencia a la flexión y al desgaste, la mezcla de concreto está constituida por cemento portland, agregados específicos en cuanto a tamaño y forma, aditivos químicos y agua.

**Gráfico N.- 13: Sección Transversal del Pavimento Rígido**



Fuente: “Pavimentación de las pistas aéreas”, Pasión por Volar (2012)

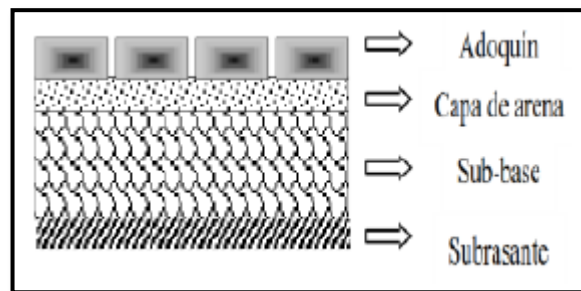
### 2.3.4.1.4 Pavimentos Articados

Es un tipo de pavimento que tiene como superficie de rodadura una capa elaborada con bloques de hormigón prefabricados llamados adoquines, que se alinean y unen entre sí para obtener una superficie uniforme y lisa.

Estos adoquines deberán cumplir ciertas especificaciones en cuanto a tamaño, forma, textura, resistencia a la compresión, resistencia al desgaste y a la flexión. Los

adoquines irán apoyados sobre una capa de arena y dependiendo de las características del suelo de fundación y el tipo de carretera, se podrán asentar directamente sobre la subrasante o una capa de subbase.

**Gráfico N.- 14: Sección Transversal del Pavimento Articulado**



Fuente: “Guía para el diseño de la estructura del pavimento” ASSHTO 93

#### **2.3.4.1.5 La Subrasante**

La subrasante o suelo de fundación es una capa que puede considerarse como la cimentación del pavimento y cuya función es la de soportar las cargas transmitidas por el pavimento y a la vez darle sustentación. Mientras mayor sea la calidad de la subrasante, menor será el espesor del pavimento. El terminado de esta capa deberá estar correctamente compactado y con las pendientes especificadas.

#### **2.3.4.1.6 La Sub-Base**

La subbase es una capa que se asienta sobre una subrasante aprobada y que a su vez, soporta a la capa de base, si esta existiera. Esta capa de espesor definido, estará conformada por materiales granulares de ciertas especificaciones en tamaño y forma.

Los principales objetivos que cumple la subbase son [10]:

- Servir de capa de drenaje del pavimento

- Controlar o eliminar en lo posible los cambios de volumen, elasticidad y disminuir la plasticidad que perjudican el material de la subrasante o terreno de fundación
- Controlar la capilaridad del agua, proveniente de niveles freáticos infrayacentes cercanos.

Las clases de sub-bases pueden ser: sub-bases de agregados o sub-bases modificadas

#### **2.3.4.1.6.1. Sub-bases de Agregados**

Están compuestas principalmente de agregados gruesos mezclados con agregados finos, estos agregados pueden ser triturados o cribados. Las sub-bases de agregados, a su vez se clasifican en:

- **Sub-base Clase 1:** Están compuestas por agregados obtenidos por trituración de rocas o gravas, su granulometría debe satisfacer los requerimientos para la granulometría clase 1 y el porcentaje mínimo del agregado obtenido por trituración deberá ser del 30%.
- **Sub-base Clase 2:** Son sub-bases conformadas por agregados obtenidos mediante trituración o cribado en yacimientos de piedras fragmentadas naturalmente o de gravas, deberán cumplir los requerimientos para la granulometría clase 2 y el porcentaje mínimo del agregado obtenido por trituración deberá ser del 30%.
- **Sub-base Clase 3:** Están constituidas por agregados naturales y procesados y que se hallen graduados uniformemente dentro de los límites para la granulometría clase 3.

**Cuadro N.- 12: 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 1/2 (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: “Especificaciones Generales para Construcción de Caminos y Puentes”  
MTO (2002)

Cabe recalcar que, los materiales granulares para sub-bases además de satisfacer los requisitos expuestos anteriormente, deben cumplir con las especificaciones de abrasión, límite líquido e índice de plasticidad.

#### **2.3.4.1.6.2. Sub-Bases Modificadas**

Son sub-bases conformadas por materiales granulares que provengan de procesos de trituración o cribado y se diferencia con las sub-base granulares porque su límite líquido e índice plástico deben ser mayores a los máximos especificados. Existen sub-bases modificadas de clase 1 y clase 2.

#### **2.3.4.1.7 La Base**

La base es una capa que tiene como principal objetivo el de absorber los esfuerzos que se transmiten por las cargas de los vehículos que transitan, y repartirlos hacia la capa inferior de sub-base y la de subrasante. Esta capa se colocará sobre un sub-base aprobada y servirá de soporte a la capa de rodadura.



Según [10], los objetivos que cumple la capa de base son los siguientes:

- Por su función estructural, reduce los esfuerzos cortantes que se transmiten hacia las capas inferiores.
- Ser resistente a los cambios de humedad y temperatura.
- No debe presentar cambios de volumen.
- Reducir el espesor de la capa de rodadura.

Las bases pueden tener la siguiente clasificación:

- **Base Clase 1:** Está constituida por agregados finos y gruesos y que deben ser triturados en un 100%, su granulometría debe satisfacer los requerimientos indicados en el cuadro N.- 13, para los tipos A y B.
- **Base Clase 2:** Son bases conformadas por fragmentos de roca o gravas trituradas, cuya fracción de agregado grueso deberá ser triturada en al menos un 50% en peso. La base clase 2 debe cumplir con los requerimientos de granulometría del cuadro N.- 13.
- **Base Clase 3:** Son bases conformadas por fragmentos de roca o gravas trituradas, cuya fracción de agregado grueso deberá ser triturada en al menos un 25% en peso. La base clase 3 debe cumplir con los requerimientos de granulometría del cuadro N.- 13.
- **Base Clase 4:** Estas bases están compuestas por agregados triturados o cribado de piedras fragmentadas naturalmente o de gravas. La base clase 4 debe cumplir con los requerimientos de granulometría del cuadro N.- 13.

**Cuadro N.- 13: Límites granulométricos para Bases**

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

Fuente: “Especificaciones Generales para Construcción de Caminos y Puentes”  
MTO (2002)

#### **2.3.4.1.8 La Capa de Rodadura**

El objetivo principal de la capa de rodadura es el de brindar a los usuarios de la vía una superficie de rodamiento segura y cómoda para transitar. Otro de los objetivos es el de proteger a la capa de base, dicha protección se da al no permitir que el agua de lluvia penetre en la base y también al evitar el desgaste de la misma debido al tráfico de vehículos. La capa de rodadura irá apoyada sobre la base o sub-base aprobada y con las pendientes especificadas.

### **2.3.5. Estabilización de Taludes**

#### **2.3.5.1. Talud**

Los taludes son superficies inclinadas de un corte o un relleno que aportan en la seguridad y estética de una carretera. Los mismos dependerán principalmente de las características geométricas de la vía y de las condiciones del suelo, especialmente del tipo de terreno, que será el factor determinante para el rubro de movimientos de tierras, que suele ser el de mayor costo en terrenos montañosos.

Cuando los taludes se producen de forma natural, se los denomina laderas, mientras que, cuando son construidos por el hombre se los llama cortes o taludes artificiales

#### **2.3.5.2. Estabilidad**

El termino estabilidad en el tema de estabilización de taludes se refiere a la seguridad de una masa de tierra contra la falla o movimiento. La inestabilidad de laderas (taludes naturales) se diferencia en mucho con la inestabilidad de taludes construidos por los ingenieros.

#### **2.3.5.3. Deslizamientos**

En estabilización de taludes, se produce un deslizamiento cuando la masa de tierra que se encuentra debajo del talud, o que sustenta al talud, se rompe y se desplaza, provocando un movimiento descendente de la masa de tierra. Cuando se produce un deslizamiento, también decimos que se produjo una falla del talud, siendo las fallas más comunes en taludes las siguientes:

- Deslizamientos Superficiales (creep)
- Movimiento del cuerpo del talud

- Flujo

### **2.3.5.3.1. Deslizamientos Superficiales (creep)**

Son fallas que por lo general se producen en laderas debido a fuerzas naturales que permiten que las partículas del suelo realicen un movimiento hacia abajo y hacia afuera. Estas fallas no se producen de forma abrupta, por lo contrario, el deslizamiento es lento pero continuo y se presenta mayormente en la zona superficial de la ladera.

En este tipo de falla se pueden dar dos clases de deslizamientos que son: el estacional, que afecta únicamente a la capa superficial de la ladera, y el masivo que influye en capas de tierra más profundas.

#### **Gráfico N.- 15: Ejemplo de Deslizamiento Superficial (creep)**



Fuente: “Estabilidad de Taludes”, Álvaro F. De Matteis (2003)

### 2.3.5.3.2. Movimiento del Cuerpo del Talud

Se producen cuando existen superficies de falla, las mismas que afectan generalmente a capas de suelo profundas, provocando así movimientos bruscos y de gran cantidad de tierras. Las superficies de falla se generan cuando en el suelo actúan esfuerzos de corte, los cuales superan a la resistencia a corte del material que conforma el talud. Este tipo de falla se las denomina deslizamientos de tierra, existen dos tipos de deslizamientos de tierra que son:

- **Falla Rotacional:** Las fallas rotacionales son provocadas por superficies de falla curvas que se asemejan a una circunferencia, y a lo largo de cual se produce el movimiento del suelo. Este tipo de fallas afecta más a los suelos de tipo arcillosos y aqueja a las capas superficiales, aunque la magnitud de afectación puede aumentar mientras mayor sea la pendiente.

Gráfico N.- 16: Falla Rotacional

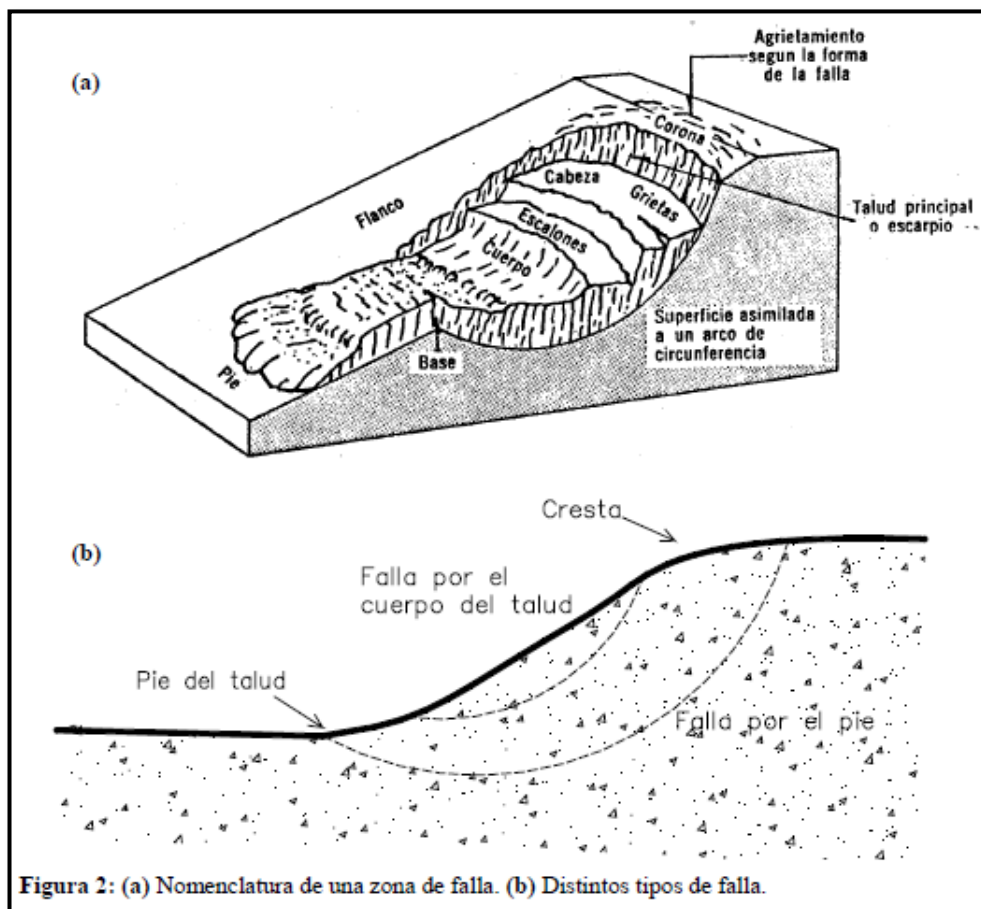
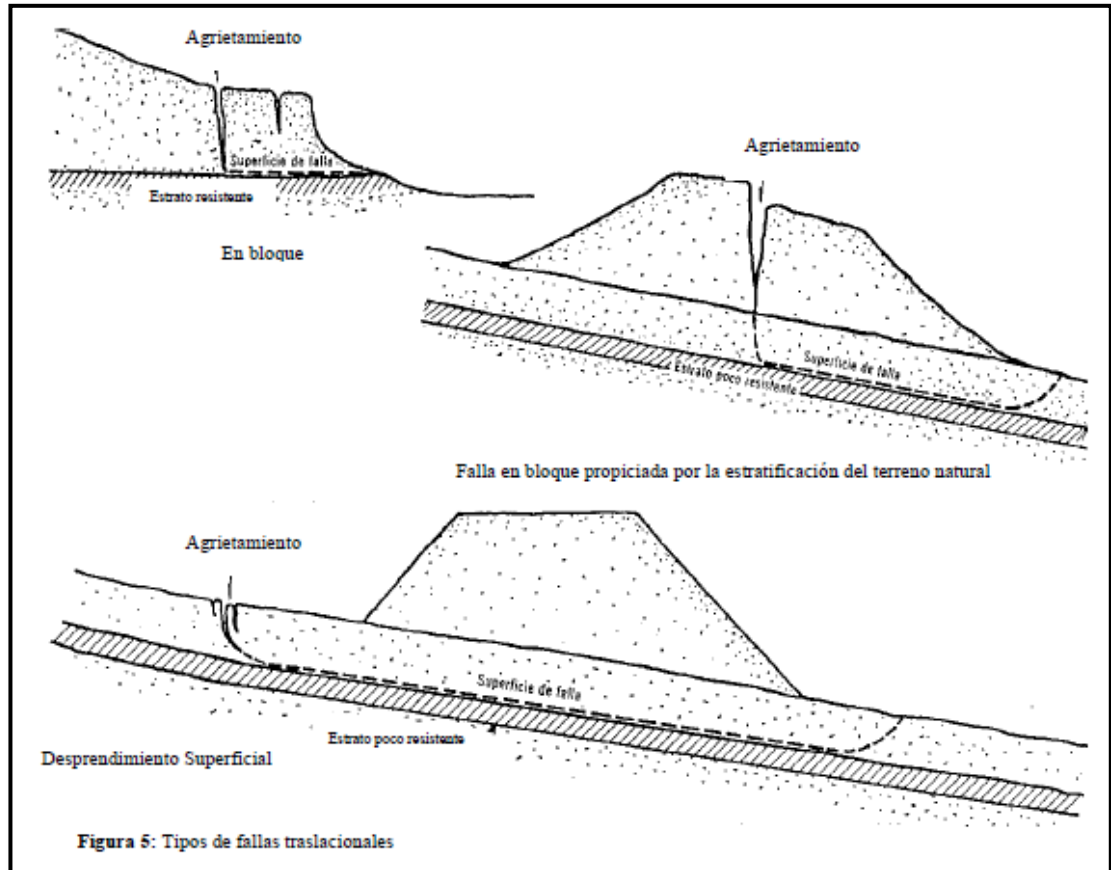


Figura 2: (a) Nomenclatura de una zona de falla. (b) Distintos tipos de falla.

Fuente: "Estabilidad de Taludes", Álvaro F. De Matteis (2003)

- **Falla Traslacional:** Estos deslizamientos de tierra son causados por superficies de falla, provocadas por la existencia de estratos débiles en las capas superficiales del talud. La falla se da por la presencia de estratos de poca resistencia como las arcillas, arenas y limos.

**Gráfico N.- 17: Tipos de Fallas Traslacionales**



Fuente: “Estabilidad de Taludes”, Álvaro F. De Matteis (2003)

### 2.3.5.3.3. Flujo

El flujo es un tipo de falla en laderas que se produce de forma rápida e inesperada, debido a que la superficie de falla no se distingue hasta el momento del deslizamiento. Se lo denomina flujo por la forma en la que se da el desplazamiento, el cual es parecido a un líquido viscoso.

El material que puede fluir es variado, pero generalmente se da en cualquier formación no consolidada, los materiales pueden ser: suelos finos o arcillas, fragmentos de rocas, depósitos de talud o lodos. En este tipo de fallas entran las avalanchas, que son flujos rápidos de tierras.

#### **2.3.5.4. Métodos de Estabilización**

Existen varios métodos para la estabilización de taludes, para elegir el método que más se adapte al problema, lo primero que se debe hacer es encontrar la causa o las causas que lo están originando. Otro aspecto importante para la elección del método es identificar el tipo de falla que se está suscitando en el talud.

Conociendo el tipo y las causas de la falla, se debe realizar un análisis de costos y factibilidad para la elección del método de estabilización de talud, adicional a esto se debe cuidar que el método que se elija no dañe mayormente la estética ni funcionalidad de la carretera.

A continuación, se presentan los métodos más usados para la estabilización de taludes:

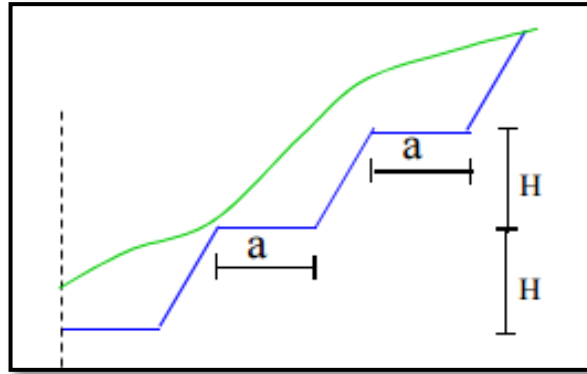
##### **2.3.5.4.1. Métodos de Excavación**

Los métodos para estabilizar taludes mediante excavación consisten básicamente en el movimiento de tierras de una masa de suelo específica del talud, la cual al ser removida brindará mayor estabilidad. Los tipos de excavación son los siguientes:

- La excavación en la zona de la corona del talud para evitar una concentración de masa de suelo en la parte superior del talud, y así impedir un deslizamiento de tierras.
- **Tendido del talud**, consiste en reducir la pendiente que posee el talud mediante excavación.

- **Conformación de bermas o Terraseo**, son plataformas que se realizan en forma escalonada en el cuerpo del talud.

**Gráfico N.- 18: Forma Típica de una Berma**



Fuente: “Estabilidad de Taludes”, Grupo de Geotecnia GG. Disponible en:  
[http://icc.ucv.cl/geotecnia/03\\_docencia/03\\_clases\\_catedra/clases\\_catedra\\_ms2/taludes\\_15\\_05\\_09.pdf](http://icc.ucv.cl/geotecnia/03_docencia/03_clases_catedra/clases_catedra_ms2/taludes_15_05_09.pdf)

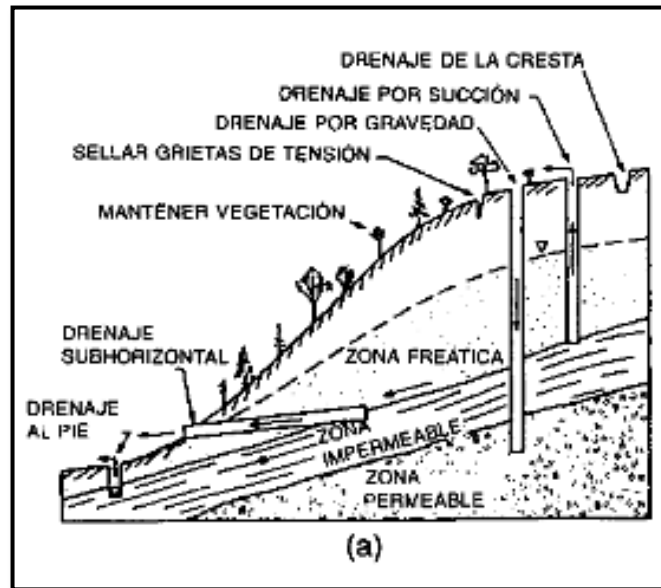
#### 2.3.5.4.2. Métodos de Drenaje

Los métodos de drenaje en el talud consisten en escurrir las aguas que puedan infiltrarse en el talud y puedan provocar inestabilidad. Estos métodos son:

- La colocación de drenes en forma horizontal al pie del talud, con la finalidad de evitar acumulación de humedad en la masa de tierra.
- Construir pozos continuos en la corona del talud, para evitar la infiltración de agua en la masa de tierra del talud.
- Construcción de canales que capten las aguas que puedan ingresar al talud y las conduzcan lejos del mismo.



Gráfico N.- 19: Drenaje en Taludes



Fuente: F. Arancibia, “Deslizamiento de taludes, guía para identificar problemas”, Ingeniería y Construcción, 2009, Disponible en: <http://facingconst.blogspot.com/2009/08/deslizamientos-de-taludes-guia-para.html>

#### 2.3.5.4.3. Métodos por Estructuras de contención

Estos métodos se basan en la construcción de estructuras en o cerca del talud, con el propósito de ayudar al soporte de la masa de suelo. Algunos de los métodos se describen a continuación:

- La construcción de **Muros de Contención** tipo cantiliver o en voladizo, ubicados al pie del talud para sostener posibles deslizamientos de masa de tierra.

### Gráfico N.- 20: Ejemplo de un Muro de Contención



Fuente: “Muros de Contención”, Construmática. Disponible en:  
[http://www.construmatica.com/construpedia/Muros\\_de\\_Contenci%C3%B3n\\_\(cimentaci%C3%B3n\)](http://www.construmatica.com/construpedia/Muros_de_Contenci%C3%B3n_(cimentaci%C3%B3n))

- La colocación de **Pilotes Verticales** ubicados en la corona del talud que permitan controlar a las superficies de falla.
- La colocación de **Pernos de Anclaje** en el cuerpo del talud, los mismos que se pueden anclar en roca o suelo y se los usa generalmente en taludes de gran altura.

Además de los métodos para estabilización de taludes presentados, existen una gran variedad de los mismos que mediante avanza la tecnología son implementados. Otros métodos bastante utilizados actualmente son la hidrosiembra, el concreto lanzado, colocación de biomantas, geoceldas, etc.

## Gráfico N.- 21: Aplicación de Concreto Lanzado para Estabilización de Taludes



Fuente: “Protección de taludes con concreto lanzado, malla electro soldada, anclas y drenes cortos”, Gruposilo (2014). Disponible en:  
<http://www.gruposilo.com/portfolio-view/proteccion-de-taludes-con-concreto-lanzado-malla-electro-soldada-anclas-y-drenes-cortos/>

### 2.3.6. Mantenimiento Vial por Resultados

El mantenimiento por resultados al igual que un mantenimiento vial normal, tiene como principal objetivo el conservar el buen estado de una carretera, con el fin de asegurar a los usuarios un servicio de carreteras de calidad que sea cómodo y seguro.

La diferencia entre el mantenimiento por resultados y otro tipo de mantenimiento vial, radica en la manera de evaluar la calidad del mantenimiento que se está ejecutando. En este tipo de mantenimiento implementado por el MTOP, se controla la calidad del mantenimiento mediante un parámetro llamado “Índice de Servicio”. El índice de servicio estará en función de otros indicadores denominados “Estándares”, los cuales evalúan individualmente el estado en el que se encuentran los elementos de la vía, como son: calzada, espaldones, seguridad vial (señalización horizontal y vertical), obras de drenaje y derecho de vía.

El mantenimiento por resultados además incluye la ejecución de las diferentes obras necesarias para alcanzar y mantener las condiciones del buen estado de la carretera, es decir que, para poder evaluar los estándares de calidad de los elementos de la vía, el contratista primero debe ejecutar obras de mejoramiento de la carretera que permitan llegar a un estado óptimo para cada elemento, y así poder mantener ese estado.

#### **2.3.6.1. Pliegos de Licitación**

Los Pliegos de Licitación o Términos de Referencia son documentos en los cuales consta toda la información, requisitos y condiciones sobre las que se manejará el contrato, tanto en términos de ingeniería como en términos legales. Por lo general un pliego de licitación trata sobre: plazos, pagos, ajuste de precios, multas o sanciones, bonificaciones, diseños de ingeniería, control de calidad, procesos constructivos, administración del contrato, términos de licitación, procesos de contratación y toda información referente al contrato a ejecutarse.

Cada pliego de licitación tendrá términos, requisitos y condiciones diferentes, que estarán en función del objetivo y las características del proyecto a contratar.

### **Licitación**

La licitación es un proceso mediante el cual una entidad pública, la cual está interesada en contratar, invita a presentar propuestas u ofertas para dicho contrato, a todas las personas que cumplan con los requisitos establecidos.

#### **2.3.6.2. Puesta a Punto**

La puesta a punto es la primera etapa del mantenimiento por resultados, y la misma se divide en dos sub-etapas, diferenciándose una primera etapa donde se deberán lograr los estándares básicos y una segunda etapa donde se deberá alcanzar los restantes estándares.

- **Primera Etapa:** En esta fase de plazo definido, se realizarán todas las obras necesarias para alcanzar los estándares básicos de los elementos de la infraestructura vial.
- **Segunda Etapa:** Es la fase que completa el plazo de la etapa de Puesta a Punto. El objetivo principal en esta etapa es el de verificar que al final de esta fase todos los tramos contemplados en el proyecto satisfacen el índice de servicio comprometido. Hasta la finalización del plazo de esta etapa, se deberán otorgar todos los certificados de recepción de las obras obligatorias, entendiéndose que, la recepción de las obras se dará después de un control a la calidad, el funcionamiento y las especificaciones técnicas de cada una.

Todos los trabajos que se realizan en la etapa de Puesta a punto son llamados Obras Obligatorias, con excepción de los trabajos que puedan darse por situaciones extraordinarias llamados Obras Extraordinarias.

### **2.3.6.3. Obras Obligatorias**

Las obras obligatorias son trabajos de tipo vial, que se realizan a varios elementos de la infraestructura para lograr satisfacer los estándares comprometidos para cada uno de ellos. Estas obras abarcarán los siguientes trabajos:

- Mejora del pavimento
- Mejora de los elementos de seguridad vial (señalización horizontal y vertical)
- Mejora de las Obras de drenaje
- Intervención de puntos críticos

Estas mejoras serán realizadas de acuerdo a las necesidades de cada tramo y serán diseñadas y construidas basándose en las “Especificaciones Generales para Construcción de Caminos y Puentes del MTOP”, y las prácticas del buen arte en casos en que hubiera un vacío en las anteriores normas.

El plazo para la realización de las Obras Obligatorias es igual al plazo de la Puesta a Punto, ya que como se mencionaba anteriormente, las obras obligatorias son ejecutadas en las dos etapas de la Puesta a Punto.

Los avances en los trabajos de obras obligatorias estarán sujetos a los siguientes límites:

- Al primer tercio del plazo previsto para la ejecución de las obras obligatorias, un avance mínimo del 20% y un avance máximo del 50% del monto de las obras obligatorias.
- Al segundo tercio del plazo previsto para la ejecución de las obras obligatorias, un avance mínimo del 45% y un avance máximo del 75% del monto de las obras obligatorias.
- Al tercer tercio del plazo previsto para la ejecución de las obras obligatorias, un avance del 100% del monto de las obras obligatorias.

El contratista deberá asumir la responsabilidad por los defectos de las obras obligatorias, durante los primeros 12 meses contados a partir de la entrega del certificado de recepción de obras obligatorias.

En [5] se enuncia que, “en caso de retrasos en el programa de trabajo, deficiencias en el diseño construido en la calidad de los materiales o procedimientos de construcción, deficiencias en la señalización de obra o cualquier otro incumplimiento, el Contratante podrá emitir una orden disponiendo la corrección inmediata del problema y estableciendo un plazo para su solución bajo apercibimiento de la aplicación de una multa (no reintegrable) por incumplimiento de la orden que se establecerá a solo juicio del Contratante entre UM 100 y UM 2.000 por día de incumplimiento de lo ordenado, en función de la importancia y gravedad que se le asigne a la situación”

Para el pago del anticipo de las obras obligatorias, el contratante entregará al contratista un monto máximo del 30% del monto del contrato correspondiente a las obras obligatorias. El contratista mensualmente recibirá un pago por la ejecución de las obras obligatorias, en función de las cantidades efectivamente ejecutadas y

aprobadas. El contratista devolverá el anticipo mediante deducciones en los pagos mensuales de las obras obligatorias.

Los términos para las Obras Obligatorias irán variando de un contrato a otro de acuerdo a las necesidades del proyecto, incluyendo los términos para obras obligatorias antes mencionados en este documento, que aplican únicamente para el presente proyecto en análisis, aunque en general las licitaciones realizadas por el MTOP para un Mantenimiento por Resultados, no tienen muchas diferencias entre ellas.

#### **2.3.6.4. Obras Extraordinarias**

Se denominan como obras extraordinarias a todas las obras viales que se deban realizar para atender una situación extraordinaria. Una situación extraordinaria es un problema no muy común, pero que requiere de una urgente solución, por ejemplo: conflictos sociales, tormentas, terremotos, problemas que afecten el entorno socio-ambiental, inundaciones, etc.

Las situaciones extraordinarias estarán clasificadas en dos grupos descritos a continuación:

- **Situaciones extraordinarias que no afecten el cumplimiento de los estándares:** Son aquellas situaciones extraordinarias que requieren de una solución urgente, pero que no afectan los estándares de mantenimiento, entre ellas están: los problemas que comprometan el entorno socio-ambiental (como recuperación de zonas afectadas por derrames, etc.), obras para mejorar la seguridad del tránsito vehicular y peatonal (como terceras sendas, calzadas de servicio, pasarelas peatonales, paradas de buses, señalización adicional, remodelación de un empalme, etc.) y obras para atender la preservación de la infraestructura vial en aspectos no previstos en otros alcances del contrato (como limpieza de cauces de ríos adicionales, reparación de estructuras de puentes, y todo otro deterioro no contemplado en el mantenimiento por estándares).
- **Situaciones extraordinarias que afecten el cumplimiento de los estándares:** Son situaciones que afectan los estándares de mantenimiento y

que son derivadas de fenómenos extraordinarios (como conflictos sociales, tormentas o vientos fuertes, inundaciones, erupciones volcánicas, deslaves, terremotos, etc.). Este tipo de fenómenos se los clasificará como situación extraordinaria se sobrepasan los siguientes límites:

- Pérdida de un sector de carretera en un tramo mayor a 10m
- Pérdida total de un sector de pavimento en una longitud superior a 20m
- Pérdidas o deterioros parciales de un sector de pavimento, en una longitud superior a 1km, que signifiquen una pérdida de más de 10 puntos porcentuales en el índice de servicio de calzada o espaldones
- Pérdida de una obra de drenaje en una longitud superior a 10m en tuberías o en un volumen superior a 5m<sup>3</sup> de concreto hidráulico en cualquier otra situación
- Derrumbes de tierra, piedra o rocas y vegetación, en un volumen de superior a los 500m<sup>3</sup>, medidos sobre camión
- Colmatación de una obra de drenaje, en un volumen superior a los 500m<sup>3</sup>, medidos sobre camión

Las obras extraordinarias aprobadas, serán ejecutadas mediante una orden de trabajo que tenga un plazo, diseños, especificaciones técnicas y pliegos; todos estos documentos serán realizados por el contratante. El monto de estas obras no deberá superar la estimación del saldo de la “suma provisional” disponible para las obras extraordinarias.

El no cumplimiento de una obra extraordinaria puede derivar en las siguientes sanciones:

- Rescindir el contrato; o
- Contratar la obra con otro contratista, imputar el monto de la obra al rubro de obras extraordinarias de este contrato, y sancionar al contratista con una multa (no reintegrable) de hasta el 25% de la obra no ejecutada



El atraso de los trabajos de la obra extraordinaria en relación al cronograma, podrá significar una multa de hasta UM 300 por día de demora.

Las obras extraordinarias serán diseñadas y construidas basándose en las “Especificaciones Generales para Construcción de Caminos y Puentes del MTOP”, y las prácticas del buen arte en casos en que hubiera un vacío en las anteriores normas.

El pago al contratista por la realización de obras extraordinarias que no afecten los estándares de mantenimiento será total, mientras que, si se ejecutan obras extraordinarias que afecten los estándares de mantenimiento, el pago será solamente de una fracción de los gastos de reparación. El pago será mensual y corresponderá a las cantidades de obra ordenadas, aprobadas y ejecutadas. Al contratista se le reconocerá los gastos directos de mano de obra, equipo, maquinaria y materiales empleados en las obras, incrementados en un porcentaje del 40% por concepto de gastos indirectos, generales, utilidad y financiamiento. Los gastos indirectos se documentarán con facturas de adquisición de los insumos.

En cuanto al mantenimiento, si no es posible satisfacer los principales estándares del contrato en la zona donde se ejecuten las obras extraordinarias, se considerará dicho sector de carretera como excluido temporalmente del contrato, por lo que el contratista no deberá cumplir con los estándares en dicho sector, y por ende no recibirá pago alguno por dicho sector. En caso de que los montos por la exclusión de este tramo superen el 15% del monto del contrato, el contratista podrá solicitar la rescisión del contrato. Por lo contrario, si se puede lograr satisfacer los principales estándares del contrato en la zona afectada, se considerará dicho sector de carretera como incluido en el contrato y por lo tanto se deberán cumplir con la mayoría de estándares, excepto los que sea imposible cumplir por la situación extraordinaria, pero el contratista si recibirá el pago por dicho sector.

#### **2.3.6.5. Puntos Críticos**

En el tema de mantenimiento por resultados, los puntos críticos son aquellos sectores del proyecto en donde se requiere de atención especial y que están causando algún tipo de problema a la carretera. Los trabajos de ingeniería que se realicen en estos puntos, estarán incluidos en la etapa de Obras Obligatorias.

Algunos de los problemas a resolver en los puntos críticos son: estabilización de taludes, flujos de lahares de volcán, asentamientos de calzada, etc. Cada proyecto tendrá sus propios puntos críticos según los problemas que presente el sector y la infraestructura. Las posibles soluciones a estos problemas, con sus respectivas especificaciones técnicas y secuencia constructiva, serán realizadas por el contratista y entregadas al contratante para su respectiva aprobación.

#### **2.3.6.6. Estándares**

Los estándares son condiciones de estado que se les establece a todos los elementos componentes de la infraestructura vial (calzada, espaldones, seguridad vial, obras de drenaje, derecho de vía). Para la evaluación de los estándares se tomarán en cuenta “parámetros”, los cuales permitirán cuantificar el grado de deterioro de los elementos. También se dará énfasis a la columna de “exigencias” (de las tablas de evaluación de los estándares) que dictará el valor límite admisible (máximo o mínimo) que pueda adoptar el parámetro para que se dé satisfacción al estándar.

Existen algunas tablas de evaluación de estándares donde no se incluye la definición del parámetro, pero en la columna de exigencias se establecen los deterioros que no se admitirán para que se dé satisfacción al estándar.

##### **2.3.6.6.1. Estándares de Calzada**

Se entiende por calzada a los dos carriles centrales de circulación, así como las eventuales sendas de aceleración/desaceleración, sobreanchos en curvas, carriles adicionales en zonas pendientes y calzada de los puentes. Las calzadas se mantendrán pavimentadas con el mismo tipo de pavimento que se realizaron en la Fase de Obras Obligatorias, salvo que el contratista proponga, y se le acepte, cambiar, a su costo, el pavimento de las calzadas por otro de calidad superior.

En las tablas denominadas “Estándares de calzada en Concreto hidráulico, Estándares en Concreto Asfáltico” (Cuadro N.- 14 y Cuadro N.- 15) se establecen los estándares exigidos y aceptados por el Contratista cuando aceptó y firmó el contrato de mantenimiento.

**Cuadro N.- 14: Estándares de Calzada en Concreto Hidráulico**

ESTÁNDARES DE CALZADA EN CONCRETO HIDRÁULICO						
CÓDIGO	DENOMINACIÓN	DESCRIPCIÓN	PARÁMETRO	MÉTODO DE EVALUACIÓN	EXIGENCIA	PLAZO DE REPARACIÓN
C-H-1	Reducción del ancho de la calzada	Reducción permanente del ancho existente de la calzada	Porcentaje máximo de reducción del ancho de calzada	Por inspección visual se identifican las zonas con reducciones del ancho de calzada y se mide el ancho afectado	0%	14 días calendario
C-H-2	Reducción del espesor de pavimento	Reducción permanente del espesor de pavimento existente de la calzada	Porcentaje máximo de reducción del espesor de la capa de concreto hidráulico	Por inspección visual y cateos se identifican las zonas con reducciones de espesor en la capa de concreto hidráulico y se mide el espesor afectado	0%	14 días calendario
C-H-3 (#)	Pozos	Cavidad en la superficie del pavimento de más de 0,04 m de profundidad	Porcentaje máximo de área con pozos	Por inspección visual se identifican las zonas con pozos valiéndose de una regla de 1,5m para medir la profundidad de la cavidad. El área afectada se calcula como el área del cuadrilátero (de lados paralelos y perpendiculares al eje de la calzada) circunscrito a la zona afectada	0%	2 días calendario
C-H-4	Baches	Baches, baches mal reparados y pozos rellenados precariamente o con materiales inadecuados	Porcentaje máximo de área con baches	Por inspección visual se identifican las zonas con baches valiéndose de una volqueta cargada para evaluar si tiene movimiento, de una regla de 1,5m para comparar el nivel con el pavimento adyacente. El área afectada se calcula como el área del cuadrilátero (de lados paralelos y perpendiculares al eje de la calzada) circunscrito a la zona afectada	0%	14 días calendario
C-H-5	Juntas sin estar perfectamente selladas	Juntas selladas con los bordes abiertos o sin sellar	Porcentaje máximo de área con juntas sin estar perfectamente selladas	Por inspección visual se identifican las zonas con juntas sin estar perfectamente selladas. El área se calcula como la longitud de las zonas afectadas multiplicada por 0,5m	0%	14 días calendario
C-H-6	Grietas sin estar perfectamente selladas	Grietas de más de 0,003m de ancho, selladas con los bordes abiertos o sin sellar	Porcentaje máximo de área con grietas sin estar perfectamente selladas	Por inspección visual se identifican las zonas con grietas sin estar perfectamente selladas. Para grietas lineales, el área afectada se calcula como la longitud de las zonas afectadas multiplicada por 0,5m. Para grietas formando malla, grietas lineales ramificadas o grietas a menos de 0,25m de otra grieta, el área afectada se calcula como el área del cuadrilátero (de lados paralelos y perpendiculares al eje de la calzada) circunscritos a la zona afectada	0%	14 días calendario
C-H-7	Losas fracturadas	Losas fracturadas en más de 3 partes mediante fisuras cuya profundidad alcance a la totalidad del espesor de la losa	Porcentaje máximo de área con losas fracturadas	Por inspección visual y cateos se identifican las zonas de losas fracturadas. El área afectada se calcula como el área de las losas fracturadas	0%	14 días calendario

C-H-8	Ascenso o descenso de bordes de losa	Ascenso o descenso de bordes (longitudinales o transversales) de losas adyacentes	Porcentaje máximo de área con desnivel en los bordes de losas entre 0,01 y 0,03m	Por inspección visual se identifican las zonas con desnivel en los bordes de losas, valiéndose de un nivel de mano que se apoya en el borde de la losa ascendida se mide con una regla el desnivel con relación a la descendida, determinándose si se encuentra comprendido entre 0,01 y 0,03m. El área afectada se calcula como el área de las losas ascendidas más el área de las losas descendidas.	5%	14 días calendario
			Porcentaje máximo de área con desnivel en los bordes de losas superior a 0,03m	Por inspección visual se identifican las zonas con desnivel en los bordes de losas, valiéndose de un nivel de mano que se apoya en el borde de la losa ascendida se mide con una regla el desnivel con relación a la descendida, determinándose si es superior a 0,03m. El área afectada se calcula como el área de las losas ascendidas más el área de las losas descendidas.	0%	14 días calendario
C-H-9 (#)	Materiales sueltos	Materiales finos (tipo suelo o granular, granos u otros) sueltos que afecten la seguridad del tránsito o el escurrimiento de las aguas superficiales	Porcentaje máximo de área con materiales sueltos	Por inspección visual se identifican las zonas con materiales sueltos. El área afectada se calcula como el área del cuadrilátero (de lados paralelos y perpendiculares al eje de la calzada) circunscritos a la zona afectada	0%	1 día calendario
C-H-10	Obstáculos	Obstrucción de la calzada por obstáculos (materiales de derrumbes, vegetación caída, restos de accidentes, juntas de puentes levantadas, animales muertos, basura, etc) que afecten la circulación y seguridad del tránsito	Porcentaje máximo de obstrucción del ancho de la calzada por obstáculos	Por inspección visual se identifican las zonas con obstrucción de la calzada por obstáculos y se mide el ancho afectado	0%	1 día calendario
C-H-11	Junta de la calzada y el espaldón sin estar perfectamente sellada	Grietas de más de 0,003m de ancho entre la calzada y el espaldón, selladas con los bordes abiertos o sin sellar	Porcentaje máximo de la longitud de la junta sin estar perfectamente selladas	Por inspección visual se identifican con la junta sin estar perfectamente sellada y se mide la longitud afectada	0%	14 días calendario
C-H-12	Desnivel entre la calzada y el espaldón	Borde de la calzada por debajo del borde del espaldón	Porcentaje máximo de la longitud de borde con desnivel	Por inspección visual se identifican las zonas con el borde de la calzada por debajo del borde del espaldón. La longitud afectada se determina como la longitud de las zonas afectadas	0%	14 días calendario
		Borde de la calzada por encima del borde del espaldón	Porcentaje máximo de la longitud con un desnivel entre 0,01 y 0,03 m	Por inspección visual se identifican las zonas con el borde de la calzada por encima del borde del espaldón, valiéndose de un nivel de mano que se apoya en el borde de la calzada se mide con una regla el desnivel con relación al espaldón, determinándose si se encuentra comprendido entre 0,01 y 0,03 m. La longitud afectada se determina como la longitud de las zonas afectadas	10%	14 días calendario
		Borde de la calzada por encima del borde del espaldón	Porcentaje máximo de la longitud con un desnivel superior a 0,03 m	Por inspección visual se identifican las zonas con el borde de la calzada por encima del borde del espaldón, valiéndose de un nivel de mano que se apoya en el borde de la calzada se mide con una regla el desnivel con relación al espaldón, determinándose si es superior a 0,03 m. La longitud afectada se determina como la longitud de las zonas afectadas	0%	14 días calendario

C-H-13	Deterioros en las juntas de dilatación de los puentes	Presencia de deterioros en juntas de dilatación (expansión y contracción) de los puentes, como: 1) separación superior a la de diseño, 2) desnivel entre sus bordes superior a los 0,005m, 3) roturas o desprendimientos de los bordes, 4) juntas permeables (no estancas)	Porcentaje máximo de longitud de juntas de dilatación del puente con deterioros	Por inspección visual se identifican la longitud de juntas con deterioros	10%	14 días calendario
<p>Nota: Para la valoración de los parámetros definidos como porcentaje de área o longitud afectada se dividen los tramos en kilómetros y los kilómetros en sectores de 200 m (comenzando en el mojón), evaluándose el parámetro en dichos sectores, adoptando: 1) Como "área de referencia" la superficie de la(s) calzada(s) del sector, calculada como el ancho medio de la(s) calzada(s) multiplicado por 200 m o 400 m según sea simple o doble vía; 2) como "longitud de referencia" la longitud del sector de los dos lados esto es 400 m o 600 m según sea simple o doble vía. Para aquellos tramos de la división en sectores sugiera una fracción inferior a 200 m se denificará un sector especial con dicha fracción, estableciéndose el "área afectada" o la "longitud afectada" en función de la longitud de dicha fracción.</p>						

Fuente: Pliegos de Licitación del proyecto “Mantenimiento por Resultados de la Carretera Pelileo – Baños – Puyo, Red Vial Estatal E30”

**Cuadro N.- 15: Estándares de Calzada en Concreto Asfáltico**

ESTÁNDARES DE CALZADA EN CONCRETO ASFÁLTICO						
CÓDIGO	DENOMINACIÓN	DESCRIPCIÓN	PARÁMETRO	MÉTODO DE EVALUACIÓN	EXIGENCIA	PLAZO DE REPARACIÓN
C-MA-1	Reducción del ancho de la calzada	Reducción permanente del ancho existente de la calzada	Porcentaje máximo de reducción del ancho de calzada	Por inspección visual se identifican las zonas con reducciones del ancho de calzada y se mide el ancho afectado	0%	14 días calendario
C-MA-2	Reducción del espesor de pavimento	Reducción permanente del espesor de pavimento existente de la calzada	Porcentaje máximo de reducción del espesor de la capa de concreto hidráulico	Por inspección visual y cateos se identifican las zonas con reducciones de espesor en la capa de concreto asfáltico y se mide el espesor afectado	0%	14 días calendario
			Porcentaje máximo de reducción del espesor de las capas de material granular	Por inspección visual y cateos se identifican las zonas con reducciones de espesor en las capas de material granular y se mide el espesor afectado	0%	14 días calendario
C-MA-3 (#)	Pozos	Cavidad en la superficie del pavimento de más de 0,04 m de profundidad	Porcentaje máximo de área con pozos	Por inspección visual se identifican las zonas con pozos valiéndose de una regla de 1,5m para medir la profundidad de la cavidad. El área afectada se calcula como el área del cuadrilátero (de lados paralelos y perpendiculares al eje de la calzada) circunscrito a la zona afectada	0%	2 días calendario
C-MA-4	Baches	Baches, baches mal reparados y pozos rellenados precariamente o con materiales inadecuados	Porcentaje máximo de área con baches	Por inspección visual se identifican las zonas con baches valiéndose de una volqueta cargada para evaluar si tiene movimiento, de una regla de 1,5m para comparar el nivel con el pavimento adyacente. El área afectada se calcula como el área del cuadrilátero (de lados paralelos y perpendiculares al eje de la calzada) circunscrito a la zona afectada	0%	14 días calendario
C-MA-5	Grietas piel de cocodrilo sin estar perfectamente selladas	Grietas de más de 0,003m de ancho, selladas formando mallas con los bordes abiertos o sin sellar	Porcentaje máximo de área con grietas piel de cocodrilo sin estar perfectamente selladas	Por inspección visual se identifican las zonas con grietas piel de cocodrilo sin estar perfectamente selladas. El área afectada se calcula como el área del cuadrilátero (de lados paralelos y perpendiculares al eje de la calzada) circunscritos a la zona afectada	0%	14 días calendario
C-MA-6	Grietas sin estar perfectamente selladas	Grietas de más de 0,003m de ancho, sin formas malla, selladas con los bordes abiertos o sin sellar	Porcentaje máximo de área con grietas sin estar perfectamente selladas	Por inspección visual se identifican las zonas con grietas sin estar perfectamente selladas. Para grietas ramificadas o grietas a menos de 0,25m de otra grieta, el área afectada se calcula como el área del cuadrilátero (de lados paralelos y perpendiculares al eje de la calzada) circunscritos a la zona afectada	0%	14 días calendario
C-MA-7	Fisuras piel de cocodrilo sin estar perfectamente selladas	Fisuras de más de 0,003m de ancho, selladas formando mallas con los bordes abiertos o sin sellar	Porcentaje máximo de área con fisuras piel de cocodrilo	Por inspección visual se identifican las zonas con fisuras piel de cocodrilo sin estar perfectamente selladas. El área afectada se calcula como el área del cuadrilátero (de lados paralelos y perpendiculares al eje de la calzada) circunscritos a la zona afectada	2%	14 días calendario
C-MA-8	Ahuellamientos	Depresiones longitudinales en la zona de paso del tránsito con una profundidad superior a 0,015m	Porcentaje máximo de área con ahuellamientos	Por inspección visual se identifican las zonas con una profundidad de huella superior a 0,015m, valiéndose de una regla de 1,5m que se apoya en los bordes de las huellas para medir luego la máxima profundidad. El área se calcula como la longitud de las zonas afectadas (sumada las dos huellas) multiplicada por 0,5m	0%	14 días calendario
C-MA-9	Hundimientos leves	Alteraciones del nivel de la superficie del pavimento localizadas de profundidad superior a 0,01m e inferiores a 0,025m	Porcentaje máximo de área con hundimientos leves	Por inspección visual se identifican las zonas con un hundimiento superior a 0,01m e inferior a 0,025m, valiéndose de una regla de 1,5m que se apoya en los bordes del hundimiento para medir luego la máxima profundidad. El área se calcula como el área del cuadrilátero (de lados paralelos y perpendiculares al eje de la calzada) circunscrito a la zona afectada	2%	14 días calendario

C-MA-10	Hundimientos severos	Alteraciones del nivel de la superficie del pavimento localizadas de profundidad superior a 0,025m	Porcentaje máximo de área con hundimientos severos	Por inspección visual se identifican las zonas con un hundimiento superior a 0,025m, valiéndose de una regla de 1,5m que se apoya en los bordes del hundimiento para medir luego la máxima profundidad. El área se calcula como el área del cuadrilátero (de lados paralelos y perpendiculares al eje de la calzada) circunscrito a la zona afectada	0%	14 días calendario
C-MA-11	Exudaciones leves	Presencia en la superficie del pavimento de manchas de exceso de asfalto que no cubren totalmente el árido o de manchas de exceso de asfalto que cubren totalmente al árido con un área menor a 0,01m <sup>2</sup>	Porcentaje máximo de área con exudaciones leves	Por inspección visual se identifican las zonas con exudaciones leves. El área se calcula como el área del cuadrilátero (de lados paralelos y perpendiculares al eje de la calzada) circunscrito a la zona afectada	20%	14 días calendario
C-MA-12	Exudaciones severas	Presencia en la superficie del pavimento de manchas de exceso de asfalto que cubren totalmente el árido con un área mayor a 0,01m <sup>2</sup>	Porcentaje máximo de área con exudaciones severas	Por inspección visual se identifican las zonas con exudaciones severas. El área se calcula como el área del cuadrilátero (de lados paralelos y perpendiculares al eje de la calzada) circunscrito a la zona afectada	0%	14 días calendario
C-MA-13	Desprendimientos leves	Pérdida del masic arena - asfalto que deja expuesto más de la mitad del diámetro de los áridos (de más de 0,0125 m de diámetro)	Porcentaje máximo de área con desprendimientos leves	Por inspección visual se identifican las zonas con desprendimientos leves. El área se calcula como el área del cuadrilátero (de lados paralelos y perpendiculares al eje de la calzada) circunscrito a la zona afectada	25%	14 días calendario
C-MA-14	Desprendimientos severos	Pérdida de áridos (de más de 0,0125 m de diámetro) con su correspondiente asfalto	Porcentaje máximo de área con desprendimientos severos	Por inspección visual se identifican las zonas con desprendimientos leves. El área se calcula como el área del cuadrilátero (de lados paralelos y perpendiculares al eje de la calzada) circunscrito a la zona afectada	0%	14 días calendario
C-MA-15	Pérdida de homogeneidad por reparaciones	Reparaciones de la superficie del pavimento de toda índole	Porcentaje máximo de área con reparaciones	Por inspección visual se identifican las zonas de reparaciones de toda índole. El área afectada se calcula como el área del cuadrilátero circunscrito a la zona afectada de acuerdo con los criterios establecidos para delimitar cada deterioro	20%	14 días calendario
C-MA-16 (#)	Materiales sueltos	Materiales finos (tipo suelo o granular, granos u otros) sueltos que afecten la seguridad del tránsito o el escurrimiento de las aguas superficiales	Porcentaje máximo de área con materiales sueltos	Por inspección visual se identifican las zonas con materiales sueltos. El área afectada se calcula como el área del cuadrilátero (de lados paralelos y perpendiculares al eje de la calzada) circunscritos a la zona afectada	0%	1 día calendario
C-MA-17 (#)	Obstáculos	Obstrucción de la calzada por obstáculos (materiales de derrumbes, vegetación caída, restos de accidentes, juntas de puentes levantadas, animales muertos, basura, etc) que afecten la circulación y seguridad del tránsito	Porcentaje máximo de obstrucción del ancho de la calzada por obstáculos	Por inspección visual se identifican las zonas con obstrucción de la calzada por obstáculos y se mide el ancho afectado	0%	1 día calendario
C-MA-18	Junta de la calzada y el espaldón sin estar perfectamente sellada	Grietas de más de 0,003m de ancho entre la calzada y el espaldón, selladas con los bordes abiertos o sin sellar	Porcentaje máximo de la longitud de la junta sin estar perfectamente selladas	Por inspección visual se identifican con la junta sin estar perfectamente sellada y se mide la longitud afectada	5%	14 días calendario

C-MA-19	Desnivel entre la calzada y el espaldón	Borde de la calzada por debajo del borde del espaldón	Porcentaje máximo de la longitud de borde con desnivel	Por inspección visual se identifican las zonas con el borde de la calzada por debajo del borde del espaldón. La longitud afectada se determina como la longitud de las zonas afectadas	0%	14 días calendario
		Borde de la calzada por encima del borde del espaldón	Porcentaje máximo de la longitud con un desnivel entre 0,06 y 0,08 m	Por inspección visual se identifican las zonas con el borde de la calzada por encima del borde del espaldón, valiéndose de un nivel de mano que se apoya en el borde de la calzada se mide con una regla el desnivel con relación al espaldón, determinándose si se encuentra comprendido entre 0,06 y 0,08 m. La longitud afectada se determina como la longitud de las zonas afectadas	20%	14 días calendario
			Porcentaje máximo de la longitud con un desnivel superior a 0,08 m	Por inspección visual se identifican las zonas con el borde de la calzada por encima del borde del espaldón, valiéndose de un nivel de mano que se apoya en el borde de la calzada se mide con una regla el desnivel con relación al espaldón, determinándose si es superior a 0,08 m. La longitud afectada se determina como la longitud de las zonas afectadas	0%	14 días calendario
C-MA-20	Deterioros en las juntas de dilatación de los puentes	Presencia de deterioros en juntas de dilatación (expansión y contracción) de los puentes, como: 1) separación superior a la de diseño, 2) desnivel entre sus bordes superior a los 0,005m, 3) roturas o desprendimientos de los bordes, 4) juntas permeables (no estancas)	Porcentaje máximo de longitud de juntas de dilatación del puente con deterioros	Por inspección visual se identifican la longitud de juntas con deterioros	10%	14 días calendario
<p>Nota: Para la valoración de los parámetros definidos como porcentaje de área o longitud afectada se dividen los tramos en kilómetros y los kilómetros en sectores de 200 m (comenzando en el mojón), evaluándose el parámetro en dichos sectores, adoptando: 1) Como "área de referencia" la superficie de la(s) calzada(s) del sector, calculada como el ancho medio de la(s) calzada(s) multiplicado por 200 m o 400 m según sea simple o doble vía; 2) como "longitud de referencia" la longitud del sector de los dos lados esto es 400 m o 600 m según sea simple o doble vía. Para aquellos tramos de la división en sectores sugiera una fracción inferior a 200 m se definirá un sector especial con dicha fracción, estableciéndose el "área afectada" o la "longitud afectada" en función de la longitud de dicha fracción.</p>						

Fuente: Pliegos de Licitación del proyecto “Mantenimiento por Resultados de la Carretera Pelileo – Baños – Puyo, Red Vial Estatal E30”



### **2.3.6.6.2. Estándares de Espaldón**

Se entiende por espaldones a los dos espaldones o bermas o acotaciones, así como las eventuales dársenas o bahías o playas para parada de buses o estacionamiento temporal o transitorio o de emergencia, veredas peatonales en los puentes y toda otra forma de firme existente adyacente a la calzada y no incluida en ésta.

Los espaldones se mantendrán pavimentados con el mismo tipo de pavimento que se realizaron en la Fase de Obras Obligatorias, salvo que el contratista proponga, y se le acepte, cambiar a su costo el pavimento de los espaldones por otro de calidad superior.

En las tablas denominadas “Estándares de Espaldones en Concreto hidráulico, Estándares en Concreto Asfáltico” (Cuadro N.- 16 y 17) se establecen los estándares exigidos y aceptados por el Contratista cuando aceptó y firmó el contrato de mantenimiento.

**Cuadro N.- 16: Estándares de Espaldones en Concreto Hidráulico**

ESTÁNDARES DE ESPALDONES EN CONCRETO HIDRÁULICO						
CÓDIGO	DENOMINACIÓN	DESCRIPCIÓN	PARÁMETRO	MÉTODO DE EVALUACIÓN	EXIGENCIA	PLAZO DE REPARACIÓN
B-H-1	Reducción del ancho de los espaldones	Reducción permanente del ancho existente de los espaldones	Porcentaje máximo de reducción del ancho de los espaldones	Por inspección visual se identifican las zonas con reducciones del ancho del espaldón y se mide el ancho afectado	0%	14 días calendario
B-H-2	Reducción del espesor de pavimento	Reducción permanente del espesor de pavimento existente de los espaldones	Porcentaje máximo de reducción del espesor de la capa de concreto hidráulico	Por inspección visual y cateos se identifican las zonas con reducciones de espesor en la capa de concreto hidráulico y se mide el espesor afectado	0%	14 días calendario
			Porcentaje máximo de reducción del espesor de las capas de material granular (tratado o sin tratar de cemento)	Por inspección visual y cateos se identifican las zonas con reducciones de espesor en la capas de material granular y se mide el espesor afectado	0%	14 días calendario
B-H-3 (#)	Pozos	Cavidad en la superficie del pavimento de más de 0,04 m de profundidad	Porcentaje máximo de área con pozos	Por inspección visual se identifican las zonas con pozos valiéndose de una regla de 1,5m para medir la profundidad de la cavidad. El área afectada se calcula como el área del cuadrilátero (de lados paralelos y perpendiculares al eje de la calzada) circunscrito a la zona afectada	0%	2 días calendario
B-H-4	Baches	Baches, baches mal reparados y pozos rellenados precariamente o con materiales inadecuados	Porcentaje máximo de área con baches	Por inspección visual se identifican las zonas con baches valiéndose de una volqueta cargada para evaluar si tiene movimiento, de una regla de 1,5m para comparar el nivel con el pavimento adyacente. El área afectada se calcula como el área del cuadrilátero (de lados paralelos y perpendiculares al eje de la calzada) circunscrito a la zona afectada	0%	14 días calendario
B-H-5	Juntas sin estar perfectamente selladas	Juntas selladas con los bordes abiertos o sin sellar	Porcentaje máximo de área con juntas sin estar perfectamente selladas	Por inspección visual se identifican las zonas con juntas sin estar perfectamente selladas. El área se calcula como la longitud de las zonas afectadas multiplicada por 0,5m	1%	14 días calendario
B-H-6	Grietas sin estar perfectamente selladas	Grietas de más de 0,003m de ancho, selladas con los bordes abiertos o sin sellar	Porcentaje máximo de área con grietas sin estar perfectamente selladas	Por inspección visual se identifican las zonas con grietas sin estar perfectamente selladas. Para grietas lineales, el área afectada se calcula como la longitud de las zonas afectadas multiplicada por 0,5m. Para grietas formando malla, grietas lineales ramificadas o grietas a menos de 0,25m de otra grieta, el área afectada se calcula como el área del cuadrilátero (de lados paralelos y perpendiculares al eje de la calzada) circunscritos a la zona afectada	1%	14 días calendario

B-H-7 (#)	Materiales sueltos	Materiales finos (tipo suelo o granular, granos u otros) sueltos que afecten la seguridad del tránsito o el escurrimiento de las aguas superficiales	Porcentaje máximo de área con materiales sueltos formando una capa de espesor inferior a 0,01m	Por inspección visual se identifican las zonas con materiales sueltos formando una capa de espesor inferior a 0,01 m. El área afectada se calcula como el área del cuadrilátero (de lados paralelos y perpendiculares al eje de la calzada) circunscritos a la zona afectada	5%	2 día calendario
			Porcentaje máximo de área con materiales sueltos formando una capa de espesor superior a 0,01m	Por inspección visual se identifican las zonas con materiales sueltos formando una capa de espesor superior a 0,01 m. El área afectada se calcula como el área del cuadrilátero (de lados paralelos y perpendiculares al eje de la calzada) circunscritos a la zona afectada	0%	2 día calendario
B-H-8	Obstáculos	Obstrucción del espaldón por obstáculos (materiales de derrumbes, vegetación caída, restos de accidentes, juntas de puentes levantadas, animales muertos, basura, etc) que afecten la circulación y seguridad del tránsito	Porcentaje máximo de obstrucción del ancho del espaldon por obstáculos	Por inspección visual se identifican las zonas con obstrucción del espaldón por obstáculos y se mide el ancho afectado	0%	2 día calendario
B-H-10	Desnivel entre el espaldón y el talud	Borde del espaldón por debajo del borde del talud	Porcentaje máximo de la longitud de borde con desnivel	Por inspección visual se identifican las zonas con el borde del espaldon por debajo del borde del talud. La longitud afectada se determina como la longitud de las zonas afectadas	0%	14 días calendario
		Borde del espaldón por encima del borde del talud	Porcentaje máximo de la longitud con un desnivel superior a 0,03 m	Por inspección visual se identifican las zonas con el borde del espaldón por encima del borde del talud, valiéndose de un nivel de mano que se apoya en el borde del espaldón se mide con una regla el desnivel con relación al espaldón, determinándose si es superior a 0,05 m. La longitud afectada se determina como la longitud de las zonas afectadas	0%	14 días calendario
<p>Nota: Para la valoración de los parámetros definidos como porcentaje de área o longitud afectada se dividen los tramos en kilómetros y los kilómetros en sectores de 200 m (comenzando en el mojón), evaluándose el parámetro en dichos sectores, adoptando como "área de referencia" la superficie de los espaldones del sector, calculada como el ancho medio de los espaldones multiplicado por 400 m u 800 m según sea simple o doble vía. Para aquellos tramos de la división en sectores sugiera una fracción inferior a 200 m se denificará un sector especial con dicha fracción, estableciéndose el "área afectada" en función de la longitud de dicha fracción.</p>						

Fuente: Pliegos de Licitación del proyecto “Mantenimiento por Resultados de la Carretera Pelileo – Baños – Puyo, Red Vial Estatal E30”

**Cuadro N.- 17: Estándares de Espaldones en Concreto Hidráulico**

ESTÁNDARES DE ESPALDONES EN CONCRETO ASFÁLTICO						
CÓDIGO	DENOMINACIÓN	DESCRIPCIÓN	PARÁMETRO	MÉTODO DE EVALUACIÓN	EXIGENCIA	PLAZO DE REPARACIÓN
B-MA-1	Reducción del ancho de los espaldones	Reducción permanente del ancho existente de los espaldones	Porcentaje máximo de reducción del ancho de los espaldones	Por inspección visual se identifican las zonas con reducciones del ancho del espaldón y se mide el ancho afectado	10%	14 días calendario
B-MA-2	Reducción del espesor de pavimento	Reducción permanente del espesor de pavimento existente de los espaldones	Porcentaje máximo de reducción del espesor de la capa de concreto asfáltico	Por inspección visual y cateos se identifican las zonas con reducciones de espesor en la capa de concreto asfáltico y se mide el espesor afectado	0%	14 días calendario
			Porcentaje máximo de reducción del espesor de las capas de material granular (tratado o sin tratar de cemento)	Por inspección visual y cateos se identifican las zonas con reducciones de espesor en la capas de material granular y se mide el espesor afectado	0%	14 días calendario
B-MA-3 (#)	Pozos	Cavidad en la superficie del pavimento de más de 0,04 m de profundidad	Porcentaje máximo de área con pozos	Por inspección visual se identifican las zonas con pozos valiéndose de una regla de 1,5m para medir la profundidad de la cavidad. El área afectada se calcula como el área del cuadrilátero (de lados paralelos y perpendiculares al eje de la calzada) circunscrito a la zona afectada	0%	2 días calendario
B-MA-4	Baches	Baches, baches mal reparados y pozos rellenados precariamente o con materiales inadecuados	Porcentaje máximo de área con baches	Por inspección visual se identifican las zonas con baches valiéndose de una volqueta cargada para evaluar si tiene movimiento, de una regla de 1,5m para comparar el nivel con el pavimento adyacente. El área afectada se calcula como el área del cuadrilátero (de lados paralelos y perpendiculares al eje de la calzada) circunscrito a la zona afectada	0%	14 días calendario
B-MA-5	Grietas piel de cocodrilo sin estar perfectamente selladas	Grietas de más de 0,003m de ancho, formando mallas selladas con los bordes abiertos o sin sellar	Porcentaje máximo de área con grietas piel de cocodrilo sin estar perfectamente selladas	Por inspección visual se identifican las zonas con grietas piel de cocodrilo sin estar perfectamente selladas. El área afectada se calcula como el área del cuadrilátero (de lados paralelos y perpendiculares al eje de la calzada) circunscritos a la zona afectada	1%	14 días calendario
B-MA-6	Grietas sin estar perfectamente selladas	Grietas de más de 0,003m de ancho, sin formar mallas, selladas con los bordes abiertos o sin sellar	Porcentaje máximo de área con grietas sin estar perfectamente selladas	Por inspección visual se identifican las zonas con grietas sin estar perfectamente selladas. Para grietas lineales, al área efectada se calcula como la longitud de las zonas afectadas multiplicada por 0,5m. Para grietas ramificadas o grietas a menos de 0,25m de otra grieta, el área afectada se calcula como el área del cuadrilátero (de lados paralelos y perpendiculares al eje de la calzada) circunscritos a la zona afectada)	1%	14 días calendario
B-MA-7	Fisuras piel de cocodrilo sin estar perfectamente selladas	Fisuras de más de 0,003m de ancho, formando mallas selladas con los bordes abiertos o sin sellar	Porcentaje máximo de área con fisuras piel de cocodrilo	Por inspección visual se identifican las zonas con fisuras piel de cocodrilo sin estar perfectamente selladas. El área afectada se calcula como el área del cuadrilátero (de lados paralelos y perpendiculares al eje de la calzada) circunscritos a la zona afectada	5%	14 días calendario

B-MA-8	Materiales sueltos	Materiales finos (tipo suelo o granular, granos u otros) sueltos que afecten la seguridad del tránsito o el escurrimiento de las aguas superficiales	Porcentaje máximo de área con materiales sueltos formando una capa de espesor inferior a 0,01m	Por inspección visual se identifican las zonas con materiales sueltos formando una capa de espesor inferior a 0,01 m. El área afectada se calcula como el área del cuadrilátero (de lados paralelos y perpendiculares al eje de la calzada) circunscritos a la zona afectada	5%	2 día calendario
			Porcentaje máximo de área con materiales sueltos formando una capa de espesor superior a 0,01m	Por inspección visual se identifican las zonas con materiales sueltos formando una capa de espesor superior a 0,01 m. El área afectada se calcula como el área del cuadrilátero (de lados paralelos y perpendiculares al eje de la calzada) circunscritos a la zona afectada	0%	2 día calendario
B-MA-9	Obstáculos	Obstrucción del espaldón por obstáculos (materiales de derrumbes, vegetación caída, restos de accidentes, juntas de puentes levantadas, animales muertos, basura, etc) que afecten la circulación y seguridad del tránsito	Porcentaje máximo de obstrucción del ancho del espaldon por obstáculos	Por inspección visual se identifican las zonas con obstrucción del espaldón por obstáculos y se mide el ancho afectado	0%	2 día calendario
B-H-10	Desnivel entre el espaldón y el talud	Borde del espaldón por debajo del borde del talud	Porcentaje máximo de la longitud de borde con desnivel	Por inspección visual se identifican las zonas con el borde del espaldon por debajo del borde del talud. La longitud afectada se determina como la longitud de las zonas afectadas	0%	14 días calendario
		Borde del espaldón por encima del borde del talud	Porcentaje máximo de la longitud con un desnivel superior a 0,03 m	Por inspección visual se identifican las zonas con el borde del espaldón por encima del borde del talud, valiéndose de un nivel de mano que se apoya en el borde del espaldón se mide con una regla el desnivel con relación al espaldón, determinándose si es superior a 0,05 m. La longitud afectada se determina como la longitud de las zonas afectadas	0%	14 días calendario
<p>Nota: Para la valoración de los parámetros definidos como porcentaje de área o longitud afectada se dividen los tramos en kilómetros y los kilómetros en sectores de 200 m (comenzando en el mojón), evaluándose el parámetro en dichos sectores, adoptando como "área de referencia" la superficie de los espaldones del sector, calculada como el ancho medio de los espaldones multiplicado por 400 m u 800 m según sea simple o doble vía. Para aquellos tramos de la división en sectores sugiera una fracción inferior a 200 m se denificará un sector especial con dicha fracción, estableciéndose el "área afectada" en función de la longitud de dicha fracción.</p>						

Fuente: Pliegos de Licitación del proyecto “Mantenimiento por Resultados de la Carretera Pelileo – Baños – Puyo, Red Vial Estatal E30”

### **2.3.6.6.3. Estándares de Obras de drenaje**

#### **Alcantarillas**

Se entiende por alcantarillas a todas las obras de drenaje como alcantarillas (de tubo o de cajón), cajas receptoras y sedimentadoras, etc., con excepción de cunetas y puentes

En la tabla denominada “Estándares de Obras de Drenaje – Alcantarillas” (Cuadro N.- 18) se establecen la exigencia de los estándares.

#### **Cunetas**

Se entiende por cunetas a todas las cunetas y canales, revestidos o sin revestir, como las zanjas de coronación en los cortes, cunetas de bajadas de agua, cunetas de desagüe, cunetas aliviadoras, cunetas con disipadores de energía, cunetas que corren paralelo a la carretera, cordones-cuneta, bordillos, etc.

En la tabla denominada “Estándares de Obras de Drenaje – Cunetas” (Cuadro N.- 19) se establecen la exigencia de los estándares

**Cuadro N.- 18: Estándares de Obras de drenaje – Alcantarillas**

ESTÁNDARES DE OBRAS DE DRENAJE - ALCANTARILLAS						
CÓDIGO	DENOMINACIÓN	DESCRIPCIÓN	PARÁMETRO	MÉTODO DE EVALUACIÓN	EXIGENCIA	PLAZO DE REPARACIÓN
OD-A-1(#)	Obstrucciones interiores al escurrimiento de las aguas	Presencia de elementos extraños en el interior que impidan, obstaculicen o alteren el escurrimiento de las aguas (empalizadas, rocas, sedimentos, etc)	Porcentaje máximo de reducción de altura obstruida	Por inspección visual se identifica la zona con mayor obstrucción y se mide su altura	20%	2 días calendario
OD-A-2	Deterioros estructurales	Presencia de deterioros en la estructura (de mampostería, metal, concreto) como grietas, roturas con desplazamiento o desprendimiento, pérdida de secciones, armaduras expuestas, oxidaciones (cuando aplique según el tipo de material), etc.		Por inspección visual se identifican las zonas con deterioros estructurales	No se admitirán deterioros estructurales	14 días calendario
OD-A-3	Deterioros del área adyacente	Presencia de deterioros en el área de terraplen (revestimientos de suelo, suelo cemento, de mampostería, concreto hidráulico)adyacente como erosiones, socavaciones, roturas, hundimientos, faltantes, etc		Por inspección visual se identifican las zonas con deterioros en el área de terraplén adyacente	No se admitirán deterioros en el área de terraplen adyacente	14 días calendario

Fuente: Pliegos de Licitación del proyecto “Mantenimiento por Resultados de la Carretera Pelileo – Baños – Puyo, Red Vial Estatal E30”

**Cuadro N.- 19: Estándares de Obras de drenaje – Cunetas**

ESTÁNDARES DE OBRAS DE DRENAJE - CUNETAS						
CÓDIGO	DENOMINACIÓN	DESCRIPCIÓN	PARÁMETRO	MÉTODO DE EVALUACIÓN	EXIGENCIA	PLAZO DE REPARACIÓN
OD-C-1(#)	Obstrucciones al escurrimiento de las aguas	Presencia de elementos extraños en las cunetas que impidan, obstaculicen o alteren el escurrimiento de las aguas (empalizadas, rocas, sedimentos, etc)	Porcentaje máximo de altura obstruida	Por inspección visual se identifican las zonas con mayor obstrucción y se mide su altura, relacionándola con la profundidad de la cuneta	20%	2 días calendario
OD-C-2	Deterioros en el perfil	Presencia de erosiones en las cunetas sin revestir		Por inspección visual se identifican las zonas con deterioros en el perfil	No se admitirán deterioros en el perfil	14 días calendario
OD-C-3	Deterioros estructurales	Presencia de deterioros en la estructura (de mampostería, metal, concreto) de las cunetas revestidas, cordones - cuneta y bordillos como grietas, roturas con desplazamiento o pérdida de secciones, etc.		Por inspección visual se identifican las zonas con deterioros estructurales	No se admitirán deterioros estructurales	14 días calendario

Fuente: Pliegos de Licitación del proyecto “Mantenimiento por Resultados de la Carretera Pelileo – Baños – Puyo, Red Vial Estatal E30”



#### **2.3.6.6.4. Estándares de Seguridad Vial**

##### **Señalización Horizontal**

Se entiende por señalización horizontal todas las demarcaciones que se realizan sobre el pavimento como líneas, marcas, pasos peatonales, etc.

En la tabla denominada “Estándares de Seguridad Vial – Señalización Horizontal” (Cuadro N.- 20) se establecen la exigencia de los estándares

##### **Señalización Vertical**

Se entiende por señalización vertical las señales bajas (incluidos los mojones de kilometraje) y las señales elevadas (pórticos y pasacalles), con sus respectivos postes y elementos de fijación. En la tabla denominada “Estándares de Obras de Seguridad Vial – Señalización Vertical” (Cuadro N.- 21) se establecen la exigencia de los estándares.

##### **Elementos de encarrilamiento y contención**

Se entienden por “elementos de encarrilamiento y contención” todos los elementos de encarrilamiento, contención y/o amortiguamiento del tránsito, como los delineadores (usualmente llamados balizas), las vialetas (llamados ojos de gato) o tachas reflectivas, las barreras, ya sean de madera, metálicas, de mampostería o concreto, barandas de los puentes, etc.

En la tabla denominada “Estándares de Obras de Seguridad Vial – Elementos de Encarrilamiento y Contención” (Cuadro N.- 22) se establecen la exigencia de los estándares

**Cuadro N.- 20: Estándares de Seguridad Vial – Señalización Horizontal**

ESTÁNDARES DE SEGURIDAD VIAL - SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL						
CÓDIGO	DENOMINACIÓN	DESCRIPCIÓN	PARÁMETRO	MÉTODO DE EVALUACIÓN	EXIGENCIA	PLAZO DE REPARACIÓN
SV-H-1(#)	Elementos faltantes	Elementos faltantes o con restricciones severas a su visibilidad		Por inspección visual se identifican los elementos faltantes	No se admitirán elementos faltantes	7 días calendario
SV-H-2	Elementos defectuosos	Defecto en los códigos de colores (blanco/amarillo) o tipo (continua/punteada) de las líneas con respecto a lo especificado		Por inspección visual se identifican los elementos con códigos de colores y tipo de línea defectuosa	No se admitirán elementos con códigos de colores y tipo de líneas defectuosos	14 días calendario
		Defecto en el color aplicado respecto a lo especificado		Por inspección visual se identifican los elementos con el color defectuoso	No se admitirán elementos con el color defectuoso	14 días calendario
		Defecto en las dimensiones (con sus tolerancias) de las líneas con respecto a lo especificado	Apartamiento en las dimensiones de cada tipo de línea	Para determinar las dimensiones de cada tipo de línea se realizan 3 mediciones de cada dimensión por cada 200 m de carretera (eligiendo aleatoriamente los lugares) promediando los resultados y calculando los apartamientos de cada dimensión	No se admitirán elementos apartamientos en las dimensiones que superen las tolerancias especificadas	14 días calendario
SV-H-3	Elementos deteriorados	Visibilidad diurna insuficiente	Coefficiente de deterioro máximo de cada tipo de línea	Para determinar el coeficiente de deterioro de cada tipo de línea se realizan 3 determinaciones por cada 200 m de carretera (eligiendo aleatoriamente los lugares) promediándose los resultados. El coeficiente de deterioro se obtiene: 1) calificando el deterioro de cada cuadrado de 0,05 m x 0,05 m de una plantilla de 2 x 5 cuadrados según el siguiente criterio: 1.1) sin deterioros= 0 puntos; 1.2) con deterioros menores= 0,5 puntos; 1.3) con deterioros importantes= 1 punto; 2) sumando los puntos asignados y multiplicando por 10 se obtiene el coeficiente de deterioro	20%	14 días calendario
		Visibilidad nocturna insuficiente	Coefficiente de reflexión mínimo de cada tipo de línea	Para determinar el coeficiente de deterioro de cada tipo de línea se realizan 3 determinaciones por cada 200 m de carretera (eligiendo aleatoriamente los lugares) promediándose los resultados. El coeficiente de reflexión se obtiene mediante un retroreflectómetro con un ángulo de incidencia de 86.5° y un ángulo de observación de 1.5°	Líneas de color blanco: 150 mcd/lx/m <sup>2</sup> Líneas de color amarillo: 100 mcd/lx/m <sup>2</sup>	14 días calendario
Nota: El estándar vinculado con los elementos faltantes se evaluará de la siguiente forma: a) durante la segunda etapa del plazo de puesta se evaluará con relación a la señalización existente al momento de la incorporación de cada tramo al contrato; y b) durante el plazo de mantenimiento se evaluará en relación al diseño aprobado. El estándar vinculado con elementos defectuosos se evaluará en relación con lo establecido en las especificaciones generales y particulares contenidas en los anexos y las prácticas del buen arte para aquellos casos en que hubiera un vacío en las anteriores normas						

Fuente: Pliegos de Licitación del proyecto “Mantenimiento por Resultados de la Carretera Pelileo – Baños – Puyo, Red Vial Estatal E30”

**Cuadro N.- 21: Estándares de Seguridad Vial – Señalización Vertical**

ESTÁNDARES DE SEGURIDAD VIAL - SEÑALIZACIÓN VERTICAL						
CÓDIGO	DENOMINACIÓN	DESCRIPCIÓN	PARÁMETRO	MÉTODO DE EVALUACIÓN	EXIGENCIA	PLAZO DE REPARACIÓN
SV-V-1(#)	Elementos faltantes	Elementos faltantes o con restricciones severas a su visibilidad		Por inspección visual se identifican los elementos faltantes	No se admitirán elementos faltantes	Señales informativas y mojones de referencia: 7 días calendario Otras señales: 2 días calendario
SV-V-2	Señales defectuosas o deterioradas	Presencia de señales defectuosas con respecto a lo especificado en lo referente a los diseños de las leyendas y símbolos: los colores, formas y tamaños de las placas: la ubicación (en alejamiento lateral y altura), los materiales de fabricación: etc		Por inspección visual se identifican las señales defectuosas	No se admitirán señales defectuosas	14 días calendario
		Presencia de señales deterioradas, como: 1) placas con más de tres dobleces, o con un doblez siempre que sea superior a 0,1m; 2) placas con más de cinco deterioros (como perforaciones de bala, puntos de óxido, etc.) o con menos deterioros cuando comprometan la lectura del mensaje; 3) placas con deficiencias en el pintado anverso; 4) placas con restricciones a su visibilidad (como suciedad de polvo, afiches pegados, pintadas, vegetación u		Por inspección visual se identifican las señales deterioradas	No se admitirán señales deterioradas	14 días calendario

		Visibilidad nocturna insuficiente de las señales	Antigüedad máxima de fabricación o un cierto coeficiente de reflexión mínimo del mensaje de las señales	Por inspección visual se verifica la fecha de fabricación del mensaje y se calcula la antigüedad de fabricación. Para determinar el coeficiente de reflexión de un mensaje se realizan 3 determinaciones de cada señal (eligiendo aleatoriamente los lugares) promediándose los resultados. El coeficiente de reflexión se obtiene mediante un retroreflectómetro con un ángulo de incidencia de -4° y un ángulo de observación de 0.2°	No se admitirán señales con mensajes de más de 5 años de antigüedad, salvo que el Contratista pruebe que el coeficiente de reflexión es superior a : 1) fondo amarillo 40 cd/lx/m2; 2) fondo blanco: 56 cd/lx/m2; 3) fondo rojo: 12 cd/lx/m2; 4) fondo verde: 7 cd/lx/m2; 5) fondo azul: 3 cd/lx/m2.	14 días calendario
SV-V-3	Elementos de fijación de las señales a los postes deteriorados	Presencia de elementos de fijación de las señales a los postes (como pernos, tuercas y arandelas) deteriorados, faltantes (total o parcial) o desajustados que provoquen placas flojas o desajustadas		Por inspección visual se identifican los elementos de fijación de las señales a los postes deteriorados	No se admitirán elementos de fijación de las señales a los postes deteriorados	14 días calendario
SV-V-4	Postes defectuosos o deteriorados	Presencia de postes defectuosos con respecto a lo especificado en lo referente a los materiales de fabricación: las formas y dimensiones, los colores, etc.		Por inspección visual se identificarán los postes defectuosos	No se admitirán postes defectuosos	14 días calendario
		Presencia de postes deteriorados, como: 1) postes con deficiencias en la colocación como ubicación, verticalidad, etc.; 2) postes con defectos como roturas, dobleces, rajaduras u otros deterioros según el tipo de material; 3) postes con restricciones a su visibilidad (como suciedad de polvo, afiches pegados, pintadas, vegetación u otros obstáculos en el entorno, etc.)		Por inspección visual se identificarán los postes deteriorados	No se admitirán postes deteriorados	14 días calendario

Nota: El estándar vinculado con los elementos faltantes se evaluará de la siguiente forma: a) durante la segunda etapa del plazo de puesta se evaluará con relación a la señalización existente al momento de la incorporación de cada tramo al contrato; y b) durante el plazo de mantenimiento se evaluará en relación al diseño aprobado. El estándar vinculado con elementos defectuosos se evaluará en relación con lo establecido en las especificaciones generales y particulares contenidas en los anexos y las prácticas del buen arte para aquellos casos en que hubiera un vacío en las anteriores normas

Fuente: Pliegos de Licitación del proyecto “Mantenimiento por Resultados de la Carretera Pelileo – Baños – Puyo, Red Vial Estatal E30”

**Cuadro N.- 22: Estándares de Seguridad Vial – Elementos de Encarrilamiento y Contención**

ESTÁNDARES DE SEGURIDAD VIAL - ELEMENTOS DE ENCARRILAMIENTO Y CONTENCIÓN						
CÓDIGO	DENOMINACIÓN	DESCRIPCIÓN	PARÁMETRO	MÉTODO DE EVALUACIÓN	EXIGENCIA	PLAZO DE REPARACIÓN
SV-E-1(#)	Elementos faltantes	Elementos faltantes o con restricciones severas a su funcionalidad		Por inspección visual se identifican los elementos faltantes	No se admitirán elementos faltantes	2 días calendario
SV-E-2	Delineadores deficientemente colocados o deteriorados	Presencia de delineadores (usualmente llamados delineadores) deficientemente colocados o deteriorados, como: 1) deficiencias en la colocación como ubicación, verticalidad, separación entre elementos, etc.; 2) deterioros en la estructura como roturas, desplazamiento o pérdida de secciones, etc.; 3) deterioros en los elementos reflectivos (papel alta intensidad o superior); 4) restricciones a su visibilidad (como suciedad de polvo, afiches pegados, pintadas, vegetación u otros obstáculos en el entorno, etc.)	Porcentaje máximo de la cantidad de delineadores deficientemente colocados o deteriorados	Por inspección visual se identifican los delineadores deficientemente colocados o deteriorados y se cuentan la cantidad afectada	10%	14 días calendario
SV-E-3	Violetas deficientemente colocados o deteriorados	Presencia de violetas (usualmente llamadas ojos de gato) deficientemente colocados o deteriorados, como: 1) deficiencias en la colocación como alineación, separación entre elementos, etc.; 2) deterioros en la estructura como roturas, desplazamiento o pérdida de secciones, etc; 3) deterioros en los elementos reflectivos; 4) restricciones a su visibilidad (como suciedad de polvo, pintadas o manchas, etc.)	Porcentaje máximo de la cantidad de violetas deficientemente colocadas o deterioradas en cada tipo de línea	Por inspección visual se identifican las violetas deficientemente colocadas o deterioradas y se cuentan la cantidad afectada en cada tipo de línea (eje blanco, eje amarillo, bordes)	eje blanco: 10% eje amarillo: 10% bordes: 20%	14 días calendario

SV-E-4	Barreras y barandas deficientemente colocadas o deterioradas	Presencia de barreras de madera deficientemente colocadas o deterioradas, como: 1) deficiencias en la colocación respecto a lo especificado por el fabricante y/o el diseño; 2) deterioros como deformaciones o dobleces, grietas o roturas con desplazamiento o pérdida de secciones, etc.; 3) elementos flojos o desajustados; 4) falla (total o parcial) de los pernos, tuercas y arandelas de fijación; 5) deficiencias en el pintado cuando estén pintadas; 6) restricciones a su visibilidad (como suciedad de polvo, afiches pegados, pintadas, vegetación u otros obstáculos en el entrono, etc.)	Porcentaje máximo de longitud de barreras de madera deficientemente colocadas o deterioradas	Por inspección visual se identifican las zonas con barreras de madera deficientemente colocadas o deterioradas y se mide la longitud afectada	10%	14 días calendario
		Presencia de barreras de metal deficientemente colocadas o deterioradas, como: 1) deficiencias en la colocación respecto a lo especificado por el fabricante y/o el diseño; 2) deterioros como deformaciones o dobleces, etc.; 3) elementos flojos o desajustados; 4) falla (total o parcial) de los pernos, tuercas y arandelas de fijación; 5) deficiencias en el pintado cuando estén pintadas; 6) oxidación de las superficies; 7) ausencia o deterioro del elemento reflectivo (papel Alta intensidad o superior) en la arandela tipo "L" 8) restricciones a su visibilidad (como suciedad de polvo, afiches pegados, pintadas, vegetación u otros obstáculos en el entrono, etc.)	Porcentaje máximo de longitud de barreras de metal deficientemente colocadas o deterioradas	Por inspección visual se identifican las zonas con barreras de metal deficientemente colocadas o deterioradas y se mide la longitud afectada	10%	14 días calendario

		Presencia de barreras de mampostería o concreto deficientemente colocadas o deterioradas, como: 1) deficiencias en la colocación respecto a lo especificado por el fabricante y/o el diseño; 2) deterioros en la estructura como grietas o roturas con desplazamiento o pérdida de secciones, armaduras expuestas, etc.; 3) deficiencias en el pintado cuando estén pintadas; 4) restricciones a su visibilidad (como suciedad de polvo, afiches pegados, pintadas, vegetación u otros obstáculos en el entrono, etc.)	Porcentaje máximo de longitud de barreras de mampostería o concreto deficientemente colocadas o deterioradas	Por inspección visual se identifican las zonas con barreras de mampostería o concreto deficientemente colocadas o deterioradas y se mide la longitud afectada	10%	14 días calendario
		Presencia de barandas de puentes deficientemente colocadas o deterioradas, como las referidas para las barreras de metal o concreto según sean aplicables en función del material en que estén construidas las barandas de los puentes	Porcentaje máximo de la longitud de barandas de puentes deficientemente colocadas o deterioradas	Por inspección visual se identifican las zonas con barreras de puentes deficientemente colocadas o deterioradas y se mide la longitud afectada	0%	14 días calendario
<p>Nota: Para la valoración de los parámetros definidos como porcentaje de la cantidad o longitud se dividen los tramos en kilómetros y los kilómetros en sectores de 200 m (comenzando en el mojón), evaluándose el parámetro en dichos sectores, adoptando como "cantidad de referencia" o "longitud de referencia" la cantidad o longitud de elementos existentes a la incorporación de cada tramo al contrato y lo oportunamente agregado. Para aquellos tramos que la división en sectores sugiera una fracción inferior a 200m se definirá un sector especial con dicha fracción, estableciéndose el área afectada en función de la longitud de dicha fracción. El estándar vinculado con los elementos faltantes se evaluará de la siguiente forma: a) durante la segunda etapa del plazo de puesta se evaluará con relación a la señalización existente al momento de la incorporación de cada tramo al contrato; y b) durante el plazo de mantenimiento se evaluará en relación al diseño aprobado. El estándar vinculado con elementos defectuosos se evaluará en relación con lo establecido en las especificaciones generales y particulares contenidas en los anexos y las prácticas del buen arte para aquellos casos en que hubiera un vacío en las anteiores normas</p>						

Fuente: Pliegos de Licitación del proyecto “Mantenimiento por Resultados de la Carretera Pelileo – Baños – Puyo, Red Vial Estatal E30”

#### **2.3.6.6.5. Estándares de Derecho de Vía**

Se entiende por derecho de vía a todos los elementos contenidos en el derecho de vía como las áreas verdes ya aquellos otros equipamientos vinculados al tránsito peatonal o vehicular local (como los refugios peatonales en las paradas de buses, sendas para la circulación de peatones, calzadas de servicio, estacionamiento, etc.).

En la tabla denominada “Estándares de Obras de Seguridad Vial – Elementos de Encarrilamiento y Contención” (Cuadro N.- 23) se establecen la exigencia de los estándares



**Cuadro N.- 23: Estándares de Derecho de Vía**

ESTÁNDARES DE DERECHO DE VÍA						
CÓDIGO	DENOMINACIÓN	DESCRIPCIÓN	PARÁMETRO	MÉTODO DE EVALUACIÓN	EXIGENCIA	PLAZO DE REPARACIÓN
DV-1(#)	Existencia de exceso de vegetación	Presencia de vegetación de más de 0.1m de altura a nivel de la plataforma 0.3m de altura en los primeros 4m medidos desde el borde la plataforma, zona de cunetas, empalmes, sectores con deficiencia de visibilidad y en los atravesamientos de pueblos, y más de 0.5m de altura en las demás situaciones; salvo aquellos excesos de vegetación que expresamente se exceptúen		Por inspección visual se identifican las zonas con excesos de vegetación	No se admitirán excesos de vegetación	7 días calendario
DV-2(#)	Existencia de obstáculos	Presencia de obstáculos que signifiquen un peligro para el tránsito, como: 1) árboles, troncos o tocones de árboles en los primeros 15m medidos desde el eje de la carretera; 2) ramas de árboles que se encuentren por encima de la calzada y los espaldones a una altura inferior a los 6m; 3) piedras, montículos, derrumbes, escombros, etc, en los primeros 15m medidos desde el eje de la carretera; salvo aquellos obstáculos que expresamente se exceptúen		Por inspección visual se identifican las zonas con obstáculos	No se admitirán obstáculos	7 días calendario

DV-3(#)	Existencia de residuos	Presencia de residuos como basura, desechos, restos de accidentes, restos de corte de vegetación, animales muertos, autos abandonados, etc, visibles desde la carretera		Por inspección visual se identifican las zonas con residuos	No se admitirán residuos	7 días calendario
DV-4	Existencia de propaganda	Presencia de propaganda dentro del derecho de vía como rótulos pintados o pegados, etc		Por inspección visual se identifican las zonas con propagandas	No se admitirán propagandas	7 días calendario
DV-5	Perturbaciones al libre escurrimiento de las aguas en los cauces de entrada y salida a las obras de drenaje y puentes	Presencia de erosiones, socavaciones u obstáculos (empalizadas, rocas, sedimentos, etc.) en los cauces de entrada y salida de agua a menos de 20 m de distancia de las obras de drenaje y a menos de 50 m de los puentes		Por inspección visual se identifican las zonas con perturbaciones al libre escurrimiento de las aguas	No se admitirán perturbaciones al libre escurrimiento de las aguas	7 días calendario
DV-6	Existencia de agua estancada	Presencia de agua estancada en cauces, cunetas y derecho de vía en general, salvo aquellas zonas de humedales que expresamente se exceptúen		Por inspección visual se identifican las zonas con agua estancada	No se admitirán aguas estancadas	14 días calendario
DV-7	Deficiencias en la demarcación de los límites del derecho de vía	Ausencia de las siguientes demarcaciones del límite del derecho de vía: 1) cercos, vallas o mojones (cada 100m) que demarquen los límites legales del derecho de vía; 2) carteles (cada 50 km) indicando el ancho del derecho de vía y su prohibición de uso particular		Por inspección visual se identifican las zonas con deficiencias en las demarcaciones de los límites del derecho de vía	No se admitirán deficiencias en la demarcación de los límites de derecho de vía	14 días calendario
DV-8	Deficiencias en los refugios peatonales	Presencia en los refugios peatonales de suciedad, basura, propaganda pintada o pegada, deterioros en la construcción o en la pintura, etc.		Por inspección visual se identifican los refugios peatonales con deficiencias	No se admitirán refugios peatonales con deficiencias	7 días calendario
DV-9	Deficiencias en sendas peatonales, calzadas de servicio y estacionamientos	Presencia de sendas peatonales, calzadas de servicio y estacionamientos de basura, obstáculos, agua estancada, deterioros en pavimentos, etc.		Por inspección visual se identifican las sendas peatonales, calzadas de servicio y estacionamiento con deficiencias	No se admitirán sendas peatonales, calzadas de servicio y estacionamientos con deficiencias	14 días calendario

Fuente: Pliegos de Licitación del proyecto “Mantenimiento por Resultados de la Carretera Pelileo – Baños – Puyo, Red Vial Estatal E30”

### **2.3.6.6.6. Excepciones y Destacados Incumplimientos de los Estándares.**

#### **2.3.6.6.6.1. Excepciones a los Estándares.**

Los estándares anteriormente enunciados tendrán las siguientes excepciones permanentes establecidas por el contratante:

No aplica el estándar denominado “Existencia de propaganda” para:

- Los avisos existentes al momento de inicio del contrato que cuenten con autorización expresa del contratante, y
- Los avisos que expresamente autorice el Contratante luego del inicio del contrato;

Para lo cual el Contratista deberá realizar un inventario de todos los avisos existentes en los primeros 3 meses calendario del contrato y solicitar al Contratante definición de los avisos que se deben retirar

#### **2.3.6.6.6.2. Flexibilizaciones a los Estándares.**

La entidad contratante podrá disponer flexibilizaciones circunstanciales a los estándares durante el desarrollo del contrato, que pueden ser entre ellas las citadas en las tablas de estándares con el objetivo de preservar el medio ambiente en zonas particulares, propaganda y afines durante los periodos de campañas políticas; manejo de la basura en zonas pobladas, etc.

Las flexibilizaciones que se puedan aplicar al proyecto estarán documentadas y oficializadas por un acta entre las partes en donde consten los alcances de flexibilización, el plazo de duración y la compensación que realizará el Contratista en atención a la flexibilización concedida.

### **2.3.6.7. Índice de Servicio**

El Índice de Servicio es un indicador de la calidad del servicio prestado que es aplicado a cada uno de los estándares establecidos en el contrato. El Índice de Servicio de un tramo de la carretera, se calcula sumando los índices ponderados de servicio de los distintos elementos considerados: Calzada, espaldones, obras de drenaje, seguridad vial y derecho de vía, dividido por el número ponderado de elementos y redondeando el resultado al entero inmediato inferior o superior según corresponda estadísticamente.

#### **2.3.6.7.1. Metodología para la determinación del Índice de Servicio**

##### **2.3.6.7.1.1. Índice de Servicio de un Tramo**

El índice de Servicio prestado por el Contratista en un solo tramo se determinará de acuerdo a la siguiente metodología:

La selección de la muestra a evaluar como representativa de un tramo se realizará según el siguiente procedimiento:

- Se subdivide cada tramo en secciones de 1 KM en coincidencia con los mojones kilométricos, estableciéndose así un número total de secciones en cada tramo. En caso que un tramo no comience y finalice en un kilómetro entero, se puede definir secciones especiales menores a 1 KM, siempre y cuando estas longitudes superen los 100 metros.
- El tamaño mínimo de la muestra a evaluar es del 20% del número total de secciones del tramo.
- Las secciones de cada tramo a evaluar se elegirán al azar sobre la base del tamaño de la muestra a evaluar determinado anteriormente

La evaluación de la muestra seleccionada como representativa de un tramo se realizará según el siguiente procedimiento:

- Cada sección seleccionada se la subdivide en segmentos a evaluar de 200 m, (si la longitud de una sección no es múltiplo entero de 200 m se define un segmento especial correspondiente a la fracción restante de la sección siempre que al menos dicho segmento alcance a los 100 m, de resultar inferior se desprecia) (si un segmento extremo aparece parcialmente un elemento discreto, como una alcantarilla, éste se considerará totalmente incluido en el segmento extremo).
- En cada segmento se analiza el cumplimiento de todos los estándares establecidos en las tablas anteriores para cada uno de los elementos que integran la carretera (calzada, espaldones, obras de drenaje, seguridad vial y derecho de vía).
- En el tramo se cuantifica: a) número de segmentos que incumplen con uno o varios de los estándares para cada uno de los elementos que integran la carretera; b) número total de segmentos evaluados; c) número de segmentos que cumplen con todos los estándares para cada uno de los elementos que integran la carretera.

El cálculo del índice de servicio de un tramo deberá seguir el siguiente procedimiento:

- Se calcula el porcentaje de segmentos que cumplen con todos los estándares para cada uno de los elementos que integran la carretera (calzada, espaldones, obras de drenaje, seguridad vial y derecho de vía), llamándolos índice de servicio de calzada, espaldón, obras de drenaje, seguridad vial o derecho de vía según corresponda
- El índice de servicio para cada uno de los elementos que integran la carretera se pondera con los factores que se indican a continuación, obteniéndose el índice ponderado de servicio para cada uno de los elementos que integran la carretera

**Cuadro N.- 24: Factores de Ponderación para los Elementos de Carretera**

<b>ELEMENTO DE CARRETERA</b>	<b>FACTOR DE PONDERACION</b>
Calzada	1,00
Espaldones	0,75
Obras de Drenaje	0,75
Seguridad vial	0,75
Derecho de vía	0,50
<b>TOTAL</b>	<b>3,75</b>

Fuente: Pliegos de Licitación del proyecto “Mantenimiento por Resultados de la Carretera Pelileo – Baños – Puyo, Red Vial Estatal E30”

- Se calcula el índice de servicio del tramo, sumando los índices ponderados de servicio de los distintos elementos que integran la carretera (calzada, espaldones, obras de drenaje, seguridad vial y derecho de vía) dividiendo entre 3,75 que representa el número ponderado de elementos (calzada:1.0, espaldones: 0.75, obras de drenaje:0.75, seguridad vial:0.75, y derecho de vía:0.5) y redondeando el resultado al entero inmediato inferior o superior según corresponda.

**Cuadro N.- 25: Ejemplo para el Cálculo del Índice de Servicio de un Tramo, en una Carretera de nombre “X” – Tramo B a C (Longitud: 24,65km)**

Sección	Segmento	Calzada	Espaldones	Obras de drenaje	Seguridad Vial	Derecho de Vía
Sección 09 08km000 al 09km000	1					
	2					
	3					
	4	X				X
	5					
Sección 12 11km000 al 12km000	1					
	2					X
	3					
	4					
	5					
Sección 16 15km000 al 16km000	1					
	2					
	3					
	4				X	
	5					
Sección 18 17km000 al 18km000	1			X		
	2					
	3					
	4					
	5					
Sección 25 24km000 al 24km650	1		X			
	2					
	3					
	4	-----	-----	-----	-----	-----
	5	-----	-----	-----	-----	-----
<b>Cantidad segmentos con deterioros</b>		1	1	1	1	2
<b>Cantidad total segmentos</b>		23				
<b>Cantidad de segmentos sin deterioros</b>		22	22	22	22	21
<b>Índice de servicio del elemento (% segmentos sin deterioros)</b>		95,7%	95,7%	95,7%	95,7%	91,3%
<b>Factor de ponderación</b>		1	0,75	0,75	0,75	0,5
<b>Índice ponderado de servicio del elemento</b>		95,7%	71,7%	71,7%	71,7%	45,7%
<b>ÍNDICE DE SERVICIO</b>		<b>95%</b>				

Fuente: Pliegos de Licitación del proyecto “Mantenimiento por Resultados de la Carretera Pelileo – Baños – Puyo, Red Vial Estatal E30”

### 2.3.6.7.1.2. Índice de Servicio del Contrato

El índice de servicio prestado por el Contratista durante todo el contrato se calculará como el promedio ponderado en la longitud del índice de servicio de los tramos que lo integran, el cual se redondea a un número entero

**Cuadro N.- 26: Ejemplo para el Cálculo del Índice de Servicio del Contrato a partir del Índice de Servicio para cada Tramo.**

RUTA	TRAMO	SITUACIÓN	LONG.	IS evaluado	PROD.
X	A a B	en mantenimiento	10,00 km	97%	9,70
X	B a C	en mantenimiento	24,65 km	95%	23,42
X	C a D	en mantenimiento	35,00 km	88%	30,80
X	D a E	excluida	----	----	----
X	E a F	en mantenimiento	5,00 km	97%	4,85
			75,65 km		68,77
<b>Índice de Servicio del Contrato</b>					<b>91%</b>

Fuente: Pliegos de Licitación del proyecto “Mantenimiento por Resultados de la Carretera Pelileo – Baños – Puyo, Red Vial Estatal E30”

**2.3.6.7.2. Valores admisibles para el Índice de Servicio**

Según los Términos de Referencia, que hacen parte integral del contrato de Mantenimiento, el Índice de Servicio cuantificado en las evaluaciones deberá igualar o superar los valores admisibles establecidos a continuación:

- Índice de Servicio de cada tramo en particular debe ser mayor o igual al 90%
- Índice de Servicio del contrato en general debe ser mayor o igual al 90%.

**2.3.6.7.3. Resultados del Índice de Servicio**

Como resultado del cálculo del índice de servicio para cada tramo y del contrato en general, se deberán aplicar penalizaciones o se otorgarán bonificaciones por la calidad del servicio prestado.

El MTOP se reserva el derecho de rescindir el contrato por incumplimiento del Contratista cuando el Índice de Servicio de un tramo en particular sea inferior al 80% o el Índice de Servicio del contrato en general sea inferior al 85%



Las multas, penalizaciones y bonificaciones que pudieran surgir como consecuencia de las evaluaciones del Índice de Servicio se incorporarán al resumen de Pago, descontándose o sumándose de los montos previstos para pagar en dicho mes.

#### **2.3.6.7.3.1. Penalizaciones**

Si el índice de Servicio de un tramo en particular es inferior al valor admisible (90%), se aplicará una penalización, no reintegrable, por la prestación del servicio de calidad inferior al contratado, según la siguiente formulación matemática:

$$PENALIZACIÓN = (IS_{admisibile} - IS_{evaluado}) \times L \times P$$

Siendo:

IS admisible: Índice de servicio admisible 90%

IS evaluado: Índice de servicio del tramo registrado en la evaluación

L: Longitud del tramo en Km

P: Precio del rubro Gestión y ejecución del mantenimiento por Km-mes, del contrato

#### **2.3.6.7.3.2. Bonificaciones**

Los Términos de Referencia, también disponen de una bonificación, no retirable, por la prestación del servicio, cuando el índice de Servicio es superior al contratado (100%), cuyo valor es el resultante de aplicar la misma formulación matemática anteriormente mostrada.

### **2.3.6.8. Índice de Rugosidad Internacional (IRI)**

El Índice de Regularidad Internacional (IRI) ha sido un parámetro ampliamente utilizado para determinar las características superficiales de la capa de rodadura que presentan los pavimentos. Desde hace menos de una década se ha venido introduciendo la medición del IRI como parámetro básico de confort y seguridad en las obras viales. Mediante la evaluación de la capa de rodadura se puede encontrar información que establece la priorización de las actividades de mantenimiento, rehabilitaciones y reconstrucciones de las carreteras y permite también, realizar un inventario del estado y la condición de la red vial.

La regularidad o rugosidad de la superficie de rodamiento para la circulación de los vehículos permite ofrecer condiciones de seguridad y comodidad para los usuarios de las vías, tiene incidencia en los costos de operación de los vehículos, puesto que, dependiendo de la magnitud de las irregularidades superficiales, la velocidad de circulación puede verse afectada negativamente, lo cual puede reflejarse por un mayor desgaste en las llantas y el consumo de combustible.

Una conceptualización técnica del IRI sería que es un modelo matemático, el cual calcula el movimiento acumulado en la suspensión de un vehículo de pasajeros típico, al recorrer una superficie de la carretera a una velocidad entre 40 a 60 km/h.

#### **2.3.6.8.1. Equipos para la Determinación del IRI**

El cálculo del IRI involucra la utilización de herramientas matemáticas, estadísticas y computacionales que permiten derivar la medida de regularidad asociada a la vía. Existen diferentes equipos para medir el perfil longitudinal de la carretera y así determinar la regularidad superficial, los cuales han venido evolucionando en el tiempo, variando unos de otros en la precisión y rapidez para la obtención de los resultados.

Existen equipos tan sencillos como una mira y un nivel, donde con el nivel se establece la horizontal, y con la mira, se obtienen los puntos del perfil longitudinal. El inconveniente es que para grandes distancias, el trabajo puede hacerse largo y tedioso.

Otro equipo es el Dipstick que consiste en un inclinómetro sostenido entre dos apoyos separados por 250 mm ó 300 mm, los cuales registran la elevación de un apoyo relativo a la elevación del otro.

También existen los perfilógrafos que tienen una rueda sensible, montada al centro del marco que puede mantener libre el movimiento vertical. La desviación sobre el plano de referencia, establecido por el marco del perfilógrafo, se registra en papel según el movimiento de la rueda sensible. Se pueden encontrar en una gran variedad de formas, configuraciones y marcas, pero el más típico es el denominado “Merlin”

**Gráfico N.- 22: Perfilógrafo tipo Merlin, modelo Merliner 2000**



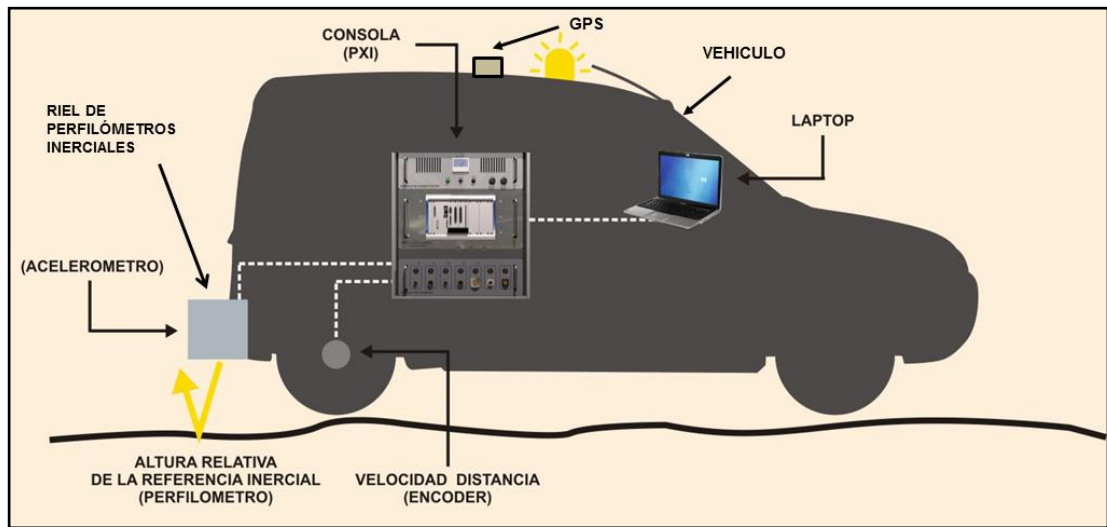
Fuente: “Merliner 2000” Camineros en la red, 2008, disponible en:  
<http://www.camineros.com/tecnologia.htm>

Todos estos equipos tienen el inconveniente del bajo rendimiento en lo que a cobertura de distancias se refiere. Debido a la gran cantidad de kilómetros de los que constan los proyectos viales actualmente y la necesidad de acometerlos en un tiempo razonablemente corto, surgieron los equipos de alto rendimiento para medir el IRI, como los RTRRMS que son equipos Tipo Respuesta que trabajan a la velocidad normal de circulación de la carretera que se requiere medir.

La tecnología de estos equipos RTRRMS está basada en medir los movimientos verticales del eje trasero del automóvil respecto al marco del vehículo, así se tiene que el instrumento puede medir la reacción o rebote del vehículo a la regularidad de la superficie de la carretera, por lo que no es realmente una medida verdadera de la lisura de la superficie, pero arrojan matemáticamente un parámetro de la rugosidad o regularidad de la superficie.

Existen otros instrumentos más sofisticados y que cuentan con dispositivos laser como los perfilómetros inerciales, que basados en dispositivos como los giróscopos y los acelerómetros, producen medidas automáticas y de alta calidad del perfil del camino y permiten obtener medidas de altísima precisión a velocidades estándar de circulación (80-100 Km/h).

**Gráfico N.- 23: Perfilómetro Inercial Laser**



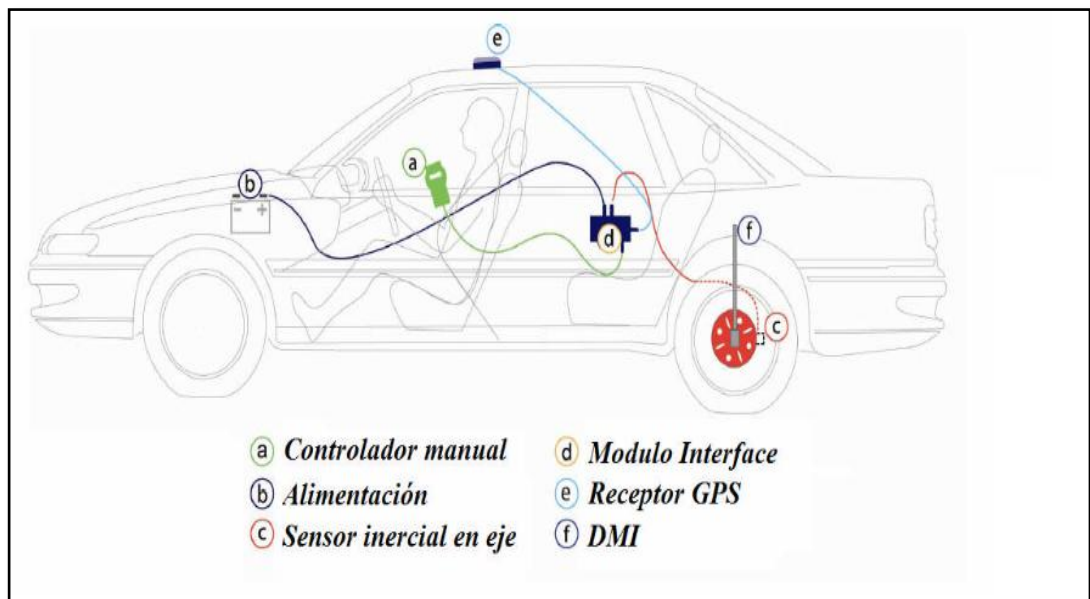
Fuente: “Perfilómetro Inercial Laser basado en LabVIEW y PXI para la Caracterización de Pavimentos en Infraestructura Vial”, National Instruments, Disponible en: <http://sine.ni.com/cs/app/doc/p/id/cs-16037>

Uno de los equipos electrónicos de Tipo Respuesta más utilizados debido a su facilidad de manejo, precisión y cobertura en proyectos grandes es el instrumento electrónico tipo “Bump Integrator de clase III”. El tipo UNI (REBITU), es un equipo diseñado para medir la rugosidad de pavimentos y está conformado por un adquisidor de datos y un sensor de desplazamiento. El REBITU va instalado en el eje posterior transversal del vehículo. El desplazamiento del vehículo sobre la carretera produce desplazamientos el eje posterior del vehículo debido a la irregularidad del asfalto, el equipo registra y almacena estos desplazamientos verticales. La velocidad la cual el vehículo se desplaza es de 40 Km/h y la toma de datos se realiza en tramos que puedan ser desde 100 m hasta los 900 m. Este instrumento tiene la capacidad de recoger y almacenar hasta 13000 Km de datos con un software desarrollado y presenta un interfaz sencilla e intuitiva para el usuario; además, cuenta con una unidad de GPS integrada.

Los principales componentes del equipo son:

- Controlador manual
- Un módulo interfase
- Modulo inercial y set de montaje de alimentación del vehículo
- Set de cables para comunicaciones vía USB
- Antena y unidad GPS con base magnética
- Kit de sensor de distancia DMI (para la rueda trasera) con conexión al velocímetro del vehículo

**Gráfico N.- 24: Esquema básico del Rugosímetro tipo Bump Integrator Clase III**



Fuente: Catálogo y manual del usuario 25th ARRB, Pert, Australia 2012.

### **2.3.6.8.2. Efectos en la Medición y Cálculo de IRI**

Debido a que, el IRI involucra la diferencia entre el perfil longitudinal teórico y el perfil longitudinal existente, es un hecho que se pueden presentar ciertas variaciones debido a los obstáculos físicos de la superficie denominados singularidades y a la longitud de la evaluación.

#### **2.3.6.8.2.1. Singularidades**

Según [11], se denomina singularidad a cualquier alteración del perfil longitudinal de la superficie de la carretera o camino que no provenga de fallas constructivas y que puede modificar el valor del IRI en el tramo en que se encuentra. Entre estas singularidades se pueden citar los resaltos (rompevelocidades), badenes, puentes, tapas de alcantarillas, cuñas, cruces de calles y otras, que por diseño geométrico alteran el perfil de la carretera.

Debe tenerse en cuenta que, el valor de la medición del IRI se verá afectado a todo lo largo de la singularidad más su área de influencia, que son 40 m hacia delante en el sentido de la medición, lo cual corresponde a una característica propia del método de cálculo del IRI.

#### **2.3.6.8.2.2. Variación del IRI según la longitud de evaluación**

Para [12], el IRI puede ser calculado sobre cualquier longitud de un tramo de carretera; sin embargo, se debe entender que el cálculo del IRI depende altamente sobre qué longitud es acumulado. Es fundamental entender la relación que existe entre la variación de regularidad a lo largo de la carretera sobre la cual la regularidad es promediada, de esta forma, aunque la teoría sobre el IRI casi siempre habla solamente del valor del IRI de una carretera, para ser precisos, se debe añadir la longitud a la cual se determina dicho valor, ya que el IRI es el valor medio de los IRI unitarios que se obtienen. Habitualmente, el valor unitario más utilizado es cada 0.25 m y el valor global de referencia puede variar dependiendo de cada país o agencia de pavimentos.

[12] Enuncia que debido a la importancia que tiene la longitud para la determinación del IRI, es necesario establecer un intervalo de longitud, ya que los intervalos de longitud mayores ocultan niveles altos de regularidad superficial en los pavimentos, obteniendo de una manera inadecuada valores de IRI satisfactorios. Por otra parte, la utilización de intervalos de longitud menores para la determinación del IRI, puede detectar niveles altos de irregularidad, contribuyendo a obtener pavimentos con mejores niveles de seguridad y confort.

En el Cuadro N.- 27 se puede observar las variaciones en la longitud del intervalo de medición del IRI, tienen incidencia directa en los resultados, de forma tal que los valores se suavizan como consecuencia del efecto de promediar. Lo cual que se evidencia, al observar los primeros 100 m de un tramo, en el cual se dan valores de IRI mayores a 10, en cambio, se pueden tener valores de IRI inferiores a 2, cuando el intervalo de evaluación es de 5 metros. Por su parte, al calcular el valor del IRI en una longitud de evaluación de 100 m, el efecto de promediar los valores dentro de este tramo muestra un valor de IRI igual a 4,5. [12].

**Cuadro N.- 27: Variación del valor IRI (m/km) según la longitud de evaluación**

Estación inicial (m)	Estación final (m)	Valores de IRI promediando resultados del RSP a diferentes intervalos			
		Cada 5 m	Cada 20 m	Cada 50 m	Cada 100 m
0	5	11.4	9.7	6.1	4.5
5	10	10.5			
10	15	13.0			
15	20	4.0			
20	25	3.8	3.3		
25	30	3.7			
30	35	3.5			
35	40	2.2			
40	45	4.6	4.5		
45	50	4.8			
50	55	3.8			
55	60	4.8			
60	65	2.8	2.5	2.9	
65	70	1.7			
70	75	2.3			
75	80	3.1			
80	85	3.0	2.7		
85	90	3.6			
90	95	1.6			
95	100	2.8			

Fuente: “Variación en el valor del IRI (m/km) según la longitud de evaluación”, Ing. Gustavo Badilla Vargas, Universidad de Costa Rica, 2008.

### 2.3.6.8.2.3. Límites de los valores del IRI

Para el caso de pavimentos asfálticos nuevos o rehabilitados, la rugosidad o regularidad superficial se deberá controlar calculando el parámetro denominado IRI Característico, el cuál es definido por la siguiente expresión:

$$IRI_c = IRI_p + 1.645s(\sigma)$$

Siendo:

IRI<sub>c</sub>: Índice de Rugosidad Internacional característico

IRI<sub>p</sub>: Índice de Rugosidad Internacional promedio

$\sigma$ : Desviación estándar

De acuerdo al factor de correlación empleado ( $K = 1.645$ ), se cumplirá que el 95% del pavimento experimentará una rugosidad igual o menor al IRI característico.

Para carreteras pavimentadas, el rango de la escala del IRI es de 0 a 12 mm/km, donde 0 representa una superficie perfectamente uniforme y 12 un camino intransitable. Para vías no pavimentadas la escala se extiende hasta el valor de 20 mm/Km. [12]

El perfil real de una carretera recién construida tiene un estado cero, pero se define por su IRI inicial mayor a cero, debido principalmente a que alcanzar valores de IRI igual a 0 es sumamente difícil desde el punto de vista constructivo. Una vez puesta en servicio, la regularidad del pavimento se modifica lentamente en función del paso de los vehículos. [12]



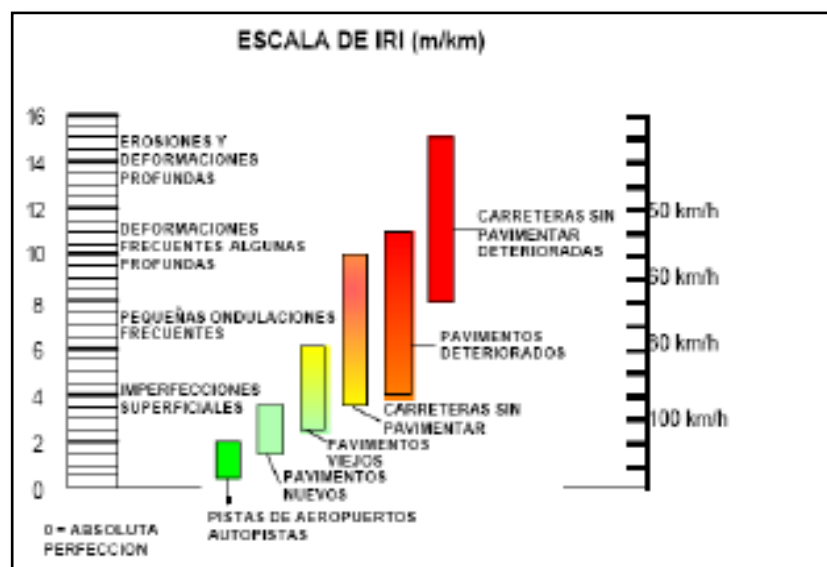
#### 2.3.6.8.2.4. Valores del IRI y Especificaciones Internacionales

A continuación, se presentan diferentes escalas y especificaciones adoptadas en diferentes países para fijar los límites del índice de rugosidad internacional (IRI)

##### 2.3.6.8.2.4.1. Escala del Banco Mundial

El gráfico N.- 26, presentado a continuación fue realizado por el Banco Mundial en 1982 y representa la medición del IRI en diferentes vías.

Gráfico N.- 25: Escala de IRI para la medición en diferentes vías

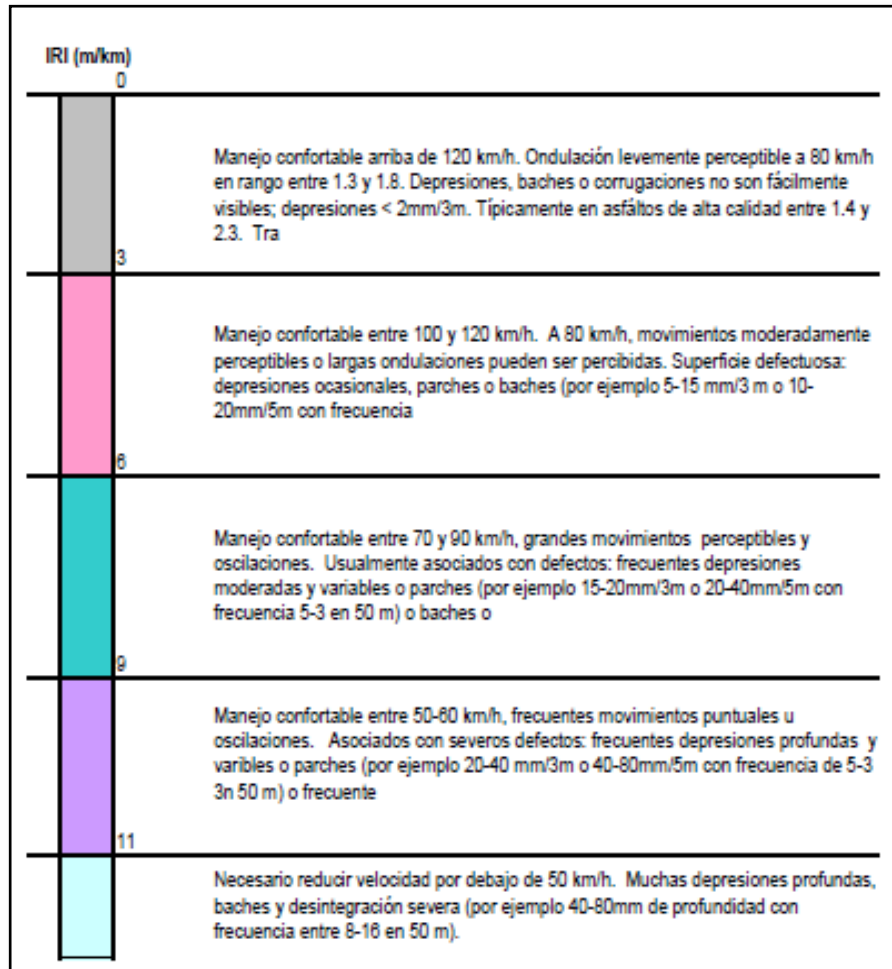


Fuente: "Escala de IRI", Sayers M., 1986,

##### 2.3.6.8.2.4.2. Escala del ASTM E 1926

Otras escalas de valores se presentan en la especificación ASTM E 1926 "Standard practice for computing international roughness of roads" y se la encuentra a continuación:

**Gráfico N.- 26: Escala de rugosidad de Vías pavimentadas con Concreto Asfáltico**



Fuente: “Escala de rugosidad de Vías pavimentadas con Concreto Asfáltico”, Especificación ASTM E 1926

#### 2.3.6.8.2.4.3. Escala de otras instituciones públicas

La determinación de los límites del IRI es de vital importancia para el control y definición de las estrategias de mantenimiento y rehabilitación de las carreteras, por lo que se hace necesario establecer intervalos de longitud en la determinación del IRI. Para intervalos de longitudes grandes (mayores de 500 m), se ocultan niveles altos de la rugosidad superficial de los pavimentos, obteniendo de manera inadecuada valores de IRI satisfactorios, mientras que en longitudes cortas (menos de 100 m) se detectan niveles altos de rugosidad.

En el Cuadro N.- 28 se presentan algunas especificaciones para el IRI en diferentes entidades gubernamentales encargadas del mantenimiento vial.

**Cuadro N.- 28: Especificaciones para el IRI por Instituciones Públicas**

Institución Pública	Requerimientos del IRI según el tipo de pavimento				
	Procedimiento general	Asfáltico	Hidráulico	Tratamientos superficiales	
Ministerio de Obras Públicas de Chile	IRI obtenido en 5 tramos consecutivos de 200m de secciones homogéneas	Promedio de 5 tramos $\leq 2$ m/km Promedio individual $\leq 2.8$ m /km		Promedio de 5 tramos $\leq 3$ m/km Promedio individual $\leq 4$ m /km	
Ministerio de Fomento de España	IRI obtenido en tramos de 100 m	IRI $< 1.5$ m/km en el 50% de los tramos del proyecto IRI $< 2$ m/km en el 80% de los tramos del proyecto IRI $< 2.5$ m/km en el 100% de los tramos del proyecto			
Estados Unidos (Estado de Wisconsin)	IRI obtenido en tramos de 1600 m ( 1 milla)	IRI m/km	Años	-----	-----
		$< 1.1$	0		
		$< 1.17$	1		
		$< 1.29$	2		
		$< 1.33$	3		
		$< 1.37$	4		
Suécia	IRI en tramos de 20 m	IRI $\leq 1.4$ m/km		-----	
	IRI en tramos de 200 m	IRI $\leq 2.4$ m/km		-----	

Fuente: “Requerimientos del IRI según el tipo de pavimento”, Consorcio Grusamar – Elsamex, 2012.

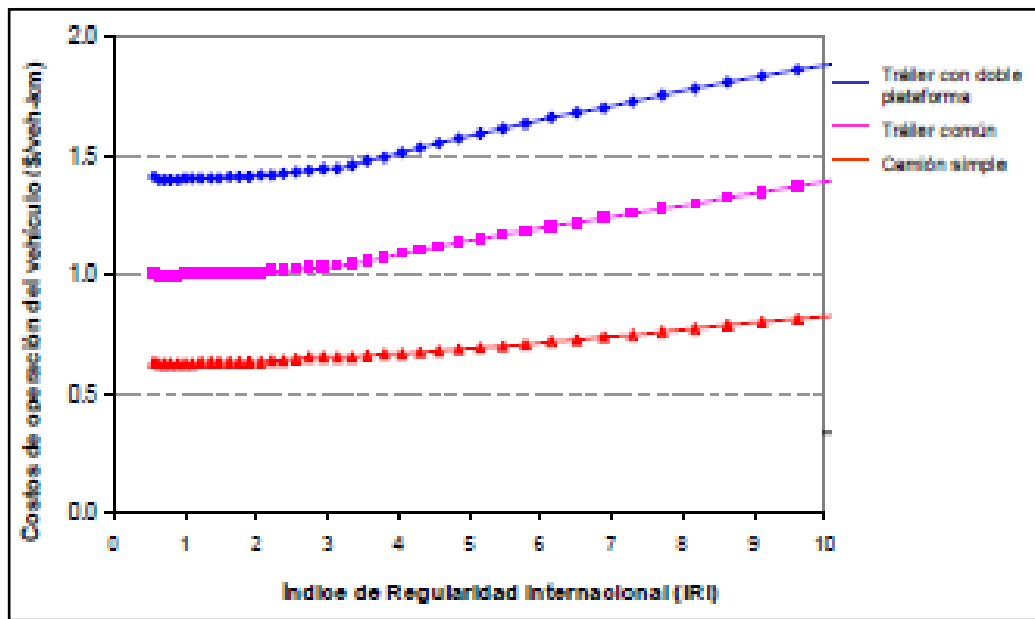
### 2.3.6.8.3. Recomendaciones generales sobre el IRI

Con referencia a todo lo hablado anteriormente se pueden dar las siguientes recomendaciones con respecto del IRI

- Varios autores recomiendan como óptima, una longitud de evaluación de 100 metros, para la acumulación de los valores, ya que esta distancia arroja un promedio de todas las medidas realizadas en distintos países y equipos.

- Basándonos, primero, en la norma ASTM E 950 “ *Standard Test Method te Longitudinal Profile of Traveled Surfaces with accelerometer established inertial profiling reference*” la cual abarca la medición y almacenamiento de datos del perfiles medidos con base en una referencia inercial establecida por acelerómetros y en la norma ASTM E 1170 “*Standard Practices for simulating vehicular response to longitudinal profiles of traveled surfaces*” , la cual determina el cálculo de la respuesta vehicular a las regularidades superficiales de una carretera utilizando un determinado programa de simulación vehicular y, segundo, en el gráfico N.- 28 de costos de operación Vs IRI de la oficina de Transportes del estado de Washington, donde se observa que a mayores valores de 3,5 en el IRI en carreteras de alto volumen, los costos de operación de vehículos (VOC), se aceleran significativamente y tiene una tendencia mayor de aumento, se puede determinar que la carretera se encuentra en nivel de deterioro que demanda una pronta intervención para IRI mayores a 4,0 mm/ Km

**Gráfico N.- 27: Costos de Operación Vehicular versus IRI**



Fuente: Costos de Operación vehicular versus IRI, Washington State of Transportation, 1995.

- El cuadro N.- 29 descrito por la marca australiana ARRB fabricante del Rugosímetro Bump Integrator III, dicta los siguientes valores para la evaluación de la calidad del IRI

**Cuadro N.- 29: Evaluación del IRI según la marca ARRB**

<b>ESTADO DEL PAVIMENTO</b>	<b>IRI (mm/Km)</b>
Excelente	Menor de 2,0
Bueno	2,0 – 4,0
Regular	4,0 – 6,0
Pobre	6,0 – 10,0
Malo	Mayor de 10,0

Fuente: “Manual del usuario Rugosímetro Bump Integrator III”, ARRB, 2012.

### **2.3.6.9. Retroreflectometría.**

La Retroreflexión mide el reflejo de la señalización vial horizontal y vertical, este efecto de reflejo se produce cuando la reflexión emitida por los faros de un vehículo retorna hacia su propia fuente emisora. Los factores que inciden en este efecto son principalmente las características de la pintura de las señales, su colocación y el mantenimiento de las mismas.

Toda la señalización de una vía debe ser visible a todo tiempo (día y noche) y en cualquier tipo de clima. Para que exista una adecuada visibilidad de las señales durante el día se requiere utilizar materiales que brinden un adecuado contraste con el pavimento ya sea de concreto o asfalto. Mientras que para una correcta visibilidad nocturna de la señalización se necesita que todas las señales sean retroreflectivas, es decir, que recolecten la luz emitida por los faros de un vehículo y la devuelvan a los ojos del conductor, ello se logra mediante la adición de microesferas de vidrio retroreflectivas a las señales.

**Gráfico N.- 28: Microesferas de vidrio retroreflectivas.**



Fuente: “Equipos de medición de efectividad de señales viales para auditorias de seguridad vial”, Juan Ignacio Calderón, 2012.

El Reglamento Técnico Ecuatoriano del INEN (RTE INEN 004.2.2011) en la Parte 2 Señalización horizontal, numeral 5.1.4.4 - Retroreflexión, establece que la señalización debe ser visible en cualquier periodo del día y bajo toda condición climática, por ello, se debe realizar la pintura vial con materiales apropiados que incluyan las microesferas de vidrio y deben someterse a procedimientos que aseguren su Retroreflexión. Esta propiedad de Retroreflexión permite que la señalización horizontal sea más visible 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.

La señalética horizontal debe presentar permanentemente los valores mínimos de Retroreflexión señalados en la norma INEN vigente que presenta el Cuadro N.- 30 donde se observan los valores mínimos en pintura sobre pavimento según los ángulos de iluminación y observación y los colores blanco y amarillo.

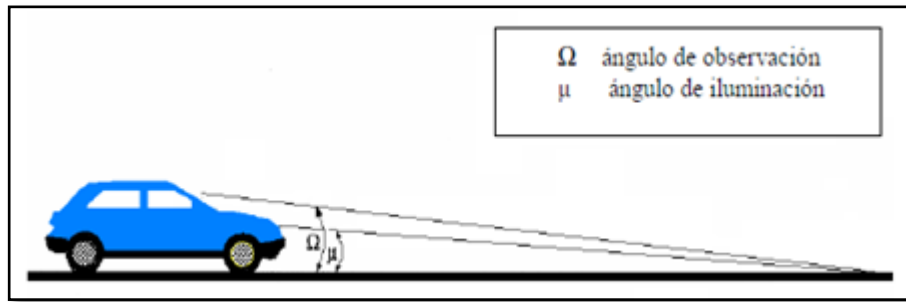
**Cuadro N.- 30: Niveles mínimos de Retroreflexión en pintura sobre pavimento (mcd/lux-m2)**

Visibilidad	Ángulos		Colores	
	Iluminación	Observación	Blanco	Amarillo
a 15,00 m	3,5 <sup>u</sup>	4,5 <sup>u</sup>	150	95
a 30,00 m	1,24 <sup>u</sup>	2,29 <sup>u</sup>	150	70

NOTA: Para los colores verde y azul a utilizarse en zonas de estacionamiento tarifado, no será necesario que presenten retroreflexión

Fuente: Reglamento INEN 004.2.2011 Parte 2 Señalización Horizontal

### Gráfico N.- 29: Ángulos de iluminación y Observación



Fuente: Reglamento INEN 004.2.2011 Parte 2 Señalización Horizontal

Los principales factores que ayudan al rápido deterioro de la retrorreflectancia son:

- La acumulación de sólidos en la señalización que provocan abrasión, permitiendo así el desprendimiento de las microesferas. Los tipos de sólidos que se encuentran son muy variados como: áridos, partículas de madera, sebo, carbón, fertilizantes, etc.
- Los agentes químicos en las señales provocan suciedad lo que atenúa la luz reflejada y dificulta la incidencia de la luz.

#### 2.3.6.9.1. Especificaciones Técnicas

Al no existir detalles técnicos en la normativa vigente del INEN, se debe recurrir a las Especificaciones Técnicas emanadas de los organismos internacionales que tengan competencia en la seguridad vial, en cuanto a la Retroreflexión:

- **Periodo de conservación de la demarcación:** No se tiene un periodo exacto ya que prima el concepto de garantizar el valor mínimo de 150 mcd/lux/m<sup>2</sup> para el color blanco y de 100 mcd/lux/m<sup>2</sup> para el amarillo con un ángulo de observación de 1,5° para una distancia de visibilidad de 15 metros.
- **Equipo:** Se establece que la medición se deberá utilizar un instrumental adecuado tipo Mirolux o similar.

### 2.3.6.9.2. Equipos de Retroreflexión.

Los equipos diseñados para medir la Retroreflexión son los Retroreflectómetros (manual o móvil), que son aparatos electrónicos que reproducen y cuantifican el efecto de retroreflectividad. Con el avance de la tecnología se han creado diversos tipos de Retroreflectómetros, pero los más utilizados son los portátiles manuales, los cuales tienen la capacidad de medir parámetros de lectura a 15 o a 30 m de distancia de los elementos reflectores con los ángulos de observación generados. Antes de realizar una medición es importante realizar una calibración del equipo.

**Gráfico N.- 30: Retroreflectómetro Manual**



Fuente: “Equipos de medición de efectividad de señales viales para auditorias de seguridad vial”, Juan Ignacio Calderón, 2012.



## CAPÍTULO III

### 3. DISEÑO DEL PROYECTO

#### 3.1. Ubicación del proyecto.

El presente proyecto se encuentra ubicado en la Provincia de Tungurahua, cantón Pelileo, dicho cantón cuenta con 8 parroquias rurales y 2 parroquias urbanas. Las parroquias rurales que conforman el cantón Pelileo son: Benítez, Bolívar, Cotaló, Chiquicha, El Rosario, García Moreno, Huambaló y Salasaca. Las parroquias urbanas del cantón Pelileo las componen Pelileo y Pelileo Grande.

El cantón Pelileo se encuentra en la zona central de la Provincia de Tungurahua, su cabecera cantonal es la ciudad de San Pedro de Pelileo o simplemente Pelileo, tiene una superficie territorial aproximada de 202 km<sup>2</sup>, una población de 56.573 habitantes, una altitud mínima de 2600 m.s.n.m y una altitud máxima de 3500 m.s.n.m. Los límites del cantón Pelileo son: al norte con el cantón Pillaro, al sur con la Provincia de Chimborazo, al este con los cantones Baños y Patate y al oeste con los cantones Ambato, Cevallos y Quero.

**Gráfico N.- 31: División cantonal de la Provincia de Tungurahua.**



Fuente: “Plan comunitario de preparación para desastres PDA Pilahuin”, Pilahuin programa de desarrollo de área, 2011.

La vía en estudio de longitud 7km está ubicada en el cantón Pelileo, el proyecto inicia desde el distribuidor de tránsito Patate – Baños en la zona de Pelileo Viejo y se va desarrollando hacia la parte sur-este del cantón hasta alcanzar el sector de Luna Bonsay. La carretera inicia con una cota de 2470 m.s.n.m y culmina con una cota de 2175 m.s.n.m.

**Gráfico N.- 32: Localización del Proyecto**



Fuente: Autor

**Cuadro N.- 31: Localización Geográfica del Proyecto**

Ubicación	Abscisa	Coordenadas (UTM – WGS84)		Cota (msnm)
		Longitud (E)	Latitud (N)	
Pelileo Viejo, Distribuidor	Km 15+000 = Km 0+000	775220	9852886	2470
Sector Luna Bonsay	Km 22+000 = Km 7+000	777713	9848500	2175

Fuente: Autor

La sección de carretera que está en análisis se encuentra entre el primer y segundo tramo de nueve secciones que conforman el proyecto a cargo del MTOP: “Mantenimiento por Resultados de la Carretera Pelileo – Baños – Puyo, Red Vial Estatal E30”, esta vía tiene una longitud total de 81 km y conecta a las Provincias de Tungurahua (Ciudad de Pelileo) y Pastaza (Ciudad del Puyo).

Para el manejo de las abscisas de este proyecto el km 15+000 equivaldrá al km 0+000 y así sucesivamente hasta llegar al km 22+000 que vendrá a ser el km 7+000. La Red Vial Estatal E30 inicia con los hitos de kilometraje (mojones) a partir del km 12+000, ya que éste es un kilometraje acumulado del proyecto contiguo “Río Pachanlica – El Corte – Pelileo” de 12km de longitud. El tramo en estudio de este documento inicia en el km 15+000 y culmina en el km 22+000, dando lugar a una longitud total de 7.00 km.

### **3.2. Estudios del Proyecto.**

#### **3.2.1. Evaluación vial.**

En la etapa de evaluación vial analizaremos los factores más sobresalientes para evaluar, como son: la condición y tipo de capa de rodadura, la sección transversal, el sistema de drenaje, la señalización horizontal y vertical y el trazado geométrico. Para ello se realizará un inventario vial y a continuación se analizará cada elemento por individual debiendo tomar las respectivas correcciones de ser necesario.

La metodología de evaluación principalmente debe cumplir tres requisitos según el tipo de estudio que se requiera realizar, la metodología debe ser: descriptiva, explicativa y evaluativa. La metodología descriptiva intenta presentar información que evidencie la existencia de un problema, la explicativa realiza un análisis del problema en general para hallar las diferentes causas que lo originan y la evaluativa se enfoca en determinar las causas directas del problema.

### **3.2.1.2 Inventario Vial.**

En general un inventario es un registro de los activos que posee una organización o empresa, el principal objetivo de realizar un inventario es el de tener la mayor cantidad de información para luego hacer uso de la misma según la conveniencia. Este concepto se aplica de igual forma para vías, siendo la organización o empresa la encargada de la administración vial y el activo todas las carreteras a su cargo.

Un correcto inventario de vías debe proporcionar información actual, veraz, completa y adecuada sobre las características, estado, extensión y ubicación de todos los elementos que conforman la carretera. Esta información es muy útil al momento en que se desea realizar un nuevo estudio, una rehabilitación, una repotenciación o un mantenimiento de la carretera, ya que sirve como una base para la planificación de todos estos tipos de trabajo vial. De igual manera estos datos sirven para analizar cuando serán requeridos próximos mantenimientos y también para conocer la calidad de servicio que está prestando la vía a los usuarios.

En el inventario realizado para esta investigación se analizó el estado de los elementos fundamentales que componen la infraestructura vial, entre ellos calzada, espaldones, cunetas, señalización vertical y horizontal y alcantarillas.

En general todos los elementos de la vía se encuentran en un excelente estado debido al continuo mantenimiento que se le ha venido dando desde su restauración. En la calzada suelen aparecer cada cierto tiempo fisuraciones o ahuellamientos debido al uso continuo y el desgaste normal del asfalto, pero estos problemas al igual que otros que afecten al uso normal de la vía se solucionan casi de inmediato por la compañía encargada del mantenimiento.

La vía cuenta con dos carriles de circulación de 3.65m cada uno y compuestos por una capa de rodadura de carpeta asfáltica, espaldones del mismo material que la calzada y de anchos que varían entre 0.8m y 1.32 m, cunetas triangulares de hormigón de 1m de ancho localizadas en ambos lados de la mayoría de la vía, señalización vertical y horizontal que cumplen con las normas INEN de señalización vial y ubicadas a todo lo largo de la carretera, alcantarillas circulares metálicas en los tramos que lo requieran (un total de 22 alcantarillas) de diámetros entre 1.20m y 1.50m y con longitudes desde 6m hasta 11.50m, el bombeo o pendiente transversal

de todo el trayecto es del 2%. En el Cuadro N.- 32 se puede observar el inventario vial por tramos de carretera.

**Cuadro N.- 32: Inventario Vial del proyecto por Tramos de Carretera**

Inventario Vial de la Via Pelileo - Luna Bonsay								
Abscisa	Capa de Rodadura	Ancho Carriles (m)	Ancho promedio Espaldón (m)	Ancho Cunetas de hormigón (m)	Ancho Total (m)	Señalización vertical	Señalización horizontal	Estado del Tramo
0+000	Carpeta asfáltica	3,65	1,65	0,20	11,00	Sí	Sí	Muy Bueno
0+400	Carpeta asfáltica	3,65	1,65	0,20	11,00	Sí	Sí	Muy Bueno
1+000	Carpeta asfáltica	3,65	0,80	1,05	11,00	Sí	Sí	Muy Bueno
1+500	Carpeta asfáltica	3,65	0,80	1,05	11,00	Sí	Sí	Muy Bueno
2+000	Carpeta asfáltica	3,65	0,80	1,05	11,00	Sí	Sí	Muy Bueno
2+500	Carpeta asfáltica	3,65	0,80	1,05	11,00	Sí	Sí	Muy Bueno
2+850	Carpeta asfáltica	3,65	0,80	1,05	11,00	Sí	Sí	Muy Bueno
3+000	Carpeta asfáltica	3,65	0,80	1,05	11,00	Sí	Sí	Muy Bueno
3+200	Carpeta asfáltica	3,65	0,80	1,05	11,00	Sí	Sí	Muy Bueno
3+500	Carpeta asfáltica	3,65	0,80	1,05	11,00	Sí	Sí	Muy Bueno
4+000	Carpeta asfáltica	3,65	0,80	1,05	11,00	Sí	Sí	Muy Bueno
4+500	Carpeta asfáltica	3,65	0,80	1,05	11,00	Sí	Sí	Muy Bueno
5+000	Carpeta asfáltica	3,65	0,80	1,05	11,00	Sí	Sí	Muy Bueno
5+500	Carpeta asfáltica	3,65	0,80	1,05	11,00	Sí	Sí	Muy Bueno
6+000	Carpeta asfáltica	3,65	0,80	1,05	11,00	Sí	Sí	Muy Bueno
6+500	Carpeta asfáltica	3,65	0,80	1,05	11,00	Sí	Sí	Muy Bueno
7+000	Carpeta asfáltica	3,65	0,80	1,05	11,00	Sí	Sí	Muy Bueno

Nota: Para mayor detalle revisar las secciones transversales adjuntas

Fuente: Autor

### 3.2.2. Estudio Topográfico.

#### 3.2.2.1. Levantamiento Topográfico.

En un proyecto vial es de vital importancia realizar un correcto levantamiento topográfico, el cual nos permita conocer la faja topográfica, los detalles para el diseño horizontal y vertical, las características del tipo de terreno, pendientes, coordenadas, altitud, datos generales sobre la ruta, quebradas existentes, construcciones, taludes, canales, pozos de revisión, alcantarillas, cunetas naturales, etc.

Para realizar el levantamiento topográfico se pueden utilizar equipos diseñados específicamente para esta función, tales como: estación total con sus respectivos accesorios, teodolito, distanciómetro, navegadores GPS, cinta métrica, plomada, brújula, etc. Uno de los equipos más utilizados para esta función en nuestro medio es

la estación total, ya que es un equipo muy útil, de fácil manejo y de alta precisión, este equipo puede determinar distancias horizontales, distancia geométrica, desnivel, pendientes, ángulos verticales y horizontales, coordenadas en x, y, z, etc.

La vía en estudio se desarrolla dentro de una topografía montañosa, con existencia de taludes en casi todo el trayecto y ubicados en la zona derecha de la vía en sentido Pelileo – Baños, las pendientes de los taludes se encuentran entre 45% y 60% en 100 metros, reflejando un grado de inclinación abrupto – moderado; las cotas de altura van decreciendo conforme se avanza desde Pelileo hasta Baños, teniendo una cota de 2470 msnm en la parte más alta y una cota de 2175 msnm en la zona más baja, es decir que, existe una diferencia de cotas de altura de 295 metros.

El levantamiento topográfico de la vía fue entregado por el MTOP – Dirección Provincial de Tungurahua como una forma de colaboración al presente proyecto. Además, se verificó en obra que los datos sean ciertos y que no han existidos cambios representativos en la carretera.

### **3.2.3. Sección Transversal.**

La sección transversal comprende el ancho de calzada, de cunetas, de espaldones, los taludes de relleno y corte, eje del camino, pendiente transversal, sección de la estructura del pavimento, parterre y todo elemento que sea parte de la estructura vial.

Las dimensiones de la sección transversal estarán directamente relacionadas con la demanda vehicular que exista en la vía, por ello es de vital importancia que se realice un correcto estudio de tráfico que contemple cualquier variable que después pueda causar un congestionamiento en la carretera.

La norma de diseño geométrico de carreteras 2003 del MTOP [6], establece los anchos de calzada recomendables para cada clase de vía y los mismo se presentan en el siguiente cuadro.

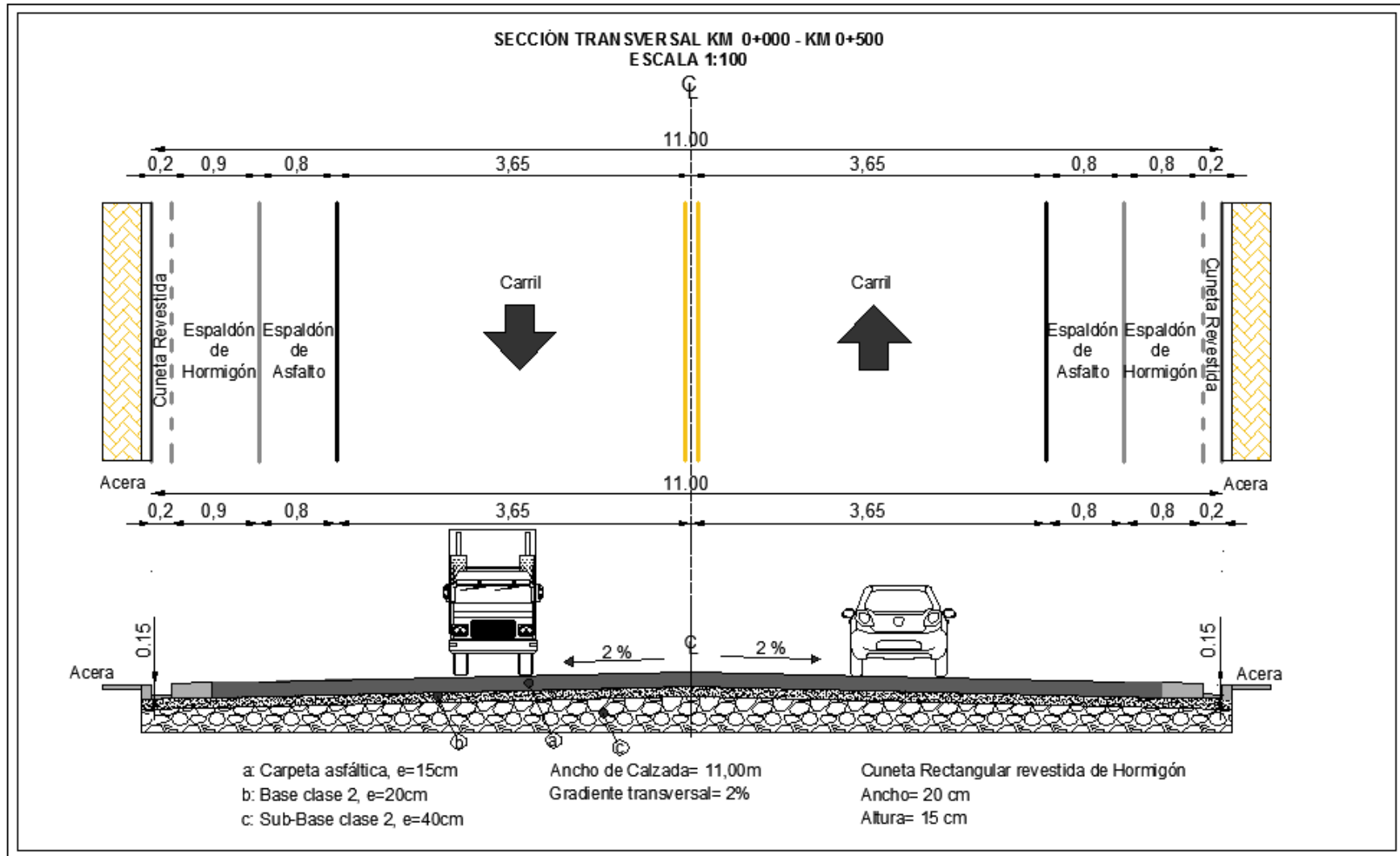
**Cuadro N.- 33: Anchos de Calzada recomendables según la clase de vía**

<b>ANCHOS DE LA CALZADA</b>		
Clase de Carretera	Ancho de la Calzada (m)	
	Recomendable	Absoluto
R-I o R-II > 8000 TPDA	7,30	7,30
I 3000 a 8000 TPDA	7,30	7,30
II 1000 a 3000 TPDA	7,30	6,50
III 300 a 1000 TPDA	6,70	6,00
IV 100 a 300 TPDA	6,00	6,00
V Menos de 100 TPDA	4,00	4,00

Fuente: Norma de diseño geométrico de Carreteras MTOP 001F 2003 (2003)

Tomando como referencia los resultados del TPDA del estudio de tráfico realizado en este documento, clasificamos a la vía como R-I o R-II por tener un TPDA mayor a 8000, por ello la carretera en estudio tendría anchos recomendables y absolutos de calzada de 7.30 metros. Por lo expuesto anteriormente se puede decir que los anchos actuales de calzada sí están cumpliendo con lo dicho por la norma, como se podrá apreciar en los gráficos 33 y 34 de las secciones transversales existentes del proyecto.

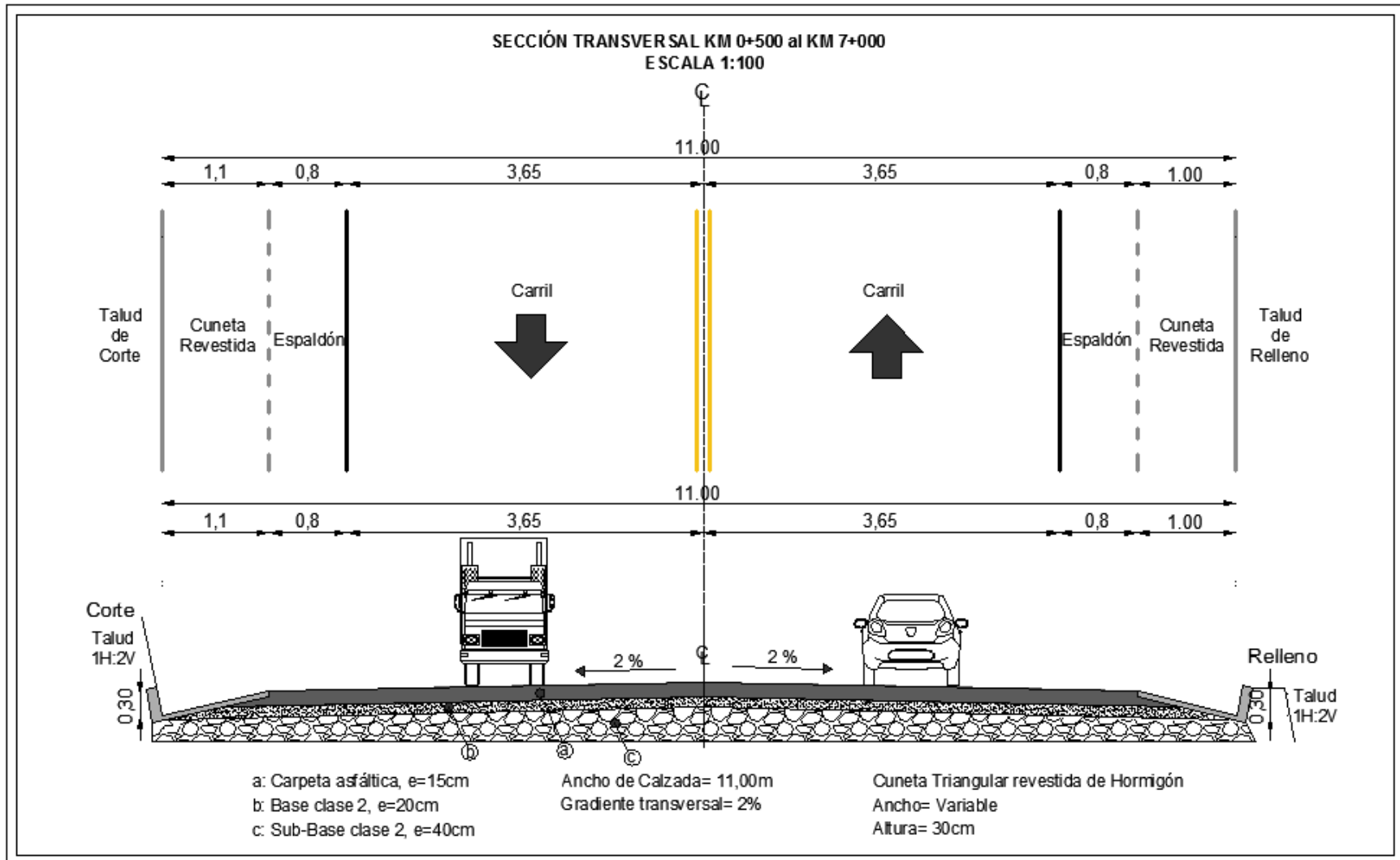
Gráfico N.- 33: Sección Transversal Km 0+000 al Km 0+500



Fuente: Autor



Gráfico N.- 34: Sección Transversal Km 0+500 al Km 7+000



Fuente: Autor

### **3.2.4. Estudio de Taludes.**

El trayecto de la carretera en su mayoría cuenta con taludes de corte debido a la zona montañosa en la que se encuentra el proyecto y los mismos están ubicados en la parte derecha de la vía en sentido Pelileo – Baños, estos taludes se ven ausentes en la zona poblada de Pelileo Viejo.

Los materiales por los cuales están compuestos principalmente los taludes son materiales volcánicos conformados por conglomerados de areniscas y basaltos y que están recubiertos por cangahua y tobas. Se suelen dar escasos movimientos superficiales de los materiales de cobertura (cobertura vegetal, cangagua y aglomerados sueltos) debido a problemas hidrogeológicos (mejoramiento de drenaje y diseño de alcantarillas y puentes), la falta de cobertura, aguas lluvias y la morfología del terreno.

El tipo de movimiento de la capa superficial es de deslizamiento rotacional y lineal. La resistencia al esfuerzo cortante varía dependiendo de las condiciones ambientales, en la estación de verano es alta y en la estación de invierno es muy baja cuando el material se satura de agua por las fuertes lluvias, produciendo el fallamiento. Otros factores que han contribuido a la inestabilidad de los taludes son la deforestación de la zona y la construcción del talud sin protección.

No existen taludes desde el km0+000 hasta el km0+500 debido a que es una zona poblada, a partir del km 0+500 hasta el km 7+000 los taludes tienen una pendiente entre el 45% y 60%, lo que refleja una inclinación bastante pronunciada.

Gráfico N.- 35: Perfil de Elevación de Talud km 1+560

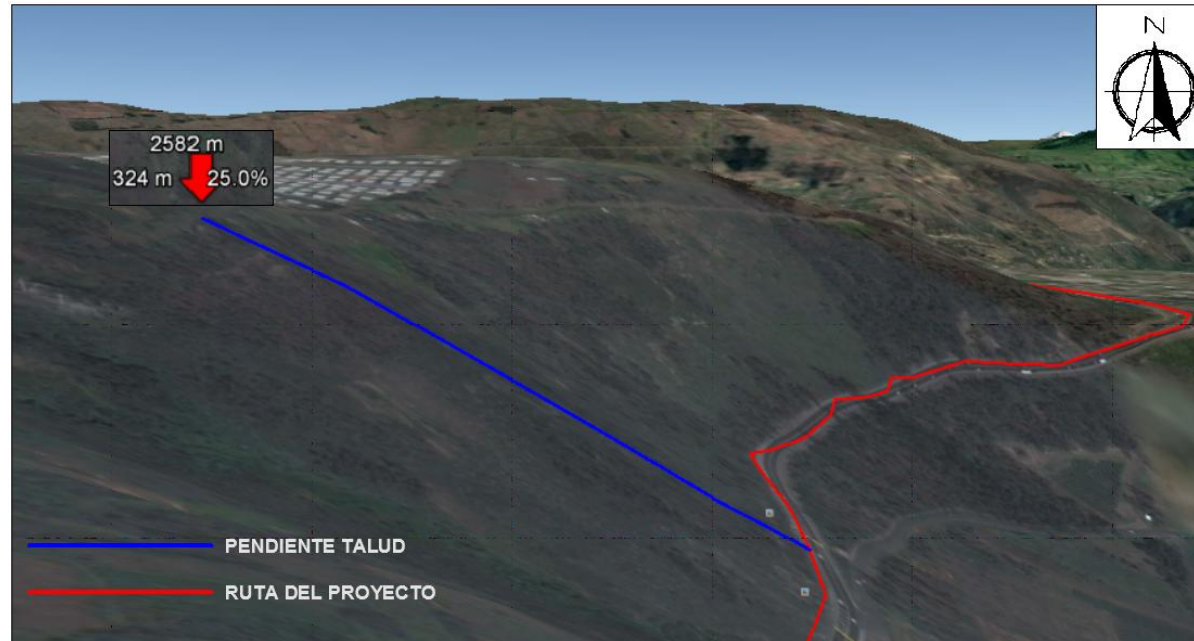
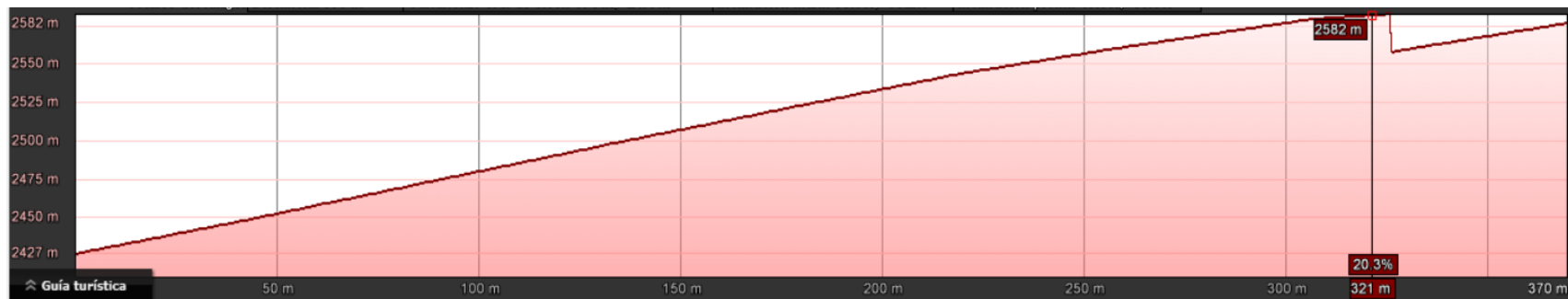


Gráfico: Min. , Prom. , Máx. Elevación: 2427, 2518, 2582 m

Totales del rango: Distancia: 370 m Ganancia/Pérd. de elev.: 174 m, -24.4 m Inclinação máx.: 58.5%, -98.2% Inclinação prom.: 49.9%, -96.0%



Fuente: Autor

Debido a los problemas expuestos anteriormente en los taludes del proyecto se optó por realizar una estabilización general de los mismos; la estabilización consistió en la construcción de muros de contención al pie del talud y la realización de terrazas o bermas.

Las utilidades de estos dos métodos de estabilización han dado resultados muy favorables, permitiendo que los deslizamientos en la vía sean muy pocos y de un volumen muy reducido. Los muros de contención se han construido en gran parte del trayecto a partir del km 0+500 con alturas de pantallas de muros entre 1.00 y 1.80 metros, mientras que una berma o terraza se construyó en el denominado punto crítico del km 2+300 con banquetas de 10 metros de altura y 5 metros de ancho y una inclinación del talud 1H:2V, además bajo esta terraza se construyó un muro de contención de 4.00 metros de altura y 150.00 metros de longitud.

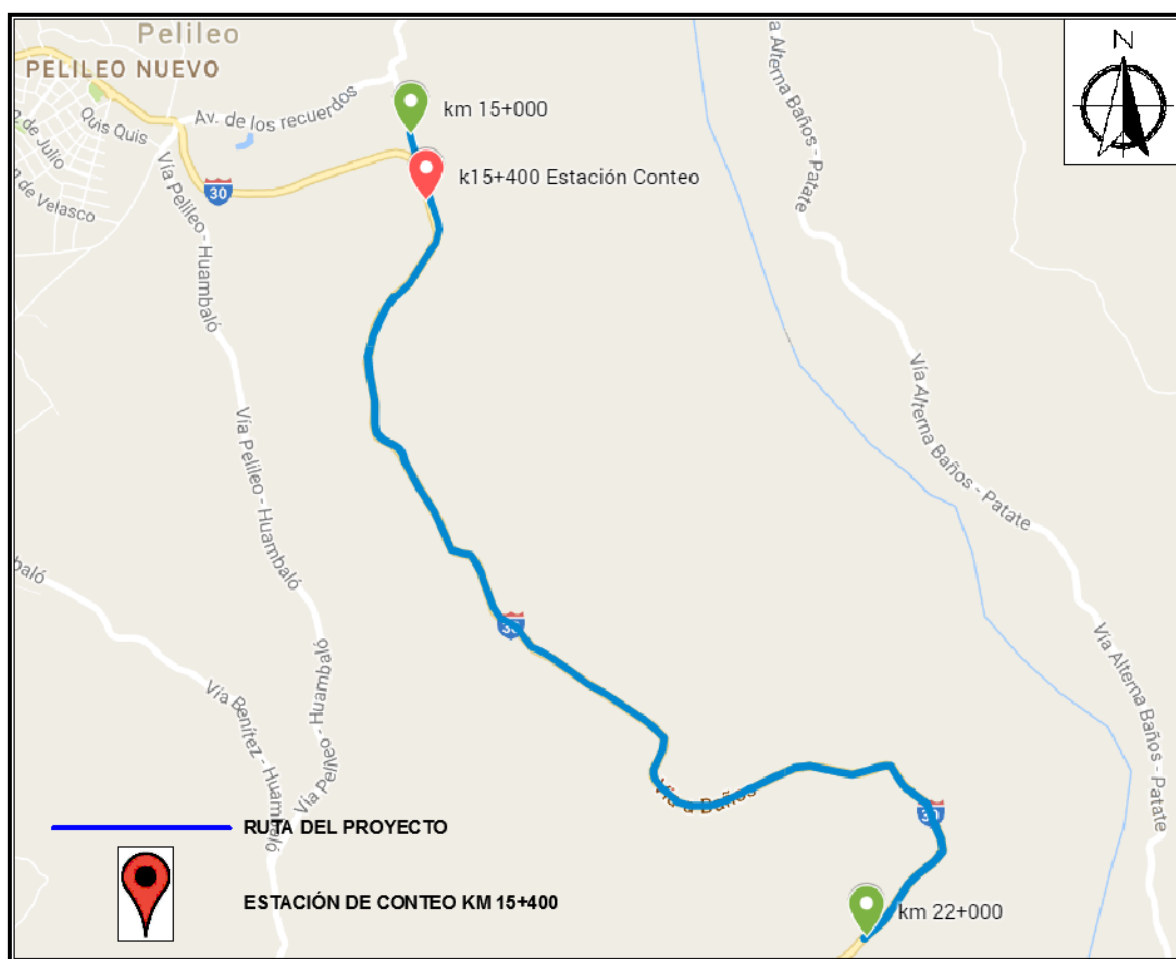
### **3.3. Tráfico Actual**

#### **3.3.1. Conteo del Tráfico**

Para realizar una correcta evaluación de una carretera se requiere revisar lo que ocurre en la misma con respecto al tráfico que circula sobre ella, para lograrlo se necesita obtener información relevante sobre el tránsito que se está produciendo, como por ejemplo el volumen del tránsito que nos permitirá conocer más detalladamente la cantidad y el tipo de vehículos que circulan por la vía; de ahí que se realizó el conteo del tráfico para obtener dicho parámetro.

El conteo del tráfico para el presente proyecto se realizó de forma manual para ambos sentidos, durante cuatro días (sábado, domingo, martes y jueves) desde las 6:00 hasta las 18:00, estos días no estuvieron afectados por ningún tipo de evento especial. Las fechas del conteo fueron: 1) sábado 14 de enero del 2017, 2) domingo 15 de enero del 2017, 3) martes 17 de enero del 2017 y 4) jueves 19 de enero del 2017. La estación para el conteo manual estuvo ubicada en la abscisa km0+400 en el sector de Pelileo Viejo, el sitio escogido cuenta con facilidades logísticas para el conteo (se puede acampar en ambos lados), tiene una sección vial uniforme tanto en carriles como pendiente, es representativo de la vía por colocarse al inicio del proyecto y tener flujo alto de tránsito, y está libre de salidas de tráfico representativas a menos de 200m. El conteo del tráfico se encuentra en el Anexo A.

**Gráfico N.- 36: Localización de la Estación de Conteo vehicular**



Fuente: Autor

### 3.3.2. Cálculo del TPDA

El cálculo del TPDA (Tráfico Promedio Diario Anual) es un dato que nos permitirá conocer el tipo de vía que se está analizando, dentro de éste cálculo se utiliza la información obtenida mediante el conteo vehicular. Para el presente proyecto el cálculo del TPDA nos ayudará a verificar que la clasificación que se le ha dado anteriormente a la carretera sea la correcta.

### 3.3.2.1. Cálculo del TPD

Debido a razones de comodidad se realizó el conteo manual vehicular únicamente de 12 horas del día, para compensar las 12 horas restantes se debe aplicar factores de ajuste diario que nos permitan obtener un conteo vehicular de todo el día. Los factores de ajuste diario se obtienen mediante conteos permanentes del volumen de tráfico que se registran en las estaciones de peaje.

Debido a que estos datos no son públicos y requieren de permisos especiales otorgados por PANAVIAL para su utilización, no se ha podido conseguir información actual de los factores de ajuste diarios, por lo tanto, para el presente documento se utilizarán los factores del año 2007 de la estación de peaje ubicada en Panzaleo, que es la estación más cercana al proyecto.

A continuación, se presentan los factores de ajuste diario registrados en la estación de Panzaleo para el año 2007:

**Cuadro N.- 34: Factores de ajuste diarios en base a los volúmenes de tráfico registrados en la estación de peaje de Panzaleo para el año 2007**

<b>FACTORES DE AJUSTE DIARIOS REGISTRADOS EN LA ESTACIÓN DE PEAJE DE PANZALEO, AÑO 2007</b>	
<b>Día</b>	<b>FACTOR (Fd)</b>
LUNES	1.0224572
MARTES	1.131001448
MIERCOLES	1.113511735
JUEVES	0.998034012
VIERNES	0.934468477
SABADO	0.927977333
DOMINGO	0.91742126

Fuente: Estación de Peaje de Panzaleo, 2007.

Por lo tanto, para obtener el TPD (Tráfico Promedio Diario) de cada día de conteo, deberemos multiplicar el valor del tráfico registrado cada día mediante el conteo manual por su respectivo factor de ajuste diario.

$$TPD_{martes} = TD_{martes} * Fd_{martes}$$

$$TPD_{martes} = 7932 * 1.1310$$

$$TPD_{martes} = \mathbf{8971 \text{ veh\u00edculos/d\u00eda}}$$

$$TPD_{jueves} = TD_{jueves} * Fd_{jueves}$$

$$TPD_{jueves} = 7634 * 0.9980$$

$$TPD_{jueves} = \mathbf{7619 \text{ veh\u00edculos/d\u00eda}}$$

$$TPD_{sabado} = TD_{sabado} * Fd_{sabado}$$

$$TPD_{sabado} = 8266 * 0.9279$$

$$TPD_{sabado} = \mathbf{7670 \text{ veh\u00edculos/d\u00eda}}$$

$$TPD_{domingo} = TD_{domingo} * Fd_{domingo}$$

$$TPD_{domingo} = 8441 * 0.9174$$

$$TPD_{domingo} = \mathbf{7744 \text{ veh\u00edculos/d\u00eda}}$$

### 3.3.2.2. Cálculo del TPDS

Según [13], Para obtener el TPDA se deberá primero calcular el TPDS (Tráfico Promedio Diario Semanal) aplicando la siguiente ecuación que se encuentra en función del volumen de tráfico del conteo vehicular:

$$TPDS = \left(\frac{5}{7} * \frac{\Sigma D_N}{N}\right) + \left(\frac{2}{7} * \frac{\Sigma D_E}{n}\right)$$

Siendo:

TPDS: Tráfico Promedio Diario Semanal

$D_N$ : Días normales (lunes, martes, miércoles, jueves, viernes)

$D_E$ : Días especiales (sábado, domingo)

N: Número de días normales del conteo

n: Número de días especiales del conteo

Por lo tanto, el TPDS para nuestro caso según el volumen de tráfico realizado sería:

$$TPDS = \left(\frac{5}{7} * \frac{16590}{2}\right) + \left(\frac{2}{7} * \frac{15414}{2}\right)$$

$$TPDS = 8127 \text{ veh\u00edculos/d\u00eda}$$

Para calcular el Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) existente para el año 2017, se aplica el factor de ajuste mensual de enero 2017 obtenido del consumo anual de combustibles en la provincia de Tungurahua.



Los factores de estacionalidad mensual utilizados para el cálculo del TPDA del presente documento son los del año 2016 y fueron entregados por el ARCH (Agencia de Regulación y Control Hidrocarburífero). Dichos factores se calculan mediante la división del despacho de combustibles de cada mes para el despacho de combustibles promedio anual. Los despachos del año 2016 de combustibles en Tungurahua se encuentran en el Anexo C.

Los factores de estacionalidad mensuales del año 2016 se encuentran en función del consumo de combustibles (diesel premium, gasolina extra y gasolina super) en la provincia de Tungurahua y se presentan en el siguiente cuadro:

**Cuadro N.- 35: Factores de estacionalidad mensual del consumo de combustibles en Tungurahua del 2016**

<b>FACTORES DE ESTACIONALIDAD MENSUAL DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLES EN TUNGURAHUA DEL AÑO 2016</b>	
<b>MES</b>	<b>FACTOR (Fm)</b>
ENERO	1,040
FEBRERO	1,054
MARZO	0,990
ABRIL	1,024
MAYO	0,993
JUNIO	1,018
JULIO	0,997
AGOSTO	0,967
SEPTIEMBRE	1,007
OCTUBRE	0,987
NOVIEMBRE	1,005
DICIEMBRE	0,932

Fuente: ARCH (Agencia de Regulación y Control Hidrocarburífero), 2017.

El TPDA existente estará en función de la siguiente ecuación:

$$TPDA_E = TPDS * Fm$$

$$TPDA_E = 8127 * 1.040$$

$$TPDA_E = 8452 \text{ veh\u00edculos/d\u00eda}$$

### 3.3.2.3. C\u00e1lculo del Tr\u00e1fico Generado.

El tr\u00e1fico generado se produce cuando la v\u00eda en estudio va a ser mejorada y el mismo suele constituirse por un porcentaje del tr\u00e1fico existente o actual, este porcentaje suele variar entre el 5% y 25% en uno o dos a\u00f1os desde su mejoramiento [14].

Para el presente documento se tomar\u00e1 como tr\u00e1fico generado el 15% del tr\u00e1fico existente, bas\u00e1ndose en el estudio de [14] ya que no existen estudios para determinar la generaci\u00f3n del tr\u00e1fico en el pa\u00eds.

$$TPDA_G = TPDA_E * 0,15$$

$$TPDA_G = 8452 * 0,15$$

$$TPDA_G = 1268 \text{ veh\u00edculos/d\u00eda}$$

Por lo expuesto anteriormente podemos concluir que el TPDA asignado al proyecto ser\u00e1 la suma del TPDA existente y el TPDA generado, como se muestra a continuaci\u00f3n:

$$TPDA = TPDA_E + TPDA_G$$

$$TPDA = 8452 + 1268$$

$$TPDA = 9720 \text{ veh\u00edculos/d\u00eda}$$

### 3.3.3. Tr\u00e1fico Futuro

Las proyecciones del TPDA asignado se realizan en base a una relaci\u00f3n entre el crecimiento del parque automotor, la poblaci\u00f3n, el producto interno bruto (PIB) y el tiempo. Los a\u00f1os de proyecci\u00f3n se toman seg\u00fan la vida \u00fatil del proyecto (20 a\u00f1os como m\u00ednimo).

El tr\u00e1fico futuro de la v\u00eda en estudio se proyectar\u00e1 para 20 a\u00f1os y se calcular\u00e1 mediante la siguiente expresi\u00f3n matem\u00e1tica:

$$TPDA_F = TPDA_E * (1 + \alpha)^T$$

Siendo:

$TPDA_F$ : Tr\u00e1fico Promedio Diario Anual Futuro

$TPDA_E$ : Tr\u00e1fico Promedio Diario Anual Existente

$\alpha$ : Tasa de crecimiento del parque automotor

T: A\u00f1o de proyecci\u00f3n respecto al a\u00f1o base.

Las tasas de crecimiento del parque automotor se presentan en el siguiente cuadro:

**Cuadro N.- 36: Tasas de Crecimiento del Tráfico**

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

Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras” MTOP-001-F-2003

La proyección del tráfico para 20 años por el método expuesto se presenta a continuación:

**Cuadro N.- 37: Proyección del Tráfico para 20 años**

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO									
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA									
PROYECCIÓN DEL TPDA ASIGNADO A LA VÍA PELILEO - LUNA BONSAI									
AÑO	n	Índice de Crecimiento			TPDA FUTURO				TOTAL
		Vehículos Livianos	Buses	Camiones	Vehículos Livianos	Buses	Camiones 2E	Camiones 3E o Superior	
2017	0	3,97	1,97	1,94	8581	498	582	59	9720
2018	1	3,97	1,97	1,94	8922	508	593	60	10083
2019	2	3,97	1,97	1,94	9276	518	605	61	10460
2020	3	3,97	1,97	1,94	9644	528	617	63	10851
2021	4	3,57	1,78	1,74	9988	537	627	64	11217
2022	5	3,57	1,78	1,74	10345	547	638	65	11595
2023	6	3,57	1,78	1,74	10714	557	649	66	11986
2024	7	3,57	1,78	1,74	11097	567	661	67	12391
2025	8	3,57	1,78	1,74	11493	577	672	68	12810
2026	9	3,25	1,62	1,58	11866	586	683	69	13204
2027	10	3,25	1,62	1,58	12252	596	693	70	13611
2028	11	3,25	1,62	1,58	12650	605	704	71	14031
2029	12	3,25	1,62	1,58	13061	615	716	73	14465
2030	13	3,25	1,62	1,58	13486	625	727	74	14911
2031	14	3,25	1,62	1,58	13924	635	738	75	15373
2032	15	3,25	1,62	1,58	14377	645	750	76	15848
2033	16	3,25	1,62	1,58	14844	656	762	77	16339
2034	17	3,25	1,62	1,58	15326	666	774	78	16845
2035	18	3,25	1,62	1,58	15825	677	786	80	17368
2036	19	3,25	1,62	1,58	16339	688	799	81	17907
2037	20	3,25	1,62	1,58	16870	699	811	82	18463

Fuente: Autor

Mediante el cuadro N.- 37 podemos observar que el TPDA proyectado para el año 2037 será de 18463 vehículos/día y de acuerdo a la clasificación de las carreteras en función del tráfico proyectado (Cuadro N.- 2), la vía en estudio es de clase R – I o R – II, ya que el TPDA obtenido es superior a 8000. Por su tipo de terreno la vía es de tipo Montañosa, por su función jerárquica es una vía primaria o corredor arterial y por su competencia es una vía perteneciente a la Red vial Estatal.

Es decir que, la clasificación actual de la vía coincide con la del presente documento, en cuanto a su clasificación por el tráfico proyectado, por su competencia, por el tipo de terreno y por su función jerárquica.

### **3.4. Estudios de Suelos.**

El estudio de suelos de una carretera es parte fundamental de cualquier proyecto vial, sobre todo para el cálculo de la estructura del pavimento, ya que las características del suelo determinarán los espesores de cada capa del pavimento; además si el suelo ubicado en la zona del proyecto proporciona una buena resistencia el proyecto abaratará costos al reducir los espesores de la estructura del pavimento.

Los estudios de suelos viales deben ser realizados en dos etapas, que son: trabajos de campo (toma de muestras) y trabajos de laboratorio (ensayos).

Para los trabajos de campo o toma de muestras se procedió a realizar una calicata de 0.80m por 0.80m y 0.50m de profundidad detrás del muro de contención ubicado en la abscisa km2+300, la calicata fue realizada a una altitud de 2395 msnm con las siguientes coordenadas: E 775384; N 9850755. La muestra tomada pertenece a la subrasante original del proyecto, este dato fue proporcionado por el MTOP; la razón por la que se escogió el sitio antes mencionado fue por facilidades logísticas, ya que al ser una vía ya construida y de alto tráfico la extracción de muestras era complicada, adicionalmente el tipo de suelo no varía mayormente en sus características en toda la zona del proyecto.

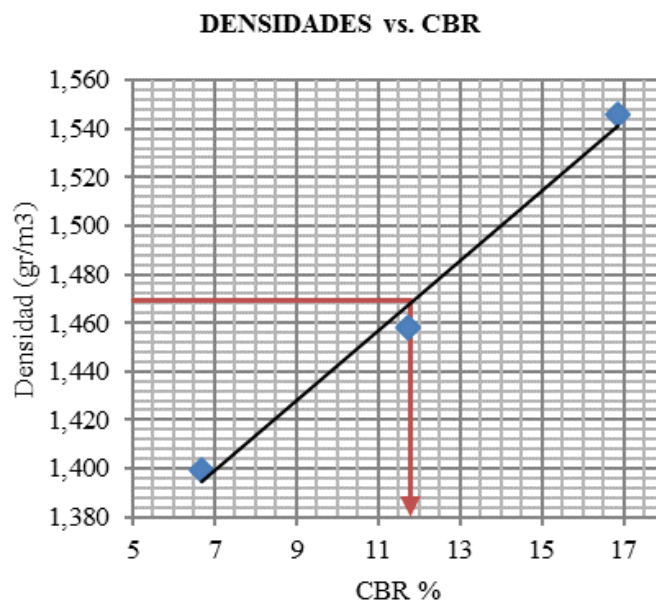
Es recomendable en los proyectos viales tomar muestras al inicio, intermedio y final de la vía, para así poder comparar si existe una variación de las características de cada tipo de suelo que conforma el proyecto y tomar las medidas necesarias.

En la etapa de trabajos de laboratorio se deben realizar todos los ensayos de suelo necesarios para determinar los parámetros para el diseño de la estructura del pavimento.

### 3.4.1. Cálculo del CBR de diseño.

EL CBR (Valor de Soporte de California) es el dato principal para poder calcular la estructura del pavimento y se muestra en el Gráfico N.- 37.

**Gráfico N.- 37: Determinación del CBR de diseño**



Fuente: Autor

El CBR de diseño sería de **11.8%**, ya que solo se realizó un ensayo para determinar el CBR. Cuando se ha realizado más ensayos de CBR para un mismo proyecto se debe tomar en cuenta el método del percentil para la obtención del CBR de diseño, el cual está en

función del tránsito. En el siguiente cuadro se ilustran los valores de percentil que se debe adoptar según el número de ejes de 8,2 ton en el carril de diseño.

**Cuadro N.- 38: Valor del percentil del CBR de diseño en función de la cantidad de ejes equivalentes**

Número de ejes de 8,2 Ton en el carril de diseño	Valor de percentil para diseño de Subrasante
$< 10^4$ ESAL's	60
$10^4 < 10^6$ ESAL's	75
$> 10^6$ ESAL's	87,5

Fuente: Manual Centroamericano de Pavimentos

Los ensayos realizados a la muestra de suelo fueron: contenido de humedad, granulometría, límites de Atterberg, Proctor modificado y CBR, los mismos que se encuentran detallados en el Anexo B.

### 3.5. Geología.

El tipo de material en todo el trayecto del proyecto es bastante homogéneo y en general se puede decir que está constituido por cangagua sobre aglomerados volcánicos [13], pero específicamente la geología de la subrasante del proyecto está compuesta por 3 tipos de materiales que son:

- a) Material Cohesivo que se encuentra entre compacto y suelto, geológicamente se lo llama aglomerado volcánico y consiste en clastos de roca andesítica en matriz arenosa
- b) Suelo vegetal y paleosuelo, los cuáles están sobrepuestos a los materiales volcánicos. El paleosuelo está compuesto por un suelo liviano de color gris con espesores de hasta 3.5m y que se encuentra clasificado en la SUCS como ML-CL. El espesor del suelo vegetal alcanza hasta los 0.5m, tiene un color gris oscuro y se clasifica en la SUCS como ML-MH. Estos materiales son de tipo semipermeables a impermeables.

- c) Fragmentos de roca volcánica, en estado entre suelto y parcialmente sólido y en la SUCS clasificado como SM-GM. La permeabilidad de este material es media.

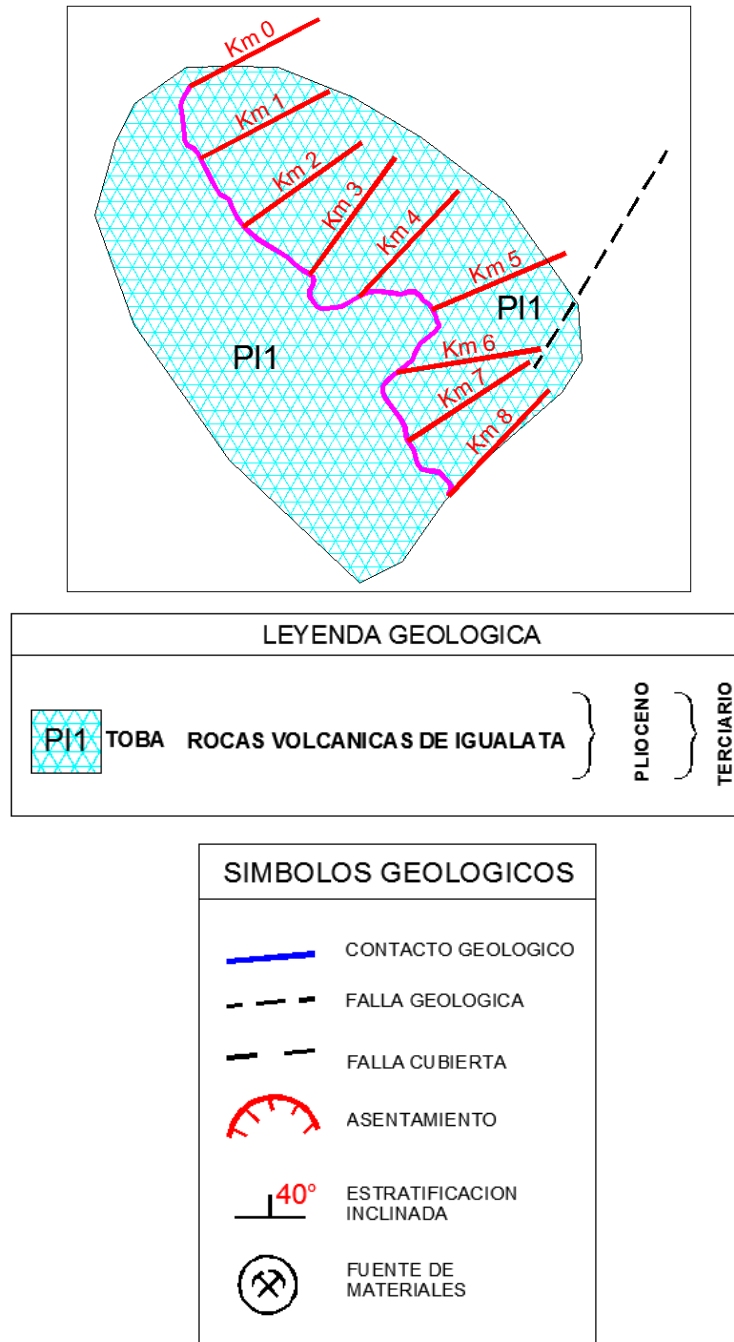
Por lo expuesto anteriormente se ha concluido que la capacidad portante del tipo de suelo del proyecto es media y casualmente alta cuando cruza por aglomerado volcánico, pero disminuye considerablemente a nivel de la capa de paleo suelo y suelo vegetal.

Las características del material volcánico son buenas como para utilizar este material para subrasante e incluso pueden ser considerados para usarlos como sub-base.

En la zona de taludes se pueden dar aislados movimientos superficiales de la cobertura vegetal, cangagua y aglomerados sueltos, esto dependerá principalmente de la morfología del terreno, de las aguas lluvias y el tipo de material.

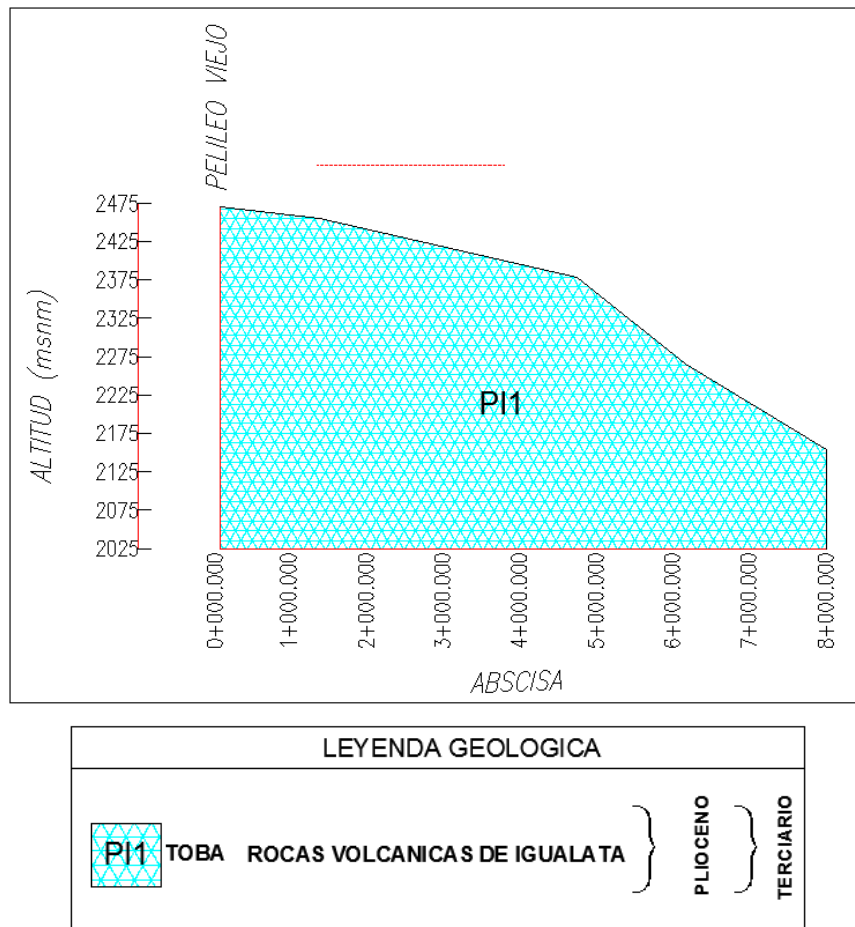


**Gráfico N.- 38: Mapa Geológico del Sector de Influencia del Proyecto**



Fuente: MTOP – Dirección Provincial de Tungurahua (2012)

**Gráfico N.- 39: Perfil Geológico del Sector de Influencia del Proyecto**



Fuente: MTOP – Dirección Provincial de Tungurahua (2012)

### 3.6. Diseño Geométrico

#### 3.6.1. Evaluación Geométrica

El diseño geométrico de una vía es parte fundamental de un proyecto vial, ya que es el que establecerá la configuración geométrica final de la carretera por medio del diseño geométrico horizontal y vertical. Un correcto diseño geométrico debe garantizar a los usuarios seguridad, comodidad, funcionalidad, economía, estética y ser amigable con el medio ambiente.

Los factores de los cuales depende el diseño geométrico son externos e internos, como se expuso detalladamente en el capítulo 2 de este documento. Los principales factores externos a considerar son la topografía, geología, volumen y tipo de tráfico, recursos económicos, aspectos ambientales, entre otros. Los factores internos a considerar son las velocidades consideradas en el diseño, el comportamiento de los conductores, las características de los vehículos, etc. Todos estos factores deben ser considerados en el diseño final procurando que el mismo se ajuste a cada uno de ellos, es decir, analizando detalladamente cada una de las alternativas viales que se pueda tomar y sin descuidar los costos de construcción, operación y mantenimiento del proyecto.

La norma que se ha adoptado para este proyecto y que se debe considerar para todo diseño geométrico dentro del país es la Norma de Diseño Geométrico del MTOP – 2003.

Dicha norma dicta recomendaciones para el diseño geométrico que se deben ajustar a cada proyecto en particular. Estas recomendaciones hablan sobre tipos de terreno (llano, ondulado, montañoso y escarpado), velocidades de diseño, alineamiento horizontal (curvas circulares, tangentes, radios mínimos de curvatura, peralte, distancia de visibilidad, pendiente longitudinal, etc.), alineamiento vertical (gradientes, curvas verticales cóncavas, curvas verticales convexas, secciones transversales típicas, pendientes transversales, etc.) y otros temas expuestos en el capítulo 2 que se deben considerar en cada diseño.

### **3.6.2. Evaluación Geométrica de la Vía Existente**

La Vía del proyecto debe cumplir con lo recomendado por la Norma de Diseño Geométrico del MTOP – 2003 para una carretera de Clase R-I o R-II debido a que el TPDA es superior a 8000 y es parte de la Red Vial Estatal. En los siguientes cuadros se compara lo recomendado por la Norma y lo existente actualmente en la vía; se analizarán los aspectos geométricos más relevantes en una vía tanto en alineación horizontal, alineación vertical y sección transversal.

**Cuadro N.- 39: Evaluación de la Velocidad de Diseño y la Velocidad de Circulación de la Vía Pelileo - Luna Bonsay**

Evaluación de la Velocidad de Diseño y la Velocidad de Circulación de la Vía Pelileo - Luna Bonsay						
Evaluación de la Velocidad de Diseño (km/h)						
Velocidad de Diseño según Norma			Velocidad de Diseño Actual del Proyecto (km/h)			Observación
Clase de Carretera	Relieve	Velocidad de diseño Recomendada				
Tipo R-I O R-II	Montañoso	90	60			La Velocidad de diseño actual del proyecto no cumple con lo recomendado por la norma para una carretera Clase R-I o R-II de relieve montañoso que es de 90 km/h
Evaluación de la Velocidad de Circulación (km/h)						
Velocidad de Circulación según Norma			Velocidad de Circulación Actual del Proyecto			Observación
Velocidad de diseño	Volumen de Tránsito	Velocidad de circulación recomendada	Velocidad de diseño	Volumen de Tránsito	Velocidad de circulación recomendada	
90	Alto	59	60	Alto	48	La Velocidad de circulación actual del proyecto no cumple con lo recomendado por la norma para una velocidad de diseño=90 km/h y tránsito alto, que recomienda 59km/h

Fuente: Autor

**Cuadro N.- 40: Evaluación de los Radios Mínimos - Máximos y de la Longitud Mínima de Curvas Horizontales de la Vía Pelileo - Luna Bonsay**

Evaluación de los Radios Mínimos - Máximos y de la Longitud Mínima de Curvas Horizontales de la Vía Pelileo - Luna Bonsay									
Curva N.-	PC	PT	Radios y Longitudes Actuales del Proyecto		Radio Mínimo - Máximo y Longitud Mínima según Norma			Observaciones	
			Radio (m)	Longitud Curva (m)	Velocidad de diseño (km/h)	Radio Mínimo Recomendado (m)	Radio Máximo Recomendado (m)		Longitud Mínima (m)
1	0+513,99	0+644,74	150	130,74	90	275	370	15	El radio no cumple; La longitud sí cumple
2	0+833,35	0+956,06	500	122,71	90	275	370	15	El radio no cumple; La longitud sí cumple
3	0+979,78	1+487,52	500	507,74	90	275	370	15	El radio no cumple; La longitud sí cumple
4	1+596,52	1+654,80	200	58,28	90	275	370	15	El radio no cumple; La longitud sí cumple
5	1+718,34	1+834,63	100	116,30	90	275	370	15	El radio no cumple; La longitud sí cumple
6	1+863,68	1+973,74	200	110,06	90	275	370	15	El radio no cumple; La longitud sí cumple
7	2+384,99	2+408,27	100	23,29	90	275	370	15	El radio no cumple; La longitud sí cumple
8	2+497,60	2+579,80	80	82,20	90	275	370	15	El radio no cumple; La longitud sí cumple
9	2+633,29	2+710,32	80	77,03	90	275	370	15	El radio no cumple; La longitud sí cumple
10	2+977,43	3+040,28	100	62,86	90	275	370	15	El radio no cumple; La longitud sí cumple
11	3+135,87	3+186,51	150	50,63	90	275	370	15	El radio no cumple; La longitud sí cumple
12	3+260,58	3+286,50	60	25,92	90	275	370	15	El radio no cumple; La longitud sí cumple
13	3+354,87	3+445,86	1000	90,98	90	275	370	15	El radio no cumple; La longitud sí cumple
14	3+701,88	3+843,53	1000	141,65	90	275	370	15	El radio no cumple; La longitud sí cumple
15	3+856,99	3+989,66	800	132,67	90	275	370	15	El radio no cumple; La longitud sí cumple
16	4+108,76	4+232,97	80	124,21	90	275	370	15	El radio no cumple; La longitud sí cumple
17	4+298,67	4+422,80	100	124,13	90	275	370	15	El radio no cumple; La longitud sí cumple
18	4+525,72	4+591,60	80	65,88	90	275	370	15	El radio no cumple; La longitud sí cumple
19	4+693,54	4+846,83	300	153,30	90	275	370	15	El radio sí cumple; La longitud sí cumple
20	5+186,46	5+386,24	280	199,79	90	275	370	15	El radio sí cumple; La longitud sí cumple
21	5+537,89	5+623,97	150	86,08	90	275	370	15	El radio no cumple; La longitud sí cumple
22	5+738,90	5+815,42	60	76,52	90	275	370	15	El radio no cumple; La longitud sí cumple
23	5+893,94	5+990,84	250	96,90	90	275	370	15	El radio no cumple; La longitud sí cumple
24	6+037,83	6+087,64	80	49,81	90	275	370	15	El radio no cumple; La longitud sí cumple
25	6+307,04	6+420,77	80	113,73	90	275	370	15	El radio no cumple; La longitud sí cumple
26	6+558,34	6+599,99	80	41,65	90	275	370	15	El radio no cumple; La longitud sí cumple
27	6+823,94	6+848,23	80	24,29	90	275	370	15	El radio no cumple; La longitud sí cumple

Nota: La velocidad de diseño es igual a 90km/h porque la vía del proyecto está clasificada como Clase R-I o R-II por su TPDA mayor a 8000 y además porque es una vía perteneciente a la Red Vial Estatal

Fuente: Autor

**Cuadro N.-41: Evaluación del Peralte, Espiral y Sobreancho en Curvas de la Vía Pelileo - Luna Bonsay**

<b>Evaluación del Peralte, Espiral y Sobreancho en Curvas de la Vía Pelileo - Luna Bonsay</b>			
<b>Evaluación del Peralte en Curvas</b>			
<b>Peralte en curvas según Norma</b>		<b>Peralte en Curva Máximo Actual del Proyecto</b>	<b>Observación</b>
<b>Velocidad de diseño</b>	<b>Peralte máximo</b>		
90	10%	10%	Sí cumple el proyecto con el peralte máximo en curvas
<b>Evaluación del Espiral en Curvas</b>			
<b>Espiral en curvas según Norma</b>		<b>Longitud de Espiral Actual del Proyecto</b>	<b>Observación</b>
<b>Velocidad de diseño</b>	<b>Longitud mínima de la espiral (m)</b>		
90	95	No existen curvas con espiral	No existen curvas con espiral en el proyecto
<b>Evaluación del Sobreancho en Curvas</b>			
<b>Sobreancho mínimo en curvas según Norma</b>		<b>Sobreancho en Curva Mínimo Actual del Proyecto</b>	<b>Observación</b>
0,40		0,40	
			Sí cumple el proyecto con el sobreancho mínimo en curvas

Fuente: Autor

**Cuadro N.-42: Evaluación de las Gradientes Mínimas y Máximas de la Vía Pelileo - Luna Bonsay**

Evaluación de las Gradientes Mínimas - Máximas de la Vía Pelileo - Luna Bonsay										
Gradiente N.-	Abscisa		Cota (msnm)	Longitud (m)	Gradientes Actuales del Proyecto (%)	Gradientes Mínimas y Máximas según Norma				Observaciones
	Inicio	Fin				Clase de Carretera	Relieve	Gradiente Máxima Recomendada (%)	Gradiente Mínima (%)	
1	0+270	0+400	2458	130	-0,30	R-I o R-II	Montañoso	4,00	0,50	No cumple con la gradiente mínima
2	0+600	0+820	2452	220	-6,17	R-I o R-II	Montañoso	4,00	0,50	No cumple con la gradiente máxima
3	1+120	1+950	2425	830	-2,83	R-I o R-II	Montañoso	4,00	0,50	Sí cumple con las gradientes
4	2+250	3+700	2395	1450	-1,94	R-I o R-II	Montañoso	4,00	0,50	Sí cumple con las gradientes
5	3+900	4+250	2364	350	-0,91	R-I o R-II	Montañoso	4,00	0,50	Sí cumple con las gradientes
6	4+450	4+900	2352	450	-7,69	R-I o R-II	Montañoso	4,00	0,50	No cumple con la gradiente máxima
7	5+100	5+500	2301	400	-8,14	R-I o R-II	Montañoso	4,00	0,50	No cumple con la gradiente máxima
8	5+850	6+100	2243	300	-6,50	R-I o R-II	Montañoso	4,00	0,50	No cumple con la gradiente máxima
9	6+500	6+750	2202	250	-5,83	R-I o R-II	Montañoso	4,00	0,50	No cumple con la gradiente máxima

Nota: La Norma también indica que la gradiente y longitud máxima pueden adaptarse a: gradiente del 8 al 10% en una longitud máxima de 1000m; 10 al 12% en una longitud máxima de 500m y 12 al 14% en una longitud máxima de 250m. A pesar de ello los radios presentados no cumplen estos requisitos de longitud.

Fuente: Autor

**Cuadro N.-43: Evaluación de la Longitud Mínima de Curva Vertical de la Vía Pelileo - Luna Bonsay**

Evaluación de la Longitud Mínima de Curvas Verticales de la Vía Pelileo - Luna Bonsay						
PIV	Abscisa	Cota (msnm)	Longitudes Actuales Curvas verticales del Proyecto	Longitud Mínimas según Norma		Observaciones
				Velocidad de Diseño	Longitud Mínima (m) (0.6*Vd)	
1	0+170	2460,00	200,00	90	54	Sí cumple con la longitud mínima de curva vertical
2	0+500	2457,00	200,00	90	54	Sí cumple con la longitud mínima de curva vertical
3	0+970	2431,00	300,00	90	54	Sí cumple con la longitud mínima de curva vertical
4	2+100	2398,00	300,00	90	54	Sí cumple con la longitud mínima de curva vertical
5	3+800	2365,00	200,00	90	54	Sí cumple con la longitud mínima de curva vertical
6	4+350	2358,00	200,00	90	54	Sí cumple con la longitud mínima de curva vertical
7	5+000	2310,00	200,00	90	54	Sí cumple con la longitud mínima de curva vertical
8	5+700	2253,00	300,00	90	54	Sí cumple con la longitud mínima de curva vertical
9	6+300	2214,00	400,00	90	54	Sí cumple con la longitud mínima de curva vertical
10	6+900	2179,00	300,00	90	54	Sí cumple con la longitud mínima de curva vertical

Fuente: Autor



**Cuadro N.- 44: Evaluación de los Anchos de Calzada, de Parterre y de Espaldón; El Tipo de Superficie y Gradiente transversal de la Vía Pelileo - Luna Bonsay**

Evaluación de los Anchos de Calzada, de Parterre y de Espaldón; El Tipo de Superficie y Gradiente transversal de la Vía Pelileo - Luna Bonsay			
Evaluación de los Anchos de Calzada			
Ancho Mínimo de Calzada según Norma		Ancho Mínimo Actual de Calzada del Proyecto (m)	Observación
Clase de Carretera	Ancho de calzada recomendable (m)		
R-I o R-II	7,30	7,30	Sí cumple el proyecto con el ancho mínimo de calzada
Evaluación de los Anchos de Parterre			
Ancho Mínimo de Parterre según Norma (m)		Ancho Actual de Parterre del Proyecto (m)	Observación
1.20		0,00	No existen parterres en el proyecto ya que no hay el espacio suficiente
Evaluación de los Anchos de Espaldón			
Ancho Mínimo de Espaldón según Norma		Ancho Promedio Actual de Espaldón del Proyecto (m)	Observación
Clase de Carretera	Ancho de espaldón recomendable (m)		
R-I o R-II - Montañosa	2,50	1,23	No cumple el proyecto con el ancho mínimo de espaldón
Evaluación del Tipo de Superficie			
Tipo de Superficie Recomendable según Norma		Tipo de Superficie Actual del Proyecto (m)	Observación
Clase de Carretera	Tipo de Superficie		
R-I o R-II	Alto grado estructural: concreto asfáltico u hormigón	Concreto asfáltico	Sí cumple el proyecto con el tipo de superficie recomendado para la clase de carretera
Evaluación de la Gradiente Transversal			
Gradiente Transversal Recomendable según Norma		Gradiente Transversal Actual del Proyecto (%)	Observación
Clase de Carretera	Gradiente transversal recomendable (%)		
R-I o R-II	1,5 a 2,00	2,00	Sí cumple el proyecto con la gradiente transversal recomendada

Fuente: Autor

Se puede apreciar en los diferentes cuadros que varias recomendaciones de la Norma de Diseño Geométrico no se cumplen en la vía del proyecto, entre las recomendaciones incumplidas están la velocidad de diseño, velocidad de circulación, la mayoría de radios mínimos de curvas horizontales, varias de las gradientes longitudinales y el ancho mínimo de espaldón.

En base a todos estos argumentos se puede decir que la vía en estudio está diseñada con las características de una vía Clase III o Clase II, lo que es perjudicial para todos los usuarios de la carretera tanto en seguridad, comodidad, tiempos de viaje, economía, estética y eficiencia.

### 3.6.3. Cálculo del Diseño Geométrico

#### 3.6.3.1. Clasificación de la Vía

La vía se clasificará según el TPDA que circule en la misma, en el Cuadro N.- 2 - Capítulo 2 del presente documento se encuentra la clasificación de las vías por su TPDA que recomienda [6].

**Cuadro N.- 2: Clasificación de Carreteras en Función del Tráfico Proyectado**

<b>CLASIFICACIÓN DE CARRETERAS EN FUNCIÓN DEL TRÁFICO PROYECTADO</b>	
<b>Clases de Carreteras</b>	<b>Tráfico Proyectado TPDA*</b>
R-I o R-II (2)	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 indicado es el volumen de tráfico promedio diario anual proyectado de 15 a 20 años. Cuando el pronóstico de tráfico para el año 10 sobrepasa 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 de vehículos equivalentes.	

Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras” MTOP-001-F-2003

En el punto 3.3.2. Tráfico Actual se determinó que el TPDA del proyecto es de 9720 vehículos/día, valor que es mayor a 8000; por lo tanto, la vía es de Clase R-I o R-II.

### 3.6.3.2. Cálculo del Diseño Horizontal

#### 3.6.3.2.1. Velocidad de Diseño

Para determinar la velocidad de diseño del proyecto nos basamos en el cuadro N.- 4 de este documento, que a su vez se obtuvo de [6].

**Cuadro N.- 4: Velocidades de diseño**

Tipo de Carretera	Valor Recomendable			Valor Absoluto		
	LL	O	M	LL	O	M
R-I ó R-II	120	110	90	110	90	80
I	110	100	80	100	80	70
II	110	100	80	100	80	60
III	100	80	60	90	70	50
IV	90	70	60	80	60	40
V	70	60	50	50	40	40

Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras” MTOP-001-F-2003

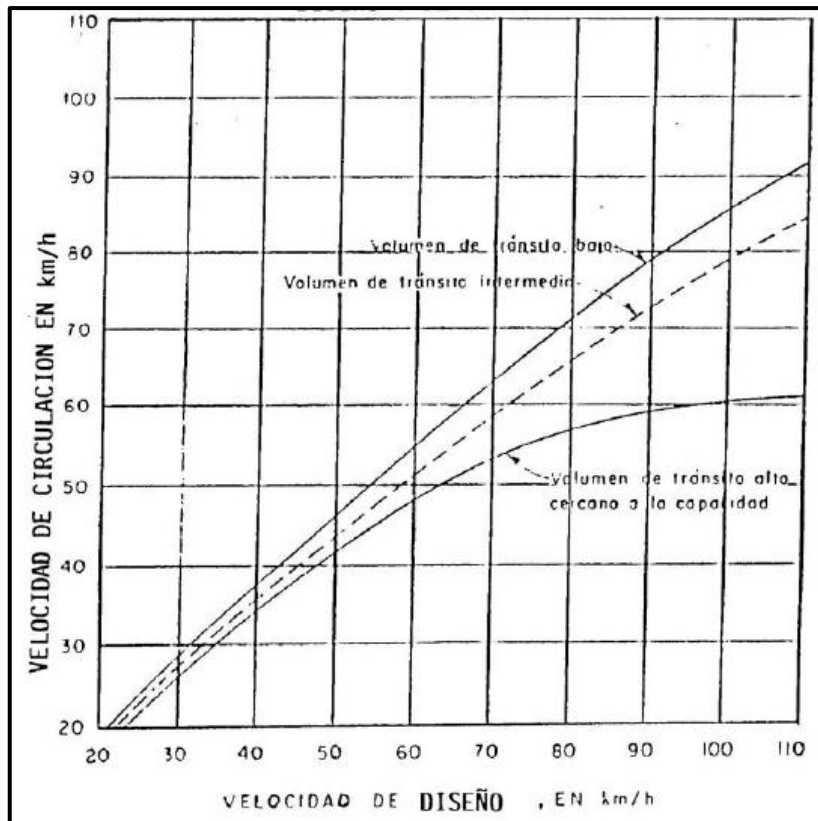
La vía en estudio está clasificada como Tipo R-I o R-II y al encontrarse en una topografía escarpada su relieve se clasifica como tipo Montañoso, por lo tanto, según el Cuadro N.-2 la carretera tiene una velocidad de diseño recomendable de 90km/h y una velocidad de diseño absoluta de 80 km/h.

**Escogemos la velocidad de diseño recomendable de 90km/h para el proyecto.** Se tomó el valor recomendable ya que el TPDA del proyecto es superior a 8000 que es el valor mínimo para clasificar una vía como tipo R-I o R-II. El valor absoluto se lo toma cuando el TPDA del proyecto se encuentra cercano al límite inferior de cada clasificación.

### 3.6.3.2.2. Velocidad de Circulación

La velocidad de circulación se obtiene del Gráfico N.- 1: Relación entre la velocidad de circulación y diseño, del capítulo 2 del presente documento y que se presenta continuación:

**Gráfico N.- 1: Relación entre la velocidad de circulación y diseño**



Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras” MTOP-001-F-2003

Para determinar la velocidad de circulación del gráfico se requiere conocer la velocidad de diseño y el volumen de tránsito ya sea bajo, medio o alto.

La velocidad de diseño de la vía en estudio es de 90km/h y el volumen de tránsito es alto, por lo tanto, **la velocidad de circulación del proyecto es de 59 km/h.**

### 3.6.3.2.3. Distancia de Visibilidad

#### 3.6.3.2.3.1. Distancia de Visibilidad de Parada

La ecuación con la que se calcula la distancia requerida para que un vehículo que transita a la velocidad de diseño se detenga es la siguiente:

$$DVP = 0,7V + \frac{V^2}{254 f}$$

Siendo:

DVP: Distancia de Visibilidad de Parada

V: La velocidad de diseño en kilómetros por hora (km/h)

f: Fricción longitudinal

Por lo tanto:

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

$$f = \frac{1.15}{(90\text{km/h})^{0.3}}$$

$$f = 0.298$$

$$DVP = 0,7(90\text{km/h}) + \frac{(90\text{km/h})^2}{254 (0.298)}$$

$$DVP = 170.01 \text{ m}$$

La Norma de Diseño Geométrico de Carreteras del MTOP – 2003, recomienda usar los siguientes valores mínimos para adoptar la distancia de visibilidad de parada:

**Cuadro N.- 45: Distancia de Visibilidad Mínima Para Parada de un Vehículo**

Velocidad de Diseño km/h	Velocidad de Circulación km/h	Percepción mas reacción para frenaje		Coeficiente de Fricción Longitudinal	Distancia de Frenaje, Gradiente cero	Distancia de Visibilidad para Parada	
		Tiempo (seg)	Distancia (m)			Calculada (m)	Redondeada (m)
20	20	2,5	13,89	0,47	3,36	17,25	20
25	24	2,5	16,67	0,44	5,12	21,78	25
30	28	2,5	19,44	0,42	7,29	26,76	30
35	33	2,5	22,92	0,4	10,64	33,56	35
40	37	2,5	25,69	0,39	13,85	39,54	40
45	42	2,5	29,17	0,37	18,53	47,7	50
50	46	2,5	31,94	0,36	22,85	54,79	60
60	55	2,5	38,19	0,35	34,46	72,65	70
70	63	2,5	43,75	0,33	47,09	90,84	90
80	71	2,5	49,31	0,32	62	111,3	110
90	79	2,5	54,86	0,31	79,25	134,11	135
100	86	2,5	59,72	0,3	96,34	156,06	160
110	92	2,5	63,89	0,3	112,51	176,4	180
120	100	2,5	71,53	0,29	145,88	217,41	220

Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras” MTOP-001-F-2003

Según el Cuadro N.- 45 la distancia de visibilidad mínima para parada de un vehículo que circula a una velocidad de diseño de 90km/h es de **135 m**.

### 3.6.3.2.3.2. Distancia de Visibilidad para Rebasamiento

La ecuación para calcular la distancia que se requiere para que un vehículo rebase a otro es la siguiente:

$$DVR = 9,54V - 218$$

Siendo:

DVR: La distancia de visibilidad de rebasamiento

V: La velocidad de diseño en kilómetros por hora (km/h)

Por lo tanto:

$$DVR = 9,54(90\text{km/h}) - 218$$

$$DVR = 640.60 \text{ m}$$

En el siguiente cuadro se ilustran los valores mínimos de distancia de visibilidad para rebasamiento de un vehículo según [6].

**Cuadro N.- 46: Distancia de Visibilidad Mínima Para el Rebasamiento de un Vehículo**

Velocidad de Diseño (km/h)	Velocidades de los Vehículos (km/h)		Distancia Mínima de Rebasamiento (m)	
	Rebasado	Rebasante	Calculada	Recomendada
25	24	40	-	80
30	28	44	-	110
35	33	49	-	130
40	35	51	268	150
45	39	55	307	180
50	43	59	345	210
60	50	66	412	290
70	58	74	488	380
80	66	82	563	480
90	73	89	631	640
100	79	95	688	690
110	87	103	764	830
120	94	110	831	830

Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras” MTOP-001-F-2003

Entonces la distancia mínima para el rebasamiento de un vehículo según el Cuadro N.- 46 para el proyecto es de **640 m**.

#### **3.6.3.2.4. Peralte**

La Norma [6] recomienda que la magnitud máxima del peralte en curvas sea del 10% para vías de dos carriles con superficie de rodadura asfáltica, de concreto o empedrada y que tienen velocidades de diseño mayores a 50 km/h; y un peralte máximo del 8% en caminos de superficie de rodadura granular (caminos vecinales 4, 5 y 6) y que circulan a menos de 50 km/h.

La carretera del proyecto es de dos carriles, de superficie de rodadura asfáltica y de velocidad de diseño mayor a 50 km/h, por lo tanto, **el peralte máximo en curvas para el proyecto será del 10%**.

#### **3.6.3.2.5. Radio Mínimo de Curva**

Para determinar el radio mínimo de curva horizontal circular se utiliza la siguiente ecuación enunciada en [6].

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

Siendo:

R: El radio mínimo de curvatura horizontal en metros lineales (m)

V: La velocidad de diseño en kilómetros por hora (km/h)

f: El coeficiente de fricción lateral



e: El peralte de la curva en metro por metro ancho de la calzada (m/m)

Entonces:

$$R = \frac{(90\text{km/h})^2}{127 (0.10 + 0.134)}$$

$$R = 272.56 \text{ m}$$

En el Cuadro N.- 5 del capítulo 2 de este documento se presentan los radios mínimos de curva horizontal recomendados por la Norma.

**Cuadro N.- 5: Radios mínimos de curvas horizontales en relación con el Peralte (e) y el Coeficiente de fricción lateral (f)**

Velocidad de Circulación Km/h	f	Radio Mínimo Calculado				Radio Mínimo Recomendado			
		10%	8%	6%	4%	10%	8%	6%	4%
20	0,350	7	7	8	8	-	20	20	20
25	0,315	12	13	13	14	-	20	25	25
30	0,284	19	20	21	22	-	25	30	30
35	0,255	27	29	31	33	-	30	35	35
40	0,221	39	42	45	48	-	42	45	50
45	0,206	52	56	60	65	-	58	60	66
50	0,190	68	73	79	86	-	75	80	90
60	0,165	107	116	126	138	110	120	130	140
70	0,150	154	168	184	203	160	170	185	205
80	0,140	210	229	252	280	210	230	255	280
90	0,134	273	298	329	367	275	300	330	370
100	0,130	342	375	414	463	350	375	415	465
110	0,124	425	467	518	581	430	470	520	585
120	0,120	515	567	630	630	520	570	630	710

Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras” MTOP-001-F-2003

Por lo tanto, según el Cuadro N.- 5 para una velocidad de diseño de 90km/h y un peralte máximo de 10%, el radio mínimo de curvatura recomendado para el proyecto es de **275 m**.

### 3.6.3.3. Cálculo del Diseño Vertical

#### 3.6.3.3.1. Gradiente

##### 3.6.3.3.1.1. Gradiente Máxima

Para obtener las gradientes longitudinales máximas del proyecto se requiere revisar el Cuadro N.- 6 del capítulo 2 de este documento, que es un extracto de [6].

**Cuadro N.- 6: Valores de Gradientes longitudinales máximas en función del Tipo de Carretera y Tipo de terreno**

Tipo de Carretera	Valor Recomendable			Valor Absoluto		
	LL	O	M	LL	O	M
R-I ó R-II	3	3	4	3	4	6
I	3	4	6	3	5	7
II	3	4	7	4	6	8
III	4	6	7	6	7	9
IV	5	6	8	6	8	12
V	5	6	8	6	8	14

Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras” MTOP-001-F-2003

También la norma dicta valores que pueden adoptarse según la gradiente longitudinal y la longitud máxima, así:

- 8 – 10 %, Longitud máxima = 1000m

- 10 – 12%, Longitud máxima = 500m
- 12 – 14%, Longitud máxima = 250m

Mediante el cuadro N.- 6 podemos concluir que la gradiente longitudinal máxima para el proyecto es del **4%**, ya que la carretera es de tipo R-I o R-II y de relieve Montañoso, pero también se pueden adoptar gradientes longitudinales mayores respetando lo mencionado en el párrafo anterior.

### **3.6.3.3.1.2. Gradiente Mínima**

[6], dicta que la gradiente longitudinal mínima de un proyecto vial debe ser del 0.5%, pero también se puede adoptar una gradiente de 0% cuando existen rellenos de 1 metro de altura o mayor y cuando el pavimento tiene una gradiente transversal adecuada para drenar lateralmente las aguas de lluvia.

Entonces la gradiente longitudinal mínima del presente proyecto será del **0.5%**.

### **3.6.3.3.2. Curvas Verticales**

#### **3.6.3.3.2.1. Curvas Verticales Cóncavas**

Uno de los elementos principales de una curva vertical cóncava es su longitud, la misma se puede calcular mediante la siguiente ecuación que sugiere la Norma:

$$Lv = K \times A$$

Siendo:

$L_v$ : Longitud vertical de la curva

K: Coeficientes utilizado en curvas cóncavas

A: Diferencia entre gradientes consecutivas

El coeficiente K se obtiene del Cuadro N.- 7 del capítulo 2 de este documento, y es el siguiente:

**Cuadro N.- 7: Valores mínimos para los coeficientes (K)**

Tipo de Carretera	Valor Recomendable			Vabr Absoluto		
	LL	O	M	LL	O	M
R-I ó R-II	115	80	43	80	43	28
I	80	60	28	60	28	12
II	60	43	19	43	28	7
III	43	28	12	28	12	4
IV	28	12	7	12	3	2
V	12	7	4	7	3	2

Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras” MTOP-001-F-2003

La longitud mínima de una curva cóncava se obtiene con la siguiente expresión:

$$L_{vmin} = 0,60V$$

Siendo:

$L_{vmin}$ : Longitud mínima para la curva vertical

V: La velocidad de diseño en kilómetros por hora (km/h)

Por lo tanto, la longitud mínima de las curvas cóncavas para este proyecto será:

$$Lvmin = 0,60(90km/h)$$

$$Lvmin = \mathbf{54.00\ m}$$

### **3.6.3.3.2.2. Curvas Verticales Convexas**

Para calcular la longitud de una curva vertical convexa se utiliza la siguiente ecuación:

$$Lv = K \times A$$

Siendo:

Lv: Longitud vertical de la curva

K: Coeficientes utilizado en curvas convexa

A: Diferencia entre gradientes consecutivas

El coeficiente K para una curva convexa se obtiene igualmente que en las curvas cóncavas del Cuadro N.- 7 del capítulo 2 de este documento.

La longitud mínima de una curva convexa se obtiene con la siguiente expresión:

$$Lvmin = 0,60V$$

Siendo:

$L_{vmin}$ : Longitud mínima para la curva vertical

V: La velocidad de diseño en kilómetros por hora (km/h)

En conclusión, la longitud mínima de curva vertical convexa será de **54.00 m**

### 3.6.3.3.3. Secciones Transversales

#### 3.6.3.3.3.1. Ancho de Calzada

El ancho de la calzada está en función de la Clase de Carretera y se enuncia en el cuadro N.- 8 del capítulo 2 de este documento y a continuación:

**Cuadro N.- 8: Anchos de calzada en función del Tipo de Carretera**

Tipo de Carretera	Valor Recomendable	Valor Absoluto
R-I ó R-II	7,30	7,30
I	7,30	7,30
II	7,30	6,50
III	6,70	6,00
IV	6,00	6,00
V	6,50	4,00

Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras” MTOP-001-F-2003

Entonces para nuestro proyecto el ancho de calzada mínimo será de **7.30 m**.

### 3.6.3.3.2. Ancho de Espaldón

Para determinar el ancho de espaldón se debe considerar lo recomendado por el siguiente cuadro que es un extracto de la Norma.

**Cuadro N.- 47: Ancho de Espaldones**

Clase de Carretera	Ancho de Espaldones (m)					
	Recomendable			Absoluto		
	L	O	M	L	O	M
R-I o RII	3,0	3,0	2,5	3,0	3,0	2,0
I	2,5	2,5	2,0	2,5	2,0	1,5
II	2,5	2,5	1,5	2,5	2,0	1,5
III	2,0	1,5	1,0	1,5	1,0	0,5
IV	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
V	Una parte del soporte lateral está incorporado en el ancho de la superficie de rodadura (no se considera el espaldón como tal)					

Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras” MTOP-001-F-2003

Según el Cuadro N.- 47, el ancho recomendable de espaldones de la carretera en estudio es de **2.50m**. Se recomienda pavimentar los espaldones con el mismo material de la capa de rodadura de la calzada. La gradiente transversal del espaldón debe ser del 4%.

### 3.6.3.3.3. Superficie de Rodadura

El material de la superficie de rodadura estará en función de la Clase de Carretera del proyecto. La norma recomienda en el siguiente cuadro (Cuadro N.- 10, capítulo dos) el tipo de material para la capa de rodadura de las diferentes clases de carretera.

**Cuadro N.- 10: Clasificación de Superficies de Rodadura**

Clase de Carretera	Tipo de Superficie
R-I ó R-II > 8000 TPDA	Alto grado estructural, carpeta asfáltica, hormigón
I 3000 a 8000 TPDA	Alto grado estructural, carpeta asfáltica, hormigón
II 1000 a 3000 TPDA	Grado estructural medio; carpeta asfáltica o triple tratamiento
III 3000a 1000 TPDA	Bajo grado estructural, doble tratamiento superficial bituminoso
IV 100 a 300 TPDA	Grava, DTSB
V Menos de 100 TPDA	Grava, empedrado, tierra

Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras” MTOP-001-F-2003

La carretera del estudio según el cuadro N.- 10 deberá tener una **capa de rodadura de alto grado estructural: carpeta asfáltica u hormigón.**

La gradiente transversal de la vía según la norma debe estar entre **1.5% y 2%.**

### 3.7. Diseño de la Estructura del Pavimento

El cálculo de la estructura de un pavimento consiste en determinar los diferentes espesores de cada capa que lo conforma, dichos espesores deben proveer una resistencia suficiente para que la estructura soporte el tráfico de manera eficiente durante todo el periodo de vida útil. La ecuación para poder determinar el diseño de la estructura de un pavimento flexible es la siguiente:

$$\text{Log}_{10} W_{18} = Z_r S_o + 9.36 \text{Log}_{10} (\text{SN} + 1) - 0.20 + \frac{\text{Log}_{10} \left( \frac{\Delta \text{PSI}}{4.2 - 1.5} \right)}{\frac{0.40 + 1094}{(\text{SN} + 1)^{5.19}}} + 2.32 \text{Log}_{10} M_r - 8.07$$



Siendo:

SN: Número estructural

W18: Número de ejes simples equivalentes de 80KN, determinados según la circulación de los vehículos.

$\Delta$ PSI: Pérdida de la serviciabilidad, es la diferencia entre los índices de servicio final e inicial

Zr: Valor de la desviación normal estándar que se encuentra asociada al nivel de confiabilidad R

So: Desviación estándar que combina la desviación estándar media de los errores de predicción del tráfico con los errores en la predicción del comportamiento de pavimento.

Mr: Módulo de resiliencia de la subrasante

### 3.7.1. Periodo de Diseño y Factores de Daño

Un factor muy influyente en el diseño de la estructura de un pavimento son los años de vida útil que prestará servicio, los tiempos de mantenimiento o reparación que requiera el pavimento dependerán mucho del número de años del periodo de diseño. El siguiente cuadro que es un extracto de [15], indica los diferentes periodos de análisis en función del tipo de carretera:

**Cuadro N.- 48: Número de Años del Periodo de Diseño según el Tipo de Carretera**

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: “Guía para el diseño de la estructura del pavimento” AASHTO 93

Para el proyecto en estudio se tomará el valor de **20 a 50 años**, es decir, para una vía Rural de alto volumen de tráfico.

El factor de daño es la cantidad de daño que puede causar un vehículo a la estructura del pavimento dependiendo del peso que posea. En el siguiente cuadro obtenido de [15], se presentan los pesos adoptados para el cálculo de los factores de daño.

**Cuadro N.- 49: Pesos adoptados para el cálculo de los Factores de daño**

Tipo de Vehículo	Eje Simple	Eje Simple llanta Doble	Eje Tandem	Eje Tridem
Bus	4	8		
2DA – C2P	2.5			
	7			
2DB – C2G	6	12		
3A – C3	6		22	
4C – C4	6			24
3S2 – C5	6		1 ejes de 20 ton	
			1 eje de 19 ton	
3S3 – C6	6		20	24

Fuente: “Guía para el diseño de la estructura del pavimento” AASHTO 93

Basándose en los pesos de ejes presentados en el cuadro N.- 49, se determinaron los factores equivalentes de carga por eje (FECE) según la metodología de la relación de la cuarta potencia de la AASHTO. En el cuadro N.- 50 se presentan los factores de daño según el tipo de vehículo.

### Cuadro N.- 50: Factores de daño según el tipo de vehículo

Tipo	SIMPLE		SIMPLE DOBLE		TANDEM		TRIDEM		FACTOR DE DAÑO
	TON	$(P/6,6)^4$	TON	$(P/8,2)^4$	TON	$(P/15)^4$	TON	$(P/23)^4$	
Bus	4	0,13	8	0,91					1,04
C-2P	2,5	0,02							1,29
	7	1,27							
C-2G	6	0,68	12	4,59					5,27
C-3	6	0,68			20	3,16			3,84
C-4	6	0,68					24	1,19	1,87
C-5	6	0,68			19	5,15			5,83
C-6	6	0,68			18	3,16	26	1,63	5,48

Fuente: “Cuadro Demostrativo de Cargas Útiles Permisibles del Departamento de Pesos, Medidas y Peaje de la Dirección de Mantenimiento Vial del MOP en el Ecuador”, 2012

Del conteo del tráfico se pudo observar que los tipos de vehículos que circulan por la vía son: buses, Camiones de 2 ejes, Camiones de 3 ejes, Camiones de 5 ejes y Camiones de 6 ejes, por lo tanto, los factores de daño a considerar son respectivamente: 1.04, 1.29, 5.27, 3.84, 5.83 y 5.48.

#### 3.7.2. Factor de Distribución por Carril

En el siguiente cuadro se indica cómo se distribuye la carga de los vehículos que circulan dependiendo el número de carriles en una dirección.

#### Cuadro N.- 51: Distribución de la carga de los Vehículos según el número de carriles

Número de Carriles en una Dirección	% del W18 en el Carril de Diseño
1	100
2	80 a 100
3	60 a 80
4	50 a 75

Fuente: “Guía para el diseño de la estructura del pavimento” AASHTO 93

La carretera en estudio solo tiene un carril por cada sentido de circulación, entonces se toma el 100% de la carga de los vehículos para el diseño del pavimento.

El cálculo para determinar el W18 (número total de ejes equivalentes) para el periodo de diseño se lo realiza aplicando la siguiente ecuación:

$$W18_{total} = 365 * TPDA_{final} * FD$$

Siendo:

W18: Número de ejes equivalentes acumulados considerado para el periodo de diseño

TPDA final: El Tránsito Promedio Diario Anual Futuro, es decir, proyectado a los 20 años

FD: Factor de daño

Por lo tanto,

$$\begin{aligned} W18_{parcial} &= (365 * TPDA_{final} (bus) * FD(bus)) \\ &+ (365 * TPDA_{final} (camion 2E) * FD(camion 2E)) \\ &+ (365 * TPDA_{final} (camion 3E o más) * FD(camión 3E o más)) \end{aligned}$$

$$W18_{parcial} = (365 * 699 * 1.04) + (365 * 811 * 1.29) + (365 * 82 * 5.83)$$

$$W18_{parcial} = 821692$$

$$W18_{acumulado} = 821692 + 13950223$$

$$W18_{acumulado} = 14771915$$

$$W18 \text{ por direccion} = 14771915 * 0.5$$

$$W18 \text{ por direccion} = 7385958$$

Al no tener un número exacto de los camiones de 3 ejes, de 5 ejes y de 6 ejes que pasan por la vía, se ha utilizado el factor de daño mayor para los tres casos que es 5,83. Esto para tener un mayor rango de seguridad para cualquier tipo de camión que circule por la vía.

En el siguiente cuadro se presentan el número de ejes equivalentes acumulados para el periodo de diseño seleccionado.

**Cuadro N.- 52: Ejes Equivalentes Acumulados para el Periodo de Diseño**

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO													
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA													
EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS (W18 Acumulado)													
AÑO	n	Índice de Crecimiento			TPDA FUTURO				TOTAL	W18 Parcial	W18 Acumulado	W18 por Dirección	W18 de Diseño
		Vehículos Livianos	Buses	Camiones	Vehículos Livianos	Buses	Camiones 2E	Camiones 3E o Superior					
2017	0	3,97	1,97	1,94	8581	498	582	59	9720	588625	588625	294312	294312
2018	1	3,97	1,97	1,94	8922	508	593	60	10083	599728	1188352	594176	594176
2019	2	3,97	1,97	1,94	9276	518	605	61	10460	611302	1799654	899827	899827
2020	3	3,97	1,97	1,94	9644	528	617	63	10852	625004	2424659	1212329	1212329
2021	4	3,57	1,78	1,74	9988	537	627	64	11216	635257	3059915	1529958	1529958
2022	5	3,57	1,78	1,74	10345	547	638	65	11595	646360	3706276	1853138	1853138
2023	6	3,57	1,78	1,74	10714	557	649	66	11986	657464	4363739	2181870	2181870
2024	7	3,57	1,78	1,74	11097	567	661	67	12392	669038	5032777	2516388	2516388
2025	8	3,57	1,78	1,74	11493	577	672	68	12810	680141	5712918	2856459	2856459
2026	9	3,25	1,62	1,58	11866	586	683	69	13204	690865	6403783	3201891	3201891
2027	10	3,25	1,62	1,58	12252	596	693	70	13611	701497	7105280	3552640	3552640
2028	11	3,25	1,62	1,58	12650	605	704	71	14030	712221	7817501	3908750	3908750
2029	12	3,25	1,62	1,58	13061	615	716	73	14465	725923	8543424	4271712	4271712
2030	13	3,25	1,62	1,58	13486	625	727	74	14912	737026	9280450	4640225	4640225
2031	14	3,25	1,62	1,58	13924	635	738	75	15372	748130	10028579	5014290	5014290
2032	15	3,25	1,62	1,58	14377	645	750	76	15848	759704	10788283	5394142	5394142
2033	16	3,25	1,62	1,58	14844	656	762	77	16339	771657	11559941	5779970	5779970
2034	17	3,25	1,62	1,58	15326	666	774	78	16844	783232	12343172	6171586	6171586
2035	18	3,25	1,62	1,58	15825	677	786	80	17368	797313	13140485	6570243	6570243
2036	19	3,25	1,62	1,58	16339	688	799	81	17907	809738	13950223	6975112	6975112
2037	20	3,25	1,62	1,58	16870	699	811	82	18463	821692	14771915	7385958	7385958

Fuente: Autor

Como se ilustra en el cuadro anterior el número de ejes equivalentes para el año 2037 es de 7`385.958.

Dependiendo del valor de ejes equivalentes para el periodo de diseño, el cuadro a continuación recomienda espesores mínimos a adoptarse para las diferentes capas del pavimento flexible.

**Cuadro N.- 53: Espesores Mínimos para el Pavimento Flexible en función del número de Ejes Equivalentes**

Tránsito W18	Concreto Asfáltico (pulg)	Base Granular (pulg)
Menos de 5,000	1,0 ó Tandem Superficial	4,0
50,001 a 150,000	2,0	4,0
150,001 a 500,000	2,5	4,0
500,001 a 2`000,000	3,0	6,0
2`000,000 a 7`000,000	3,5	6,0
Mayor a 7`000,000	4,0	6,0

Fuente: “Guía para el diseño de la estructura del pavimento” AASHTO 93

Por lo tanto, para la vía del proyecto correspondería un espesor mínimo de **4.0 pulgadas (10.16 cm) de carpeta asfáltica** y un espesor mínimo de **6.0 pulgadas (15.24 cm) de base granular**.

### 3.7.3. Confiabilidad “R”

La confiabilidad se refiere a la probabilidad que tiene una estructura de pavimento de trabajar en condiciones adecuadas para su operación durante toda su vida útil. El siguiente cuadro recomienda el porcentaje de confiabilidad para una carretera según su clase y donde se encuentra, ya sea en una zona urbana o rural.

**Cuadro N.- 54: Porcentaje de Confiabilidad según el tipo de vía y la zona.**

<b>Clasificación Funcional</b>	<b>Zonas Urbanas</b>	<b>Zonas Rurales</b>
Autopistas	85 % a 99,9 %	80 % a 99,9 %
Carreteras de 1er orden	80 % a 90 %	75 % a 95 %
Carreteras de 2do orden	80 % a 95 %	75 % a 95 %
Caminos vecinales o locales	50 % a 80 %	50 % a 80 %

Fuente: “Guía para el diseño de la estructura del pavimento” AASHTO 93

La carretera en estudio tendrá un **porcentaje de confiabilidad del 95%**, debido a la gran importancia que presenta la vía y el alto número de ejes equivalentes considerados en el diseño. La vía no es clasificada como autopista porque por definición una autopista tiene dos o más carriles de circulación por sentido, además la gran mayoría del trayecto cruza por una zona rural.

#### **3.7.4. Desviación Estándar normal “ $Z_R$ ”**

La desviación estándar normal está en función del porcentaje de confiabilidad asignado al proyecto. En el cuadro que se muestra a continuación se ilustran los valores de  $Z_R$  según la confiabilidad tomada.



**Cuadro N.- 55: Valores para la Desviación estándar normal  $Z_R$  según el porcentaje de confiabilidad**

<b>Confiabilidad</b>	<b>Zr</b>
50	0,000
60	-0,253
70	-0,524
75	-0,674
80	-0,841
85	-1,037
90	-1,282
91	-1,340
92	-1,405
93	-1,476
94	-1,555
95	-1,645
96	-1,751
97	-1,881
98	-2,054
99	-2,327
99,90	-3,090
99,99	-3,750

Fuente: “Guía para el diseño de la estructura del pavimento” AASHTO 93

El valor correspondiente de  $Z_R$  es de **-1.645** según el cuadro anterior, ya que el porcentaje de confiabilidad del proyecto es del 95%.

### **3.7.5. Desviación Estándar global “So”**

Es un parámetro que relaciona dos desviaciones estándar, la una es la desviación estándar por errores de predicción del tránsito durante el periodo de diseño y la otra es la desviación estándar por errores de predicción del comportamiento de la estructura del pavimento.

Investigaciones han concluido que dicha desviación para pavimentos flexibles se maneja en el rango de 0,40 a 0,50. Por lo tanto, para el presente proyecto se adoptará una **desviación estándar global promedio de 0,45.**

### 3.7.6. Índice de Serviciabilidad “PSI”

El índice de serviciabilidad o de servicio se refiere al grado de confort y comodidad que proporciona la capa de rodadura para que el desplazamiento de los vehículos.

El índice de serviciabilidad (PSI, por sus siglas en inglés) es la diferencia entre el índice de servicio inicial y el final. [15], recomienda tomar un valor de índice de servicio inicial para carreteras principales con carpeta asfáltica de 4,2 y un índice de servicio final para carreteras principales con carpeta asfáltica entre 2,0 y 3,0.

La carretera en estudio es de carpeta asfáltica y es una vía principal, por lo tanto, se tomarán los siguientes valores de índice de servicio inicial y final:

$$PSI \text{ inicial} = 4.2$$

$$PSI \text{ final} = 2.5$$

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

$$\Delta PSI = 4.2 - 2.5$$

$$\Delta PSI = 1.7$$

El PSI final que se ha tomado es un promedio de los valores antes presentados. Este índice ocurre cuando la capa de rodadura ya no cumple con las expectativas de confort y seguridad.

### 3.7.7. Módulo de Resiliencia de la subrasante “Mr”

El módulo de resiliencia es un parámetro dinámico que depende de las características del suelo de la subrasante y el cuál está en función del CBR que pasea la subrasante. Para su

cálculo se necesita aplicar cualquiera de las siguientes ecuaciones según el valor de CBR obtenido:

$$1. \quad Mr \text{ (Para CBR} < 10\%) = 1500 * CBR$$

$$2. \quad Mr \text{ (Para CBR entre 7.2 a 20\%)} = 3000 * CBR^{0.65}$$

$$3. \quad Mr \text{ (Para suelos granulares)} = 4326 * \ln CBR + 241$$

La ecuación N.- 1 la recomienda usar la AASHTO, la N.- 2 fue desarrollada por Sudáfrica y la N.- 3 es sugerida también por la AASHTO.

El CBR de diseño es igual a 12,0%, por lo tanto, la ecuación a utilizar para calcular el Mr del proyecto es la N.- 3:

$$Mr = 3000 * 11.8^{0.65}$$

$$Mr = 14923 \text{ psi} = 14.92 \text{ ksi}$$

### **3.7.8. Coeficientes de la carpeta asfáltica**

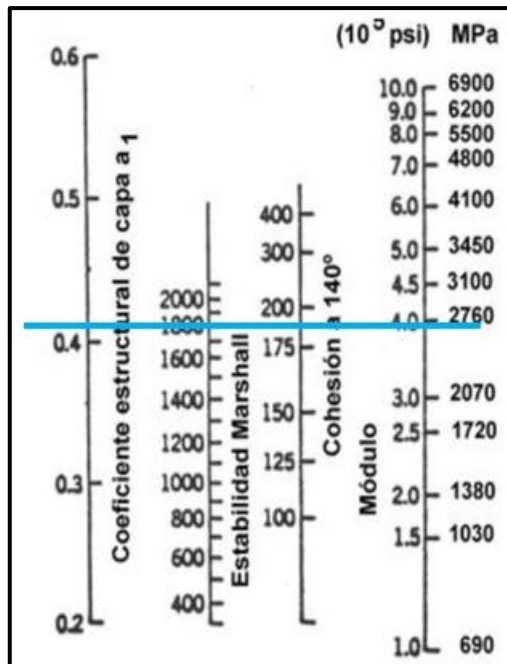
Los coeficientes estructurales muestran la capacidad estructural de los materiales para resistir las cargas solicitantes del tráfico. Los coeficientes estructurales a1, a2 y a3 representan a la carpeta asfáltica, capa base y de la capa sub base respectivamente.

Cada coeficiente se puede obtener de los siguientes gráficos, los mismos están basados en diferentes ensayos de los materiales en ciertas condiciones realizados por la AASHTO.

### 3.7.8.1. Coeficiente a1

Para determinar el coeficiente estructural a1 de la carpeta asfáltica se utiliza el siguiente gráfico:

**Gráfico N.- 40: Ábaco para determinar el coeficiente estructural a1**



Fuente: “Guía para el diseño de la estructura del pavimento” AASHTO 93

La recomendación de [15], es la de tomar 1800 lb como mínimo para la estabilidad de Marshall para tráficos pesados, por lo tanto, usaremos ese valor para determinar a1.

El siguiente cuadro refleja los valores para realizar una interpolación entre el módulo elástico y el coeficiente estructural a1, ya que en el ábaco no se logra apreciar de manera exacta el verdadero valor.

**Cuadro N.- 56: Valores para a1 en función del módulo elástico**

Módulo Elástico		Valores de a1
psi	mpa	
125000	875	0,220
150000	1050	0,250
175000	1225	0,280
200000	1400	0,295
225000	1575	0,320
250000	1750	0,330
275000	1925	0,350
300000	2100	0,360
325000	2275	0,375
350000	2450	0,385
375000	2625	0,405
400000	2800	0,420
425000	2975	0,435
450000	3150	0,440

Fuente: Guía Técnica de Pavimentos, Ing. Mg. Fricson Moreira C.

Para realizar la interpolación de a1 tomamos los valores de módulo elástico de 375000 y 400000 que son los obtenidos mediante el gráfico anterior y procedemos de la siguiente forma.

$$a1 = 0.405 - 0.420 = 0.015$$

$$\text{Módulo elástico} = 400000 - 375000 = 25000$$

$$x = \frac{5000 * 0.015}{25000} = 0.003$$

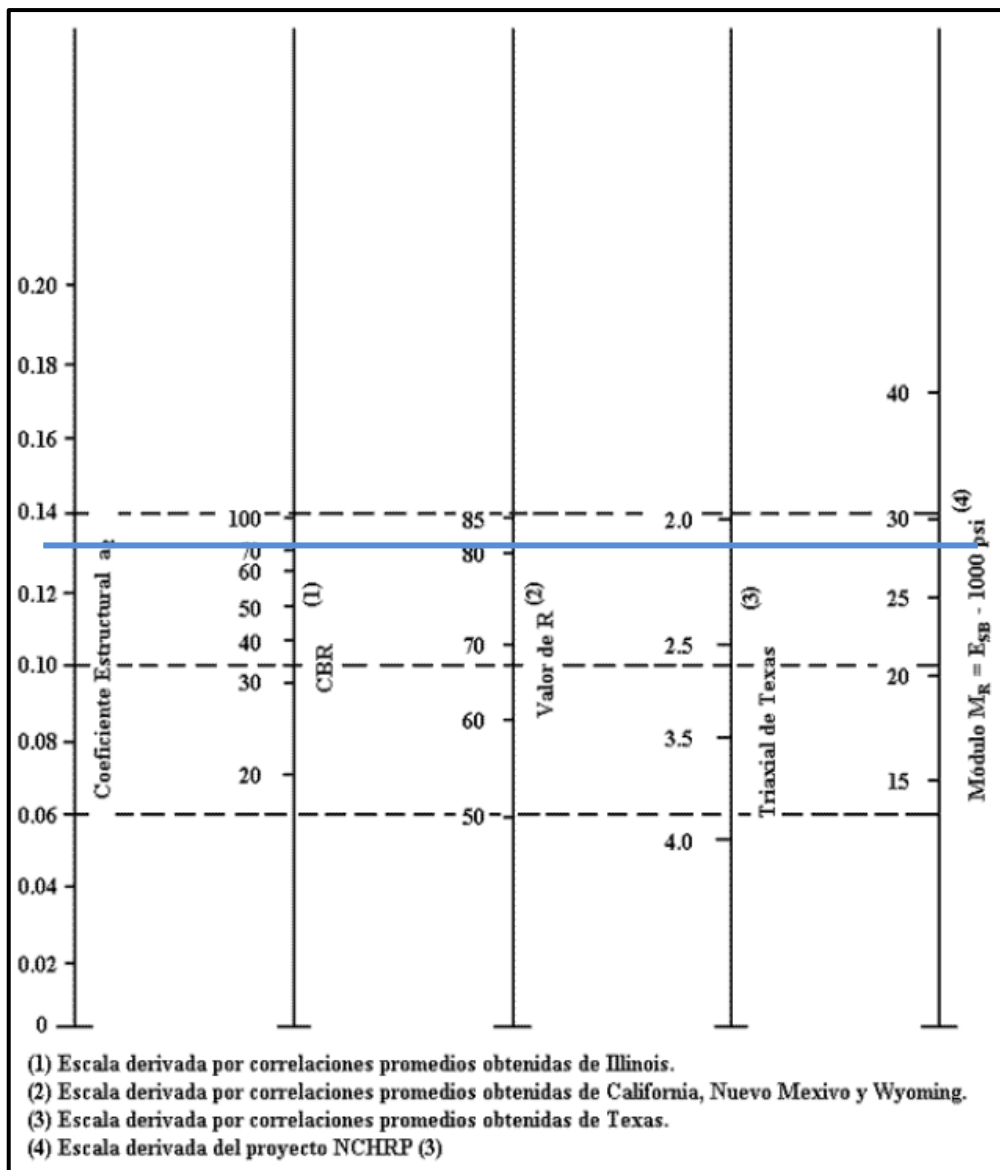
$$a1 = 0.420 - 0.003 = \mathbf{0.417}$$

Mediante el gráfico también podemos observar que el módulo de resiliencia de la carpeta asfáltica es de 395 ksi.

### 3.7.8.2. Coeficiente a2

El coeficiente estructural a2 se refiere a la capacidad estructural de la capa base para soportar los esfuerzos del tráfico. Para obtenerlo se utiliza el gráfico N.- 41, trazando una recta en la columna del CBR con un valor igual o mayor a 80%, ya que la norma recomienda que una capa que va a ser utilizada como base de agregados debe tener un CBR mínimo del 80%, entonces, se tomará dicha recomendación y se usará un CBR igual al 80% para determinar a2.

**Gráfico N.- 41: Ábaco para determinar el coeficiente estructural a2**



Fuente: “Guía para el diseño de la estructura del pavimento” AASHTO 93

El siguiente cuadro muestra en detalle el valor de  $a_2$  para cada porcentaje de CBR utilizado, ya que en el gráfico no se puede observar el valor verdadero para  $a_2$ .

**Cuadro N.- 57: Valores para  $a_2$  en función del porcentaje de CBR**

<b>CBR</b>	<b>Valores de <math>a_2</math></b>
50	0,115
55	0,120
60	0,125
70	0,130
80	0,133
90	0,137
100	0,140

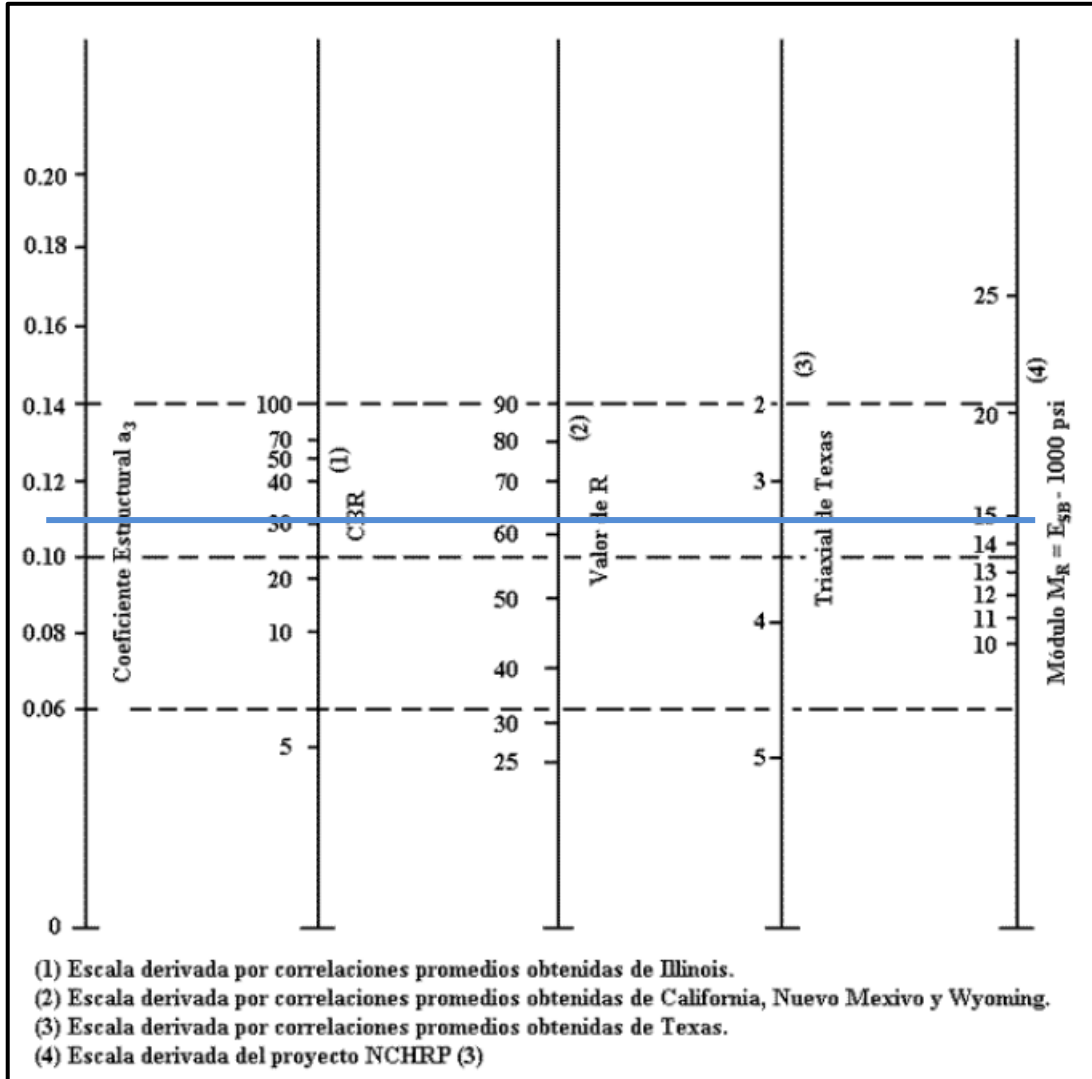
Fuente: Guía Técnica de Pavimentos, Ing. Mg. Fricson Moreira C.

Por lo expuesto en el gráfico anterior se observa que el valor de  $a_2$  para un CBR del 80% es de **0,133**; además del ábaco para determinar el coeficiente estructural  $a_2$  se puede visualizar que el módulo de resiliencia de la base es de 29 ksi.

### **3.7.8.3. Coeficiente $a_3$**

El coeficiente estructural  $a_3$  es el coeficiente referente a la capa de sub-base. La norma recomienda que una capa que va a ser utilizada como sub-base de agregados debe tener un CBR mínimo del 30%, por lo tanto, en el siguiente gráfico para obtener  $a_3$  se trazó una recta tomando el CBR mínimo para sub-base recomendado.

**Gráfico N.- 42: Ábaco para determinar el coeficiente estructural a<sub>3</sub>**



Fuente: “Guía para el diseño de la estructura del pavimento” AASHTO 93

De la misma forma como en anteriores coeficientes, se presenta un cuadro donde se aprecian los valores exactos de a<sub>3</sub> en función del porcentaje de CBR, ya que en el gráfico no se visualizan de la mejor manera.



**Cuadro N.- 58: Valores para a3 en función del porcentaje de CBR**

<b>CBR</b>	<b>Valores de a3</b>
10	0,080
15	0,090
20	0,093
25	0,102
30	0,108
35	0,115
40	0,120
45	0,125
50	0,128
55	0,130
60	0,135
65	0,138
70	0,140

Fuente: Guía Técnica de Pavimentos, Ing. Mg. Fricson Moreira C.

Según el cuadro anterior el valor del coeficiente estructural a3 que corresponde a un CBR de 30% es de **0,108**; además según el ábaco para determinar a3 el módulo de resiliencia de la sub-base es de 15 ksi.

### **3.7.9. Coeficientes de drenaje (m2, m3)**

Para evaluar la calidad del drenaje se considera el tiempo en que el agua es eliminada de las capas de base y sub-base (capas granulares). El siguiente cuadro indica la calidad del drenaje en función del tiempo en que el agua es eliminada.

**Cuadro N.- 59: Calidad del drenaje en función del tiempo en que se elimina el agua de las capas granulares**

Calidad del drenaje	Tiempo de eliminación del agua
Excelente	2 horas
Buena	1 día
Regular	1 semana
Pobre	1 mes
Deficiente	Agua no drena

Fuente: “Guía para el diseño de la estructura del pavimento” AASHTO 93

En el siguiente cuadro se pueden visualizar los niveles de humedad en los cuales las capas granulares en m<sup>2</sup> y m<sup>3</sup> (base y sub-base sin estabilizar) están próximos a la saturación en función de la calidad del drenaje y el porcentaje de tiempo durante un año.

**Cuadro N.- 60: Calidad del drenaje en función del porcentaje del tiempo en que el pavimento está expuesto a niveles de humedad cercanos a la saturación**

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: “Guía para el diseño de la estructura del pavimento” AASHTO 93

Para la carretera en estudio se considera que la estructura del pavimento tendrá una exposición a la humedad entre el 5% y 25% y que la calidad de drenaje de las capas será regular, por lo tanto, el factor que corresponde al coeficiente de drenaje m<sup>2</sup>, m<sup>3</sup> debe estar entre 1,00 y 0,80; para el proyecto se tomará el valor promedio que es de **0,90**.

### 3.7.10. Diseño Final con Sistema Multicapa

La estructura del pavimento flexible es un conjunto de capas que trabajan para soportar los esfuerzos producidos por el tráfico, por ello, el diseño debe basarse en el concepto de que el pavimento es un sistema multicapa. Debido a lo expuesto se deben considerar las siguientes ecuaciones para el diseño final:

$$D^{\circ}1 \geq \frac{SN1}{a1}$$

$$SN^{\circ}1 = a1D^{\circ}1 \geq SN1$$

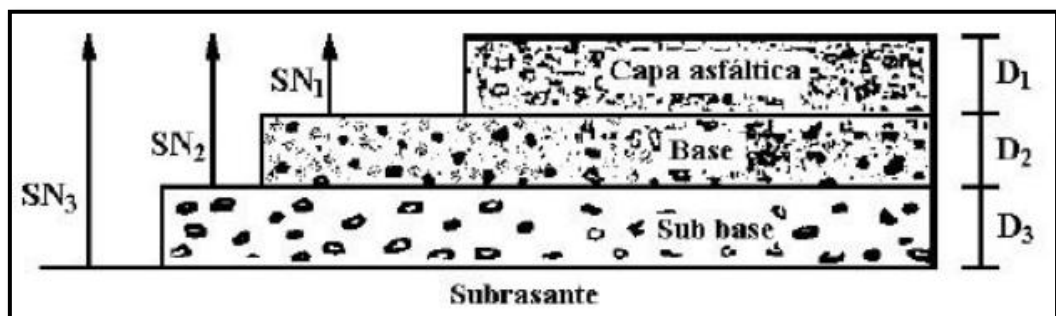
$$D^{\circ}2 \geq \frac{SN2 - SN^{\circ}1}{a2m2}$$

$$SN^{\circ}1 + SN^{\circ}2 \geq SN2$$

$$D^{\circ}3 \geq \frac{SN3 - (SN^{\circ}1 + SN^{\circ}2)}{a3m3}$$

En el siguiente gráfico se ilustra la nomenclatura con la que se trabaja en las ecuaciones antes expuestas.

**Gráfico N.- 43: Nomenclatura de las capas de la estructura del pavimento flexible**

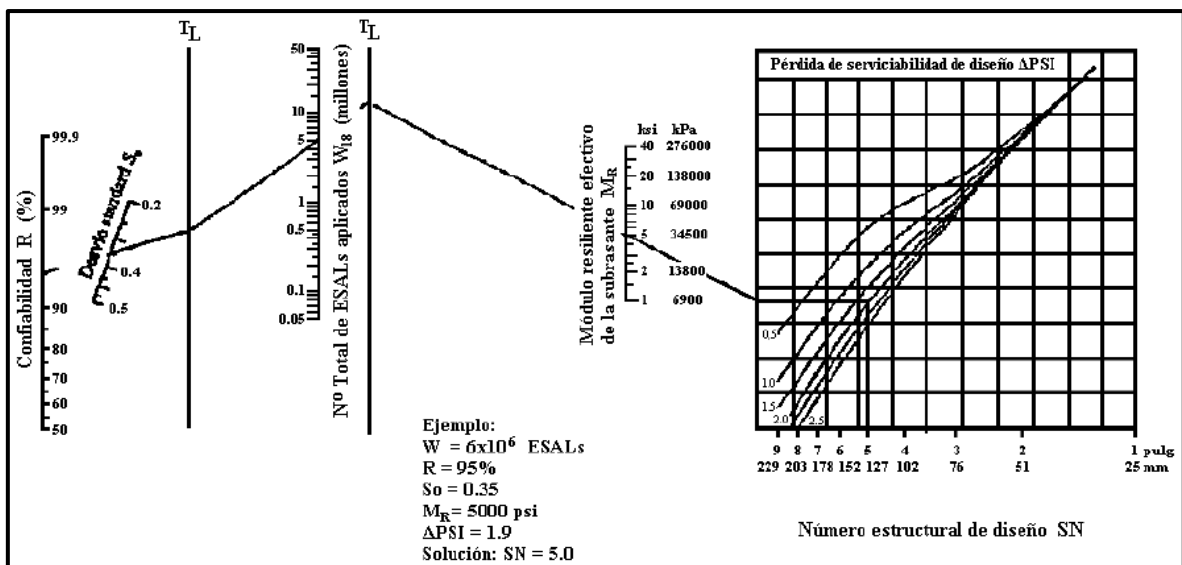


Fuente: “Guía para el diseño de la estructura del pavimento” AASHTO 93

### 3.7.11. Cálculo del Numero Estructural “SN”

El numero estructural es utilizado para determinar los espesores de las capas del pavimento flexible, es decir que, sirve para obtener una sección multicapa que en conjunto provea la suficiente capacidad de soporte equivalente al número estructural de diseño original. El SN se lo puede calcular utilizando el ábaco de la AASHTO 93, con la ecuación general básica de diseño o mediante programas computacionales.

Gráfico N.- 44: Ábaco de la AASHTO para el cálculo del SN en pavimentos flexibles



Fuente: “Guía para el diseño de la estructura del pavimento” AASHTO 93

Debido a la complejidad e inexactitud del gráfico este método no es muy utilizado en el cálculo del número estructural, pero sirve como una guía rápida para el cálculo.

La ecuación general básica para el diseño del número estructural realizada también por la AASHTO 93 es más utilizada y al igual que el gráfico anterior se involucran los parámetros anteriormente descritos (tránsito, R, So, MR, PSI). La ecuación es la siguiente:

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

Siendo:

SN: El número Estructural

a1, a2 y a3: Los coeficientes estructurales de la carpeta asfáltica, la base de agregados y la sub-base de agregados respectivamente.

D1, D2, y D3: Los espesores de la carpeta asfáltica, la base de agregados y la sub-base de agregados respectivamente.

m2, m3: Los coeficientes de drenaje para la base y sub-base respectivamente.

Los programas computacionales se basan en la ecuación general básica para el diseño de la AASHTO 93, es decir que, únicamente procesan los datos de entrada para obtener los espesores del pavimento.

Para el presente proyecto se utilizará un programa computacional basado en la ecuación básica para el diseño de la AASHTO 93, el siguiente cuadro es un resumen de los datos obtenidos para el cálculo del pavimento flexible.

**Cuadro N.- 61: Resumen de Datos obtenidos para el Cálculo del SN**

<b>Datos para el Cálculo del Número estructural "SN"</b>	
Tipo de Pavimento	Flexible
TPDA para el 2037	18463
Clase de Carretera	R-I o R-II
Período de diseño	20 años
Número Ejes Equivalentes	7385958
Nivel de Servicio Inicial	4,2
Nivel de Servicio Final	2,5
CBR de la subrasante	12,00%
Confiabilidad	95%
Desviación Estándar Zr	-1,645
Desviación Global So	0,45
Módulo de resiliencia Subrasante	14923 psi
Módulo de resiliencia de la Base	29000 psi
Módulo de resiliencia de la Sub-base	15000 psi
Coficiente estructural a1	0,417
Coficiente estructural a2	0,133
Coficiente estructural a3	0,108
Coficiente de drenaje (m2, m3)	0,90

Fuente: Autor

El programa Ecuación AASHTO 93, recibe datos de entrada sobre Tipo de pavimento, R, So, PSI inicial, PSI final, Mr de la subrasante, W18 y entrega el dato de salida del número estructural SN. El programa con los datos mostrados en el anterior gráfico dio que el Número estructural del presente proyecto es **SN=3,94**.

**Gráfico N.- 45: Cálculo del Número Estructural mediante el programa informático Ecuación AASHTO 93**

The screenshot shows a software window titled "Ecuación AASHTO 93". It contains several input sections:

- Tipo de Pavimento:** Radio buttons for "Pavimento flexible" (selected) and "Pavimento rígido".
- Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So):** A dropdown menu set to "95 % Zr=-1.645" and a text box for "So" with the value "0.45".
- Serviciabilidad inicial y final:** Text boxes for "PSI inicial" (4.2) and "PSI final" (2.5).
- Módulo resiliente de la subrasante:** A text box for "Mr" with the value "14923 psi".
- Información adicional para pavimentos rígidos:** Four empty text boxes for "Módulo de elasticidad del concreto - Ec (psi)", "Módulo de rotura del concreto - Sc (psi)", "Coeficiente de transmisión de carga - (J)", and "Coeficiente de drenaje - (Cd)".
- Tipo de Análisis:** Radio buttons for "Calcular SN" (selected) and "Calcular W18".
- W18 =** A text box containing the value "7385958".
- Número Estructural:** A large text box showing "SN = 3,94".
- Buttons:** "Calcular" and "Salir".

Fuente: "Asociación americana de vías estatales y transporte oficial" ASSTHO (1993)

## Cuadro N.- 62: Diseño de la Estructura del Pavimento método AASHTO 93

DISEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES METODO AASHTO 1993			
<b>PROYECTO</b>	INSTRUCTIVO TÉCNICO PARA LA EVALUACIÓN, REPARACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL, UTILIZANDO LA METODOLOGÍA TÉCNICA Y TEÓRICA DEL PROYECTO "MANTENIMIENTO VIAL POR RESULTADOS DE LA RED VIAL ESTATAL E30, TRAMO PELILEO – LUNA BONSAÏ"	<b>TRAMO</b>	: ÚNICO
<b>SECCION</b>	: km 0+000 a km 7+000	<b>FECHA</b>	:30-03-2017
DATOS DE ENTRADA :			
1. CARACTERISTICAS DE MATERIALES			DATOS
A. MODULO DE ELASTICIDAD DE LA MEZCLA ASFALTICA (ksi)			395,00
B. MODULO DE ELASTICIDAD DE LA BASE GRANULAR (ksi)			29,00
C. MODULO DE ELASTICIDAD DE LA SUB-BASE (ksi)			15,00
2. DATOS DE TRAFICO Y PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE			
A. NUMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTAL (W18)			7.385.958
B. FACTOR DE CONFIABILIDAD (R)			95%
DESVIACION ESTANDAR NORMAL (Zr)			-1,645
DESVIACION ESTANDAR GLOBAL (So)			0,40
C. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUBRASANTE (Mr, ksi)			14,92
D. SERVICIABILIDAD INICIAL (pi)			4,2
E. SERVICIABILIDAD FINAL (pt)			2,5
F. PERIODO DE DISEÑO (Años)			20
3. DATOS PARA ESTRUCTURACION DEL REFUERZO			
A. COEFICIENTES ESTRUCTURALES DE CAPA			
Concreto Asfáltico Convencional (a <sub>1</sub> )			0,417
Base granular (a <sub>2</sub> )			0,133
Subbase (a <sub>3</sub> )			0,108
B. COEFICIENTES DE DRENAJE DE CAPA			
Base granular (m <sub>2</sub> )			0,900
Subbase (m <sub>3</sub> )			0,900
DATOS DE SALIDA :			
NUMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO TOTAL (SN <sub>REQ</sub> )		3,94	
NUMERO ESTRUCTURAL CARPETA ASFALTICA (SN <sub>CA</sub> )		2,97	
NUMERO ESTRUCTURAL BASE GRANULAR (SN <sub>BG</sub> )		0,85	
NUMERO ESTRUCTURAL SUB BASE (SN <sub>SB</sub> )		0,12	
ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO			
		PROPUESTA	
	TEORICO	ESPESOR	SN*
ESPESOR CARPETA ASFALTICA (cm)	18,1 cm	13,0 cm	2,13
ESPESOR BASE GRANULAR (cm)	18,0 cm	20,0 cm	0,94
ESPESOR SUB BASE GRANULAR (cm)	3,1 cm	25,0 cm	0,96
ESPESOR TOTAL (cm)		58,0 cm	4,03
<b>DISEÑADO POR : ANDRÉS RENATO LÓPEZ YUMIGUANO</b>			

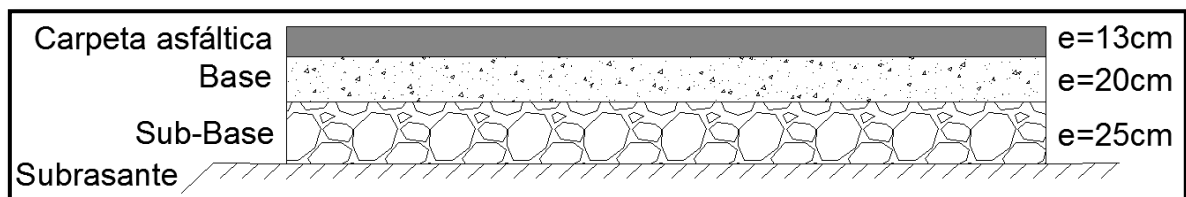
Fuente: Autor



En el cuadro anterior podemos observar que con los espesores propuestos para el pavimento flexible el Número Estructural Propuesto es mayor al Número Estructural Requerido (SN propuesto > SN requerido), por lo tanto, los espesores de carpeta asfáltica, base y sub-base para este proyecto serán los propuestos.

- **Espesor Carpeta asfáltica: 13 cm**
- **Espesor Base granular: 20 cm**
- **Espesor Sub-Base Granular: 25 cm**
- **Espesor Total del Pavimento Flexible: 58 cm**

**Gráfico N.- 46: Espesores Propuestos de la estructura del Pavimento Flexible de la Vía Pelileo – Luna Bonsay**



Fuente: Autor

### 3.7.12. Evaluación de la estructura del Pavimento Existente

La estructura del pavimento flexible es un sistema multicapa que debe resistir los esfuerzos del tránsito de manera eficaz durante su vida útil, para ello, las características del pavimento como los espesores de capa, la calidad de los materiales y los procesos constructivos deben satisfacer las necesidades de cada proyecto vial para un desempeño óptimo del pavimento.

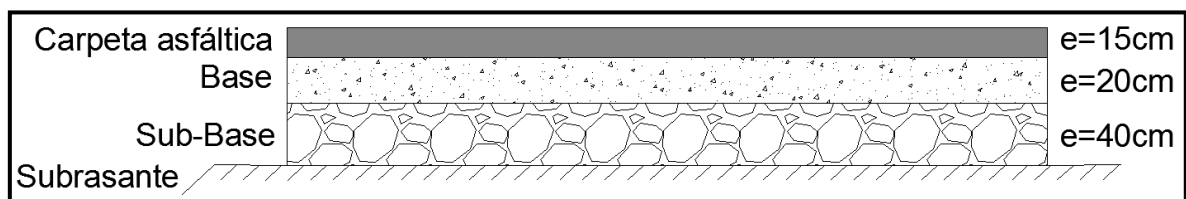
Debido a lo expuesto anteriormente es necesario realizar un inventario del pavimento existente en el proyecto que permita evaluar las características principales del mismo. En el siguiente cuadro se muestran dichas características.

**Cuadro N.- 63: Características del Pavimento Existente**

<b>Características del Pavimento Existente</b>	
Tipo de Pavimento	Flexible
CBR Subrasante	11,80%
Módulo Resiliencia Subrasante	14923 psi
Espesor de la capa de Sub-base	40 cm
Tipo de Sub-base	Clase 2
Módulo Resiliencia Sub-Base	15000 psi
Espesor de la capa de Base	20 cm
Tipo de Base	Clase 2
Módulo Resiliencia Base	29000 psi
Espesor capa de Rodadura	15 cm
Tipo de capa de Rodadura	Carpeta Asfáltica
Espesor Total del Pavimento	75 cm

Fuente: MTOP – Dirección Provincial de Tungurahua, 2012.

**Gráfico N.- 47: Espesores Existentes de la estructura del Pavimento Flexible de la Vía Pelileo – Luna Bonsay**



Fuente: Autor

Se puede observar que los espesores calculados anteriormente tienen dimensiones muy similares con los espesores que existen actualmente en la vía para cada una de las capas del

pavimento, por lo tanto, si asumimos que la estructura del pavimento calculada con anterioridad es una estructura mínima requerida, se puede concluir que la actual estructura del pavimento **sí cumple** con los requerimientos del proyecto e incluso supera en espesores a la carpeta asfáltica y sub-base del cálculo anterior.

Con esta consideración se recomienda conservar los espesores actuales del pavimento para cualquier tipo de trabajo a realizarse, despreciando los espesores calculados, ya que un cambio de espesores de la estructura del pavimento sería muy costoso por los trabajos que se requieren hacer.

El eficiente trabajo de la actual estructura del pavimento también se refleja en el poco mantenimiento y restauración que requiere, ya que en su mayoría solo se realizan trabajos menores como sellado de fisuras superficiales y bacheo asfáltico, teniendo una demanda baja de estos trabajos.

Es necesario mencionar que los actuales espesores de la estructura del pavimento forman parte de los trabajos de repotenciación de la vía realizados en el año 2009. La vía antes de ser repotenciada tenía un espesor total del pavimento de 50 cm (8.4 cm de carpeta asfáltica, 18 cm de capa de base y 23.6 cm de capa de sub-base), los cuales no eran suficientes para satisfacer los requerimientos de la vía [13].

### **3.7.13. Propiedades de los Materiales de la Estructura del Pavimento**

La calidad de los materiales es un factor clave en el proceso de diseño y construcción de una carretera, por el mismo motivo se necesita que los materiales que conforman cada capa del pavimento flexible satisfagan las propiedades físicas, geométricas, químicas y mecánicas requeridas para un proyecto vial. Estas propiedades varían para cada capa de la estructura del pavimento y se describen a continuación.

### **3.7.13.1. Propiedades de la capa de Sub-Base**

Para el proyecto se recomienda utilizar una sub-base clase 2, debido a que en el km14+500 en sentido Pelileo – Baños existe una Cantera que posee materiales de este tipo; la utilización de este material ayudará a la reducción de los costos de construcción por el poco transporte que se requiere. La cantera en mención tiene un volumen mínimo explotable de 100 000 m<sup>3</sup> y un volumen de sobrecarga de 5000 m<sup>3</sup>.

La sub-base clase 2 son sub-bases conformadas por agregados obtenidos mediante trituración o cribado en yacimientos de piedras fragmentadas naturalmente o de gravas y el porcentaje mínimo del agregado obtenido por trituración deberá ser del 30%. La sub-base clase 2 también deberá cumplir con las siguientes propiedades:

- Límite líquido menor o igual a 25
- Índice plástico menor o igual a 6
- CBR mayor o igual al 30%
- Abrasión menor o igual al 50% según norma INEN 860 y 861

La granulometría deberá estar en función del siguiente cuadro N.- 12 del capítulo 2 del presente documento:

**Cuadro N.- 12: 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 1/2" (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: “Especificaciones Generales para Construcción de Caminos y Puentes” MTOP (2002)

### 3.7.13.2. Propiedades de la capa Base

Para la capa Base del pavimento flexible se sugiere una Base clase 2, ya que al igual que para la capa de Sub-Base los materiales se encuentran disponibles en el km14+500 y de esta forma se ahorran recursos económicos en el acarreo del material.

La Base clase 2 son bases conformadas por fragmentos de roca o gravas trituradas, cuya fracción de agregado grueso deberá ser triturada en al menos un 50% en peso. La base clase 2 deberá cumplir también con las siguientes propiedades:

- Límite líquido menor o igual a 25
- Índice plástico menor o igual a 6
- CBR mayor o igual al 80%
- Abrasión menor o igual al 40% según norma INEN 860 y 861
- Desgaste por acción de sulfatos menor o igual al 12% según norma INEN 863

La granulometría deberá estar en función del siguiente cuadro N.- 13 del capítulo 2 del presente documento:

**Cuadro N.- 13: Límites granulométricos para Bases**

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

Fuente: “Especificaciones Generales para Construcción de Caminos y Puentes” MTOP (2002)

### 3.7.13.3. La Capa de Rodadura

Una capa de rodadura de carpeta asfáltica debe cumplir con las siguientes características: durabilidad, estabilidad, impermeabilidad, flexibilidad, trabajabilidad, resistencia a la fatiga y resistencia al deslizamiento.

Los métodos más comunes para el diseño de una mezcla asfáltica son: el método Marshall, método de Hubbard Field y método de HVEEM. En el presente documento se utilizará el método Marshall mediante el cual se podrá determinar las cantidades óptimas de los contenidos que hacen parte de la mezcla asfáltica.

El método Marshall se usa sólo en mezclas asfálticas en caliente que contienen agregados de tamaños máximos de 25 mm o menos y que están compuestos por piedra triturada, grava triturada, piedra natural, grava o arena.

Los agregados deben cumplir con los requisitos de graduación de la siguiente tabla y se clasifican en “A”, “B” y “C”.

**Cuadro N.- 64: Tabla de Graduación de los agregados para el método Marshall**

Tamiz	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada			
	3/4"	1/2"	3/8"	N°4
1"	100			
3/4"	90-100	100		
1/2"		90-100	100	
3/8"	56-80		90-100	100
N°4	35-65	44-74	55-85	80-100
N°8	23-49	28-58	32-67	65-100
N°16				40-80
N°30				25-65
N°50	5-19	5-21	7-23	7-70
N°100				3-20
N°200	2-8	2-10	2-10	2-10

Fuente: “Especificaciones Generales para Construcción de Caminos y Puentes” MTOP (2002)

Para el presente proyecto se sugiere usar agregados tipo “A”, debido a la mejor calidad de agregados que requiere. En el tipo “A” todas sus partículas de agregado grueso provienen de trituración y el agregado fino puede ser arena natural o material triturado, cuando el agregado fino no cumple con la graduación se puede añadir relleno mineral.

Adicionalmente todos los agregados deben cumplir con las siguientes características:

- Resistencia al desgaste por abrasión menor o igual al 40% según norma INEN 860
- Resistencia a la acción de los sulfatos menor al 12 % según norma INEN 863

- Recubrimiento y peladura: Adherencia 95%, Peladura 5% según AASHTO T 182
- Índice Plástico del material que pasa el tamiz #40 menor a 4
- Hinchamiento 1,50%

Los porcentajes de agregados a utilizarse en la mezcla bituminosa se ilustran en el siguiente cuadro.

**Cuadro N.- 65: Porcentajes de agregados necesarios para el ensayo Marshall**

Material	Agregados		Porcentaje Utilizado
	Pasa	Retiene	
Gruoso	1"	3/4"	10%
Medio	3/4"	3/8"	25%
Fino	3/8"	200	65%

Fuente: “Especificaciones Generales para Construcción de Caminos y Puentes” MTOP (2002)

En nuestro medio el material bituminoso que más se utiliza es el cemento asfáltico tipo AP-3 o AC-20 el mismo que brinda grados de penetración entre 80 y 120 décimas de milímetro. Las condiciones técnicas del ensayo Marshall en función del volumen de tráfico se muestran en el siguiente cuadro.

**Cuadro N.- 66: Especificaciones para el ensayo Marshall según el volumen de tráfico**

Ensayo de acuerdo al método Marshall	Tráfico							
	Liviano		Medio		Pesado		Muy Pesado	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
Número de golpes en cada cara de la probeta	35		50		75		75	
Estabilidad en libras	750		1200		1800		2200	
Flujo en centésimas de pulgada	8	18	8	16	8	14	8	14
Porcentaje de vacíos	3	5	3	5	3	5	3	5
Porcentaje de vacíos rellenos de asfalto	70	80	65	78	65	75	65	75
Relación de filler					0,8	1,2	0,8	1,2

Fuente: “Especificaciones Generales para Construcción de Caminos y Puentes” MTOP (2002)



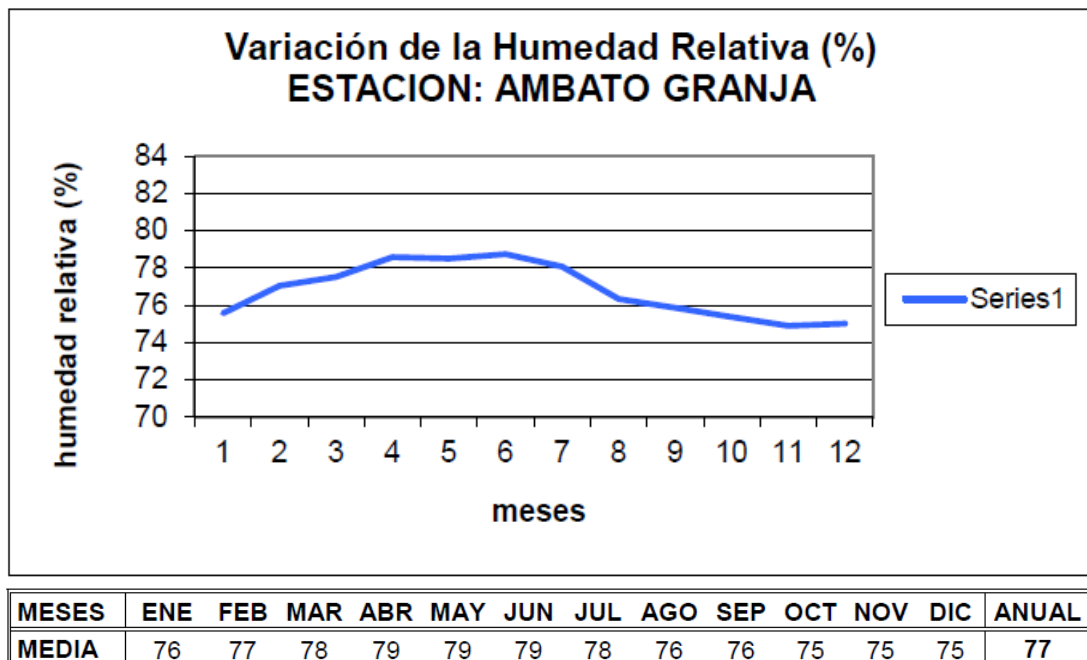
En el presente proyecto se tomarán los valores de tráfico muy pesado, ya que el TPDA es superior a 1000.

### 3.8. Diseño del Sistema de Drenaje

#### 3.8.1. Estudio de las Precipitaciones

- **Clima:** El clima en todo el sector del proyecto es templado y seco debido a que se encuentra en la región interandina del país, se clasifica al sector como una zona fría templada.
- **Humedad Relativa:** La humedad relativa oscila entre un máximo promedio de 84% y un mínimo promedio de 67%, los que indica un clima con déficit de humedad. Este dato se obtuvo de la estación meteorológica Ambato – La Granja del INAHMI.

**Gráfico N.- 48: Variación de la Humedad Relativa de la estación Ambato – La Granja**



Fuente: INAMHI, 2012

- **Precipitación:** La estación más cercana al proyecto que brinda datos sobre las precipitaciones es la ubicada en Huambaló, y la misma indica precipitaciones de 24,1 mm en el mes de noviembre y de 104,2 mm en el mes de enero.

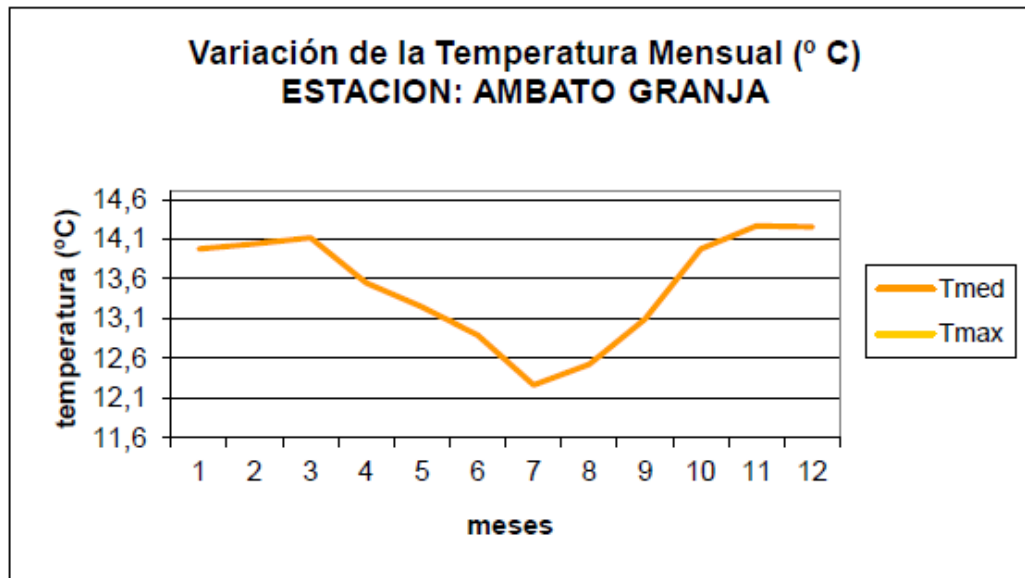
**Cuadro N.- 67: Valores Pluviométricos Mensuales 2012 de la estación meteorológica Huambaló**

VALORES PLUVIOMETRICOS MENSUALES 2012 (mm) Estación Huambaló														Máxima en 24		Número de días
CÓDIGO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	TOTAL ANUAL	Fecha		
M0380	104,2	37,3	66,0	87,8	81,4	66,9	97,8	74,5	35,2	37,4	24,1	37,4	750,0	21,0	5-ene	187

Fuente: INAMHI, 2012

- **Temperatura:** La temperatura es estable a lo largo del año y tiene un promedio de 13.5 °C a la sombra.

**Gráfico N.- 49: Variación de la Temperatura Mensual en la estación Ambato – La Granja**



MESES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
MEDIA	14,0	14,0	14,1	13,5	13,2	12,9	12,3	12,5	13,1	14,0	14,3	14,3	13,5

Fuente: INAMHI, 2012

### 3.8.2. Diseño de Cunetas

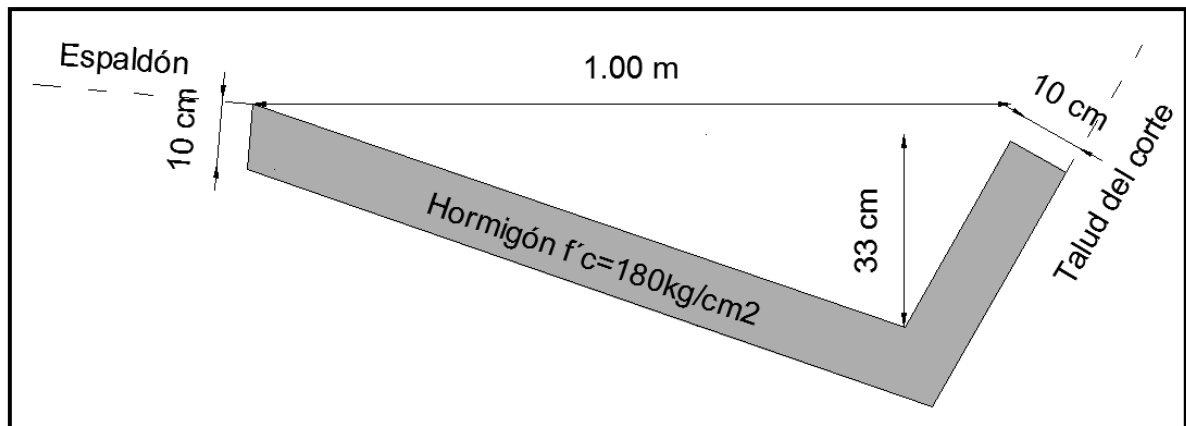
En el diseño de cunetas se requiere considerar tres aspectos fundamentales para la cuneta que son: la forma de la sección, el material de revestimiento y la velocidad del agua.

La forma de la sección que se recomienda para el proyecto es la sección triangular, ya que es la más utilizada en nuestro medio debido a su fácil construcción y mantenimiento. La cuneta triangular debe ir localizada entre el espaldón de la carretera y el pie del talud del corte.

Para el revestimiento de la cuneta triangular se sugiere tener un revestimiento de hormigón de cemento portland clase B,  $f'c = 180 \text{ kg/cm}^2$ .

La Norma de diseño geométrico de carreteras del MTOP recomienda que la velocidad máxima del agua en una cuneta revestida de hormigón sea de 4,00 m/s. La pendiente longitudinal de la cuneta será similar a la de la gradiente longitudinal de la vía, procurando que dicha pendiente no provoque velocidades del agua mayores a las máximas.

**Gráfico N.- 50: Sección Transversal de la cuneta propuesta**



Fuente: Autor

El diseño de cunetas está fundamentado en la ecuación de Manning que se indica a continuación.

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

Siendo:

V: Velocidad del agua en m/s

n: Coeficiente de rugosidad de Manning

R: Radio hidráulico

J: Pendiente longitudinal de la cuneta en %

El coeficiente de rugosidad de Manning es un valor que depende directamente del tipo de revestimiento de la cuneta, los coeficientes se presentan en el siguiente cuadro.

**Cuadro N.- 68: Coeficientes de rugosidad de Manning según el tipo de superficie**

<b>Coeficiente de Rugosidad de Manning</b>	
<b>Tipo de Superficie</b>	<b>n</b>
Tierra lisa	0,02
Césped con más de 15cm	0,04
Césped con menos de 15cm	0,06
Revestimiento rugoso de piedra	0,04
Cunetas revestidas de hormigón	0,016

Fuente: INEN, 2010.

El valor de n que corresponde al proyecto es de 0.016, ya que la cuneta propuesta tiene revestimiento de hormigón.

Para el cálculo del Radio hidráulico (R) se debe considerar que toda la sección de la cuneta está llena de agua, esto para realizar un cálculo que permita tener un rango de seguridad. El radio hidráulico se calcula con la siguiente ecuación:

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

Siendo:

R: Radio Hidráulico

Am: Área mojada

Pm: Perímetro mojado

Por lo tanto, con las dimensiones de cuneta expuestas y la consideración de que la sección está llena de agua se calcula el área mojada y el perímetro mojado.

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

$$Am = \frac{1.00m * 0.33m}{2}$$

$$Am = 0.165 m^2$$

$$Pm = 0.92m + 0.36m$$

$$Pm = 1.28m$$

$$R = \frac{0.165m^2}{1.28m}$$

$$R = 0.129m$$

$$V = \frac{1}{0.016} * 0.129^{2/3} * J^{1/2}$$

$$V = 15.96 * J^{1/2}$$

Para el cálculo también se debe considerar la ecuación de la continuidad que es la siguiente:

$$Q = V * A$$

Siendo:

Q: Caudal de diseño en m<sup>3</sup>/s

V: Velocidad del agua en m/s

A: Área de la sección en m<sup>2</sup>

Entonces:

$$Q = (15.96 * J^{1/2}) * 0.165$$

$$Q = 2.633 \text{ m}^3/\text{s} * J^{1/2}$$

Una vez calculado el caudal de diseño (Q) y la velocidad del agua (V) en función de la pendiente longitudinal (J) podremos obtener los valores de Q y V para cada pendiente J que se presente en el proyecto. En el siguiente cuadro se presentan dichos valores, tomando en cuenta las gradientes longitudinales mínimas y máximas para vías permitidas por la Norma de diseño geométrico de carreteras del MTOP.

**Cuadro N.- 69: Valores de Velocidad y Caudal del proyecto en función de la Pendiente**

<b>J%</b>	<b>V (m/s)</b>	<b>Q (m3/s)</b>
0,50	1,129	0,186
1,00	1,596	0,263
1,50	1,955	0,322
2,00	2,257	0,372
2,50	2,523	0,416
3,00	2,764	0,456
3,50	2,986	0,493
4,00	3,192	0,527
4,50	3,386	0,559
5,00	3,569	0,589
5,50	3,743	0,617
6,00	3,909	0,645
6,50	4,069	0,671
7,00	4,223	0,697
7,50	4,371	0,721
8,00	4,514	0,745
8,50	4,653	0,768
9,00	4,788	0,790
9,50	4,919	0,812
10,00	5,047	0,833
10,50	5,172	0,853
11,00	5,293	0,873
11,50	5,412	0,893
12,00	5,529	0,912
12,50	5,643	0,931
13,00	5,754	0,949
13,50	5,864	0,967
14,00	5,972	0,985

Fuente: Autor

Por lo mostrado en el cuadro anterior se recomienda que la pendiente longitudinal máxima de la cuneta sea del 6.50% para poder obtener velocidades máximas de 4.00 m/s como lo sugiere la norma. El caudal admisible con la pendiente antes mencionada es de **0.671 m<sup>3</sup>/s**.

El cálculo del caudal máximo esperado sirve como una comprobación de que la sección de cuneta propuesta abastecerá a dicho caudal y el mismo se determina con la siguiente ecuación:

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

Siendo:

Q: Caudal máximo esperado en m<sup>3</sup>/s

C: Coeficiente de escorrentía

I: Intensidad de lluvia de diseño

A: Área de drenaje

En el Anexo C se puede observar que a todo el proyecto llegan un total de 6 cuencas de diferentes áreas, para el cálculo se usarán los datos de una de las cuencas más grande de 300 Ha.

El coeficiente de escorrentía es un factor que depende de la topografía del proyecto, el tipo de suelo y la capa vegetal existente ( $c'$ ), y se determina mediante la siguiente expresión:

$$C = 1 - \Sigma c'$$



**Cuadro N.- 70: Valores para Ct, Cs y Cv para determinar el coeficiente de escorrentía**

<b>Por la Topografía (Ct)</b>	<b>C</b>
Plana con pendiente de 0,2 a 0,6 m/km	0,3
Colinas con pendientes de 3,0 a 4,0 m/km	0,2
Colinas con pendientes de 30 a 50 m/km	0,1
<b>Por el Tipo de Suelo (Cs)</b>	<b>C</b>
Arcilla compacta impermeable	0,1
Combinación de limo y arcilla	0,2
Suelo limo arenoso no muy compactado	0,4
<b>Por la Capa Vegetal (Cv)</b>	<b>C</b>
Terrenos cultivados	0,1
Bosques	0,2

Fuente: Autor

El valor de Ct que corresponde al proyecto es de 0.1 por las fuertes pendientes que presenta, para Cs el valor es de 0.2 porque el suelo está compuesto mayormente por finos y para Cv se adoptará el valor de 0.1 por la presencia de cultivos en el área.

$$C = 1 - (0.1 + 0.2 + 0.1)$$

$$C = 0.60 \text{ mm/h}$$

Para determinar el valor de la Intensidad de lluvia de diseño se aplica la siguiente ecuación recomendada por el INHAMI.

$$I = \frac{4.14 * T^{0.18} * P_{\text{máx}}}{tc^{0.58}}$$

Siendo:

I: Intensidad de lluvia de diseño

T: Período de retorno (25 años)

P<sub>máx</sub>: Precipitación máxima

t<sub>c</sub>: Tiempo de la precipitación de intensidad o tiempo de concentración

El tiempo de concentración se determina con la ayuda de la siguiente expresión:

$$t_c = 0.0195 * (L^3/H)^{0.385}$$

Siendo:

t<sub>c</sub>: Tiempo de concentración en minutos

L: Longitud del área de drenaje

H: El desnivel entre el extremo de la cuenca y el punto de descarga en metros

La longitud del área de drenaje de la cuenca es 1300 m y el desnivel entre el extremo de la cuenca y el punto de descarga es de 940 m.

$$t_c = 0.0195 * (1300^3/940)^{0.385}$$

$$t_c = 5.52 \text{ minutos}$$

La precipitación máxima según el cuadro N.- 68 es de 104.2 mm.

$$I = \frac{4.14 * 25^{0.18} * 104.2}{5.52^{0.58}}$$

$$I = 139.49 \text{ mm/h}$$

Para determinar el área de drenaje se considera el ancho del carril, ancho de cuneta y la longitud del área de drenaje.

$$A = (\text{ancho carril} + \text{ancho cuneta}) * L$$

$$A = (3.65 + 1.00) * 1300$$

$$A = 6045 \text{ m}^2 = 0.605 \text{ ha}$$

Por lo tanto, para el cálculo del caudal máximo esperado aplicamos la ecuación antes expuesta:

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

$$Q = \frac{0.60 * 139.49 * 0.605}{360}$$

$$Q = 0.141 \text{ m}^3/\text{s}$$

Al tener un caudal máximo esperado de 0.141 m<sup>3</sup>/s y un caudal admisible de 0.671 m<sup>3</sup>/s se puede decir que **el diseño de la cuneta propuesta sí satisface el requerimiento del proyecto.**

### 3.8.3. Evaluación de Cunetas Existentes

En la gran mayoría del proyecto existen cunetas en ambos lados de la carretera, son de dos tipos rectangular y triangular, las mismas tienen un revestimiento de hormigón de cemento portland con un  $f'c= 180 \text{ kg/cm}^2$  y están ubicadas entre el espaldón y los taludes.

Las pendientes longitudinales de las cunetas son variables, pero en general son similares a las de la vía. Las dimensiones de las cunetas varían dependiendo el tramo en el que se encuentren, en el siguiente cuadro al igual que en los gráficos de las secciones transversales de la vía se ilustran las dimensiones y abscisas de las cunetas existentes.

**Cuadro N.- 71: Dimensiones y Abscisas de las Cunetas existentes**

Abscisas		Dimensiones (m)			Tipo de Revestimiento	Observaciones
Inicio	Final	L	h	e		
0+000	0+500	0,20	0,15	0,10	Hormigón $f'c= 180 \text{ kg/cm}^2$	Cuneta Rectangular en ambos lados
0+500	7+000	1,10	0,30	0,10	Hormigón $f'c= 180 \text{ kg/cm}^2$	Cuneta Derecha Sentido Pelileo - Baños
0+500	7+000	1,00	0,30	0,10	Hormigón $f'c= 180 \text{ kg/cm}^2$	Cuneta Izquierda Sentido Pelileo - Baños

Fuente: Autor

Para calcular las velocidades del flujo y el caudal admisible de la cuneta triangular que es la cuneta más utilizada en el proyecto, se debe utilizar las mismas ecuaciones y consideraciones antes expuestas en el diseño de cunetas. Para los cálculos se adoptará el menor de los valores de ancho de las cunetas existentes (L) que es igual a 1.00 m y para la altura (h) se tomará el valor de 0.30 m, que es la altura de todas las cunetas.

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

$$V = \frac{1}{0.016} * 0.121^{2/3} * J^{1/2}$$

$$V = 15.29 * J^{1/2}$$

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

$$R = \frac{\frac{1.00 * 0.30}{2}}{0.91 + 0.33} = 0.121 \text{ m}$$

$$Q = V * A$$

$$Q = (15.29 * J^{1/2}) * 0.150$$

$$Q = 2.294 \text{ m}^3/\text{s} * J^{1/2}$$

De igual forma que en el diseño de cunetas se realiza un cuadro con los valores que tomaría V y Q según las pendientes longitudinales existentes en el proyecto (J).

**Cuadro N.- 72: Valores de Velocidad y Caudal del proyecto en función de la Pendiente existente**

J%	V (m/s)	Q (m3/s)
0,91	1,459	0,219
1,94	2,130	0,320
2,83	2,572	0,386
5,83	3,692	0,554
6,17	3,798	0,570
6,50	3,898	0,585
7,69	4,240	0,636
8,14	4,362	0,654

Fuente: Autor

El caudal admisible para la mayor pendiente de 8.14% es de **0.654 m<sup>3</sup>/s** y la velocidad del flujo para la misma pendiente es de **4.362 m/s**. Como podemos observar las velocidades del flujo con una pendiente longitudinal mayor al 6.50% superan la velocidad máxima permitida por la norma en cunetas de hormigón que es de 4.00 m/s.

El caudal máximo esperado se calcula de la misma manera que en el diseño de cunetas y sus variables como son el coeficiente de escurrimiento, intensidad de lluvia de diseño y área de drenaje son exactamente las mismas a las del diseño de cunetas, ya que las características del proyecto que influyen en el cálculo no cambian.

El caudal máximo esperado es de 0.141 m<sup>3</sup>/s, mientras que el caudal mínimo admisible es de 0.219 m<sup>3</sup>/s, es decir que, **la sección actual de las cunetas triangulares sí abastase los requerimientos del proyecto.**

En el tramo km 0+000 al km 0+500 existen cunetas rectangulares de menor sección que las cunetas triangulares. Mediante breves cálculos se ha podido concluir que el caudal admisible para la pendiente de ese trayecto (pendiente = 0.30%) es de 0.087 m<sup>3</sup>/s y la velocidad del flujo es de 0.525 m/s.

El caudal máximo esperado del proyecto es de 0.141 m<sup>3</sup>/s, lo que significa que, **la sección de las cunetas rectangulares no cumple con lo requerido para desalojar el caudal esperado.**

Mediante las correcciones para la vía que se han planteado a lo largo del documento y con los diseños listos, se puede proceder a realizar el gráfico de la sección típica propuesta para todo el trayecto de la carretera.

Cabe destacar que se ha realizado cambios a la sección actual de la vía en cuanto al ancho de espaldón y a las secciones de las cunetas.

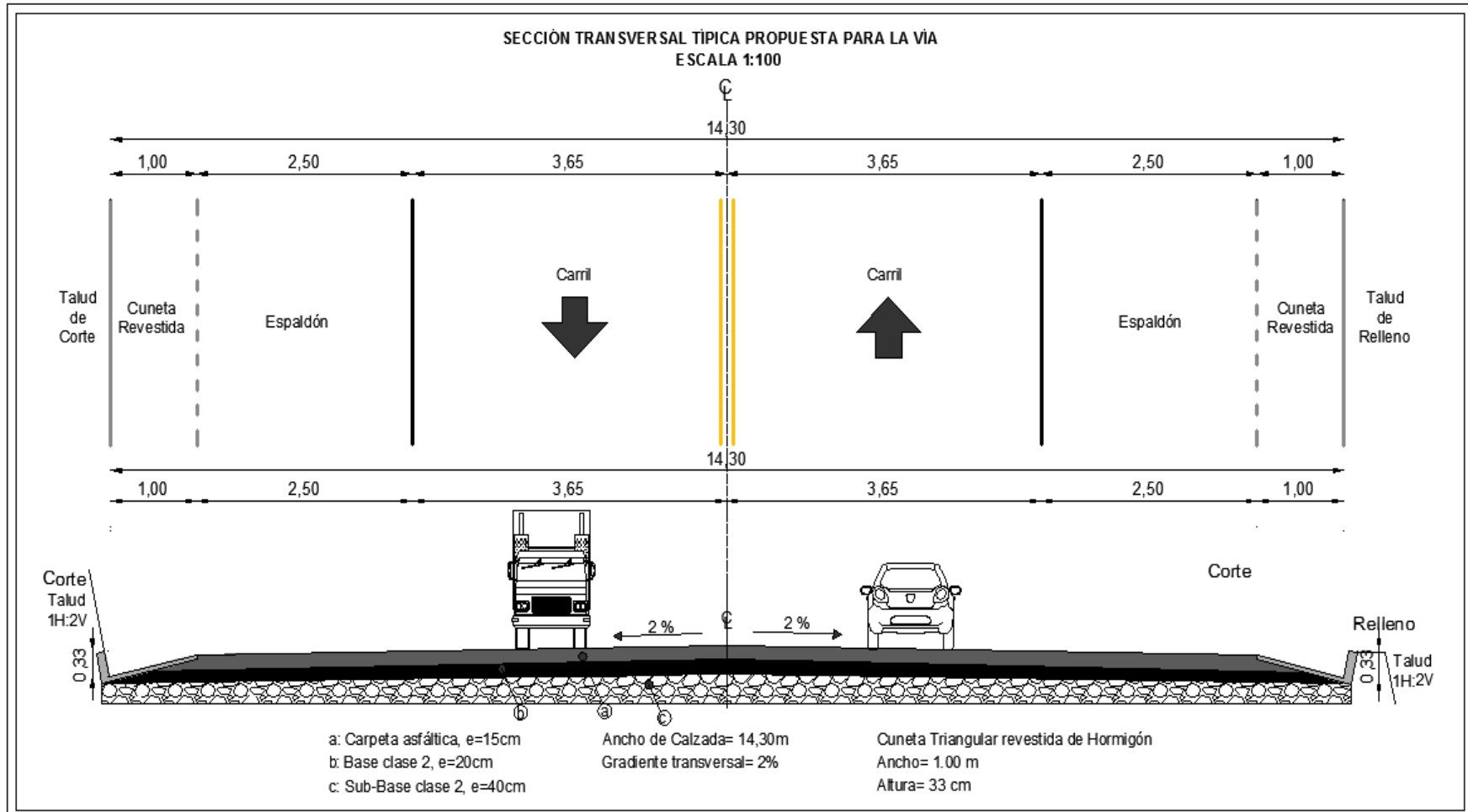
La ampliación que se propone se puede desarrollar al lado izquierda de la vía, con el objeto de no desestabilizar los taludes existentes. La construcción sería de forma natural, ya que existe el suficiente espacio para hacerlo.

El trazado propuesto toma la ruta actual, a pesar de no cumplir con ciertas recomendaciones de diseño geométrico como: radios mínimos de curva y gradientes longitudinales mínimos.

Estas correcciones no se pueden realizar debido a la topografía montañosa del terreno, además que, corregirlas derivaría en fuertes gastos económicos, principalmente por el movimiento de tierras para cumplir con los radios mínimos y la remoción del pavimento actual para lograr las gradientes.

Los espesores de la estructura del pavimento calculados se despreciarán y de ahora en adelante se trabajará con los espesores actuales de la vía por las razones antes expuestas.

**Gráfico N.- 51: Sección Transversal Típica Propuesta para la Vía**



Fuente: Autor



#### **3.8.4. Diseño de Alcantarillas**

Las alcantarillas a utilizarse en este proyecto vial tendrán como objetivo principal el drenar las aguas de zonas propensas a inundación, aguas de pequeñas cuencas definidas o recoger las aguas provenientes de las cunetas laterales y conducir las hacia cauces naturales.

En el diseño de alcantarillas se deben considerar varios aspectos como su diámetro, el material del que estará hecho, la profundidad a la que se colocará, las velocidades de escorrentía, los caudales máximos esperados, entre otros.

El diámetro de una alcantarilla dependerá directamente del caudal máximo esperado y la pendiente del terreno, pero las normas de diseño recomiendan un diámetro mínimo de alcantarilla de 1,22 m.

Para la forma de la sección se sugiere utilizar alcantarillas de tipo circular, para el material se recomienda que sean de acero corrugado galvanizado de espesores mayores a 3 mm ya que son las más utilizadas en nuestro medio, debido a que por su fácil instalación no requieren de mano de obra especializada y esto permite reducir los tiempos de construcción.

Las alcantarillas estarán ubicadas a cierta profundidad medida desde la superficie del suelo hasta la parte superior de la alcantarilla, esto para evitar que los esfuerzos producidos por el tráfico dañen los conductos. El espesor del relleno que protegerá a la alcantarilla dependerá del volumen de tráfico de la carretera, se recomienda utilizar las siguientes profundidades:

- Para Tráfico Normal adoptar una profundidad igual a 1.00 m
- Para Tráfico Pesado adoptar una profundidad igual a 1.20 m

Las pendientes de las alcantarillas en lo posible no deben permitir velocidades excesivas del flujo, sedimentación, erosión y tienen que ayudar a menorar la longitud de la estructura.

Una de las formas para diseñar una alcantarilla es mediante la ecuación de Talbot:

$$A = \frac{0,183 * C * H^{\frac{3}{4}} * i}{100}$$

Siendo:

A: El Área libre de la alcantarilla en m<sup>2</sup>

H: El Área de drenaje en hectáreas

C: El Coeficiente de Escorrentía

i: La Intensidad de precipitación pluvial

Para determinar el coeficiente de escorrentía se recurre al siguiente cuadro:

**Cuadro N.- 73: Coeficientes de Escorrentía para la ecuación de Talbot**

<b>Características Topográficas</b>	<b>C</b>
Montañoso y Escarpado	1,00
Con mucho Lomería	0,80
Con Lomerío	0,60
Muy Ondulado	0,50
Poco Ondulado	0,40
Casi Plana	0,30
Plana	0,20

Fuente: Talbot

El valor de C que corresponde al proyecto es de 1.00 ya que la vía se encuentra en una zona montañosa y escarpada.

El área de drenaje se ha determinado mediante mapas cartográficos y es de 5 Hectáreas aproximadamente.

La intensidad de precipitación pluvial ya la determinamos en el diseño de cunetas y es de 139.49 mm/h.

Por lo tanto, para calcular el área libre de alcantarilla:

$$A = \frac{0,183 * 1 * 5^{\frac{3}{4}} * 139.49}{100}$$

$$A = 0.854 \text{ m}^2$$

Para determinar el diámetro de la alcantarilla se recurre a la ecuación general del área de un círculo y se despeja el diámetro.

$$D = \sqrt{\frac{4A}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 * 0.854}{\pi}}$$

$$D = 1.043 \text{ m} \cong 1.10 \text{ m}$$

Mediante los cálculos se ha determinado que el diámetro de la tubería de acero corrugado necesario es de 1.10 m, pero se recomienda tomar para el diseño el diámetro mínimo permitido que es de **1.20 m**.

Se recomienda utilizar en la entrada de las alcantarillas cabezales con muros de ala para encauzar el flujo hacia las alcantarillas y proteger el talud de posibles socavaciones, además se sugiere colocar cabezales con muros de ala en la salida de las alcantarillas con el fin de disipar la energía cinética que lleva el agua y evitar socavaciones del cauce aguas abajo. Los mencionados cabezales deben ser de hormigón armado (hormigón de cemento portland  $f'c= 180 \text{ kg/cm}^2$  y acero  $f_y= 4200 \text{ kg/cm}^2$ ).

En el siguiente cuadro se muestran las dimensiones y volúmenes de hormigón del cabezal con muros de ala tipo para las entradas y salidas de alcantarillas. A continuación, se muestra el cuadro con las ubicaciones y características de las alcantarillas que se sugieren para el proyecto.

**Cuadro N.- 74: Volumen de Hormigón del Cabezal con Muros de Ala Tipo**

Descripción	Altura (m)	Largo (m)	Ancho (m)	Volumen (m3)	Observación
Pantalla	3,20	3,40	0,30	3,26	-----
Plataforma	0,20	4,90	1,70	1,67	Largo Promedio
Ala Derecha	2,60	2,40	0,50	3,12	Ancho Promedio
Ala Izquierda	2,60	2,40	0,50	3,12	Ancho Promedio
Tubería	Diámetro = 1,20		0,30	-0,34	-----
<b>TOTAL</b>				<b>10,83</b>	-----

Fuente: Autor

En el Anexo F se encuentran los planos del Cabezal con muros de ala Tipo para entrada y salida de alcantarillas.

**Gráfico N.- 52: Ubicación y Características de las Alcantarillas para el Proyecto**

CUADRO RESUMEN DE LAS ALCANTARILLAS PROPUESTAS						
N.-	Abscisa	Forma de la Sección	Material	Dimensiones (m)	Longitud (m)	Pendiente (%)
				Diámetro o Base		
1	0+850	Circular	Acero Corrugado	1,20	17,00	2
2	0+984	Circular	Acero Corrugado	1,20	17,00	2
3	1+300	Circular	Acero Corrugado	1,20	17,00	2
4 (Nueva)	1+730	Circular	Acero Corrugado	1,20	17,00	2
5	1+830	Circular	Acero Corrugado	1,50	17,00	2
6	1+910	Circular	Acero Corrugado	1,50	17,00	2
7	2+000	Circular	Acero Corrugado	1,20	17,00	2
8 (Nueva)	2+160	Circular	Acero Corrugado	1,20	17,00	2
9	2+300	Circular	Acero Corrugado	1,20	17,00	2
10	2+546	Circular	Acero Corrugado	1,20	17,00	2
11	2+812	Circular	Acero Corrugado	1,20	17,00	2
12	3+035	Circular	Acero Corrugado	1,20	17,00	2
13	3+270	Circular	Acero Corrugado	1,20	17,00	2
14	3+570	Circular	Acero Corrugado	1,20	17,00	2
15	3+930	Circular	Acero Corrugado	1,20	17,00	2
16	4+454	Circular	Acero Corrugado	1,50	17,00	2
17	4+570	Circular	Acero Corrugado	1,50	17,00	2
18	4+800	Circular	Acero Corrugado	1,20	17,00	2
19	5+100	Circular	Acero Corrugado	1,20	17,00	2
20	5+320	Circular	Acero Corrugado	1,20	17,00	2
21	5+850	Circular	Acero Corrugado	1,20	17,00	2
22	6+200	Circular	Acero Corrugado	1,20	17,00	2
23	6+550	Circular	Acero Corrugado	1,20	17,00	2
24	6+910	Circular	Acero Corrugado	1,20	17,00	2

Fuente: Autor

### 3.8.4.1. Evaluación de las Alcantarillas Existentes

Las alcantarillas del proyecto están ubicadas estratégicamente a todo lo largo del proyecto con el fin de conducir las aguas provenientes de las cunetas laterales y las cuencas del sector, hacia el cauce principal (Río Patate). En su mayoría las alcantarillas tienen características similares en cuanto al material del que están hechas, la forma de la sección y el diámetro de la tubería.

Existen un total de 22 alcantarillas en todo el proyecto, el material del cual están hechas las alcantarillas es de acero corrugado galvanizado, la forma de la sección es circular, los

diámetros de las tuberías varían entre 1.20 m y 1.50 m, y las longitudes de las alcantarillas van desde 6.00 m hasta 11.50 m. Las alcantarillas cuentan con cabezales de hormigón en la entrada y salida de las mismas.

En general el funcionamiento actual de las alcantarillas es bueno, ya que en todo el trayecto no se evidencian mayores problemas referentes al alcantarillado. Los problemas comunes que se suelen suscitar en una vía como el estancamiento de agua en la cazada o la poca capacidad de las alcantarillas para desfogar las aguas, no se presentan comúnmente en este proyecto, esto debido al constante mantenimiento que se le da al sistema de alcantarillado. El mantenimiento de las alcantarillas consiste en realizar limpiezas constantes dentro de las tuberías para permitir el libre paso del agua y también en hacer reparaciones a todos los elementos que conforman la alcantarilla.

En el siguiente cuadro resumen se ilustran las diferentes características de las alcantarillas existentes en todo el proyecto.

**Cuadro N.- 75: Cuadro Resumen de las Alcantarillas Existentes en el Proyecto**

CUADRO RESUMEN DE LAS ALCANTARILLAS EXISTENTES								
N.-	Abscisa	Forma de la Sección	Material	Dimensiones (m)	Longitud (m)	Volumen Excavación (m3)	Volumen Aprox. Hormigón (m3)	
				Diámetro o Base			Cab. Entrada	Cab. Salida
1	0+850	Circular	Acero Corrugado	1,20	6,00	31,35	4,00	4,00
2	0+984	Circular	Acero Corrugado	1,20	8,50	34,35	4,00	4,00
3	1+300	Circular	Acero Corrugado	1,20	8,50	34,35	4,00	4,00
4	1+830	Circular	Acero Corrugado	1,50	9,00	37,65	4,00	4,00
5	1+910	Circular	Acero Corrugado	1,50	9,00	37,65	4,00	4,00
6	2+000	Circular	Acero Corrugado	1,20	9,00	34,95	4,00	4,00
7	2+300	Circular	Acero Corrugado	1,20	9,50	35,55	4,00	4,00
8	2+546	Circular	Acero Corrugado	1,20	10,00	36,15	4,00	4,00
9	2+812	Circular	Acero Corrugado	1,20	8,00	33,75	4,00	4,00
10	3+035	Circular	Acero Corrugado	1,20	10,00	36,15	4,00	4,00
11	3+270	Circular	Acero Corrugado	1,20	7,00	32,55	4,00	4,00
12	3+570	Circular	Acero Corrugado	1,20	8,50	34,35	4,00	4,00
13	3+930	Circular	Acero Corrugado	1,20	11,50	37,95	4,00	4,00
14	4+454	Circular	Acero Corrugado	1,50	10,00	39,15	4,00	4,00
15	4+570	Circular	Acero Corrugado	1,50	11,50	41,4	4,00	4,00
16	4+800	Circular	Acero Corrugado	1,20	7,50	33,15	4,00	4,00
17	5+100	Circular	Acero Corrugado	1,20	7,00	32,55	4,00	4,00
18	5+320	Circular	Acero Corrugado	1,20	11,50	37,95	4,00	4,00
19	5+850	Circular	Acero Corrugado	1,20	7,00	32,55	4,00	4,00
20	6+200	Circular	Acero Corrugado	1,20	7,50	33,15	4,00	4,00
21	6+550	Circular	Acero Corrugado	1,20	6,50	31,95	4,00	4,00
22	6+910	Circular	Acero Corrugado	1,20	10,00	36,15	4,00	4,00

Fuente: Autor

Para realizar una comprobación de que los diámetros de las alcantarillas actuales están funcionando adecuadamente y cumplen con los requisitos del proyecto, se necesita hacer el diseño de las alcantarillas de la misma forma como lo hicimos anteriormente, con la siguiente ecuación:

$$A = \frac{0,183 * C * H^{\frac{3}{4}} * i}{100}$$

Las variables de esorrentía, área de drenaje e intensidad de precipitación pluvial son las mismas a las expuestas con anterioridad, por lo tanto, el diámetro de la tubería es igual a 1.10 m.

Como se puede apreciar, el diámetro mínimo actual de tubería es de 1.20 m y el diámetro mínimo calculado de 1.10m, por lo tanto, **el diámetro actual de las tuberías sí cumple con los requerimientos del proyecto.**

### 3.9. Señalización

La señalización son aquellos avisos, objetos, signos, marcas o leyendas ubicados en la vía con el propósito de regular el tráfico y brindar seguridad a los vehículos y peatones que la utilizan. La señalización se divide en dos grandes grupos que son: la señalización horizontal y la señalización vertical.

#### 3.9.1. Señalización Horizontal

Las señales horizontales son marcas colocadas sobre la superficie de rodadura de la vía y pueden ser símbolos, leyendas, palabras, números o cualquier otra indicación. Su objetivo principal es el de regular la circulación y advertir o guiar a los usuarios de una manera segura, cómoda y eficaz. Al estar ubicadas en la calzada brindan la ventaja de que el usuario no se distraiga de la vía que circula. Por lo general estas señales son de color blanco y amarillo.



Cualquier vacío que deje este documento sobre las señales horizontales se recomienda recurrir a [16], archivo donde se encuentra toda la información necesaria y en la cual se basa este proyecto.

La norma RTE INEN [16], dicta que una correcta señalización horizontal debe cumplir con los siguientes requisitos:

- a) Debe ser necesaria, visible y llamar la atención.
- b) Debe ser legible y fácil de entender.
- c) Debe brindar el tiempo suficiente al usuario para responder adecuadamente.
- d) Debe infundir respeto y debe ser creíble.

La clasificación según la forma de las señales horizontales es la siguiente:

- a) **Líneas Longitudinales:** Se usan para determinar carriles y calzadas, para definir las zonas en las que se puede o no rebasar, partes de la vía en las que no se puede estacionar y para indicar el uso exclusivo de un tipo de vehículo en un carril.
- b) **Líneas Transversales:** Son usadas principalmente en los cruces para definir el sitio antes del cual los vehículos deben parar y para indicar las sendas destinadas al cruce de peatones o bicicletas.
- c) **Símbolos y Leyendas:** Su objetivo es guiar o advertir al usuario y regular la circulación, entre ellas se encuentran: las flechas, los triángulos ceda el paso y leyendas como pare, bus, carril exclusivo, solo trole, taxis, parada bus, etc.
- d) **Otras Señalizaciones:** Pueden ser los chevronees, entre otros.

### **3.9.1.1. Complementos de la Señalización Horizontal**

Son elementos que tienen una altura entre los 6 mm y hasta 200 mm y que se los utiliza como un complemento de la señalización horizontal. Estos elementos al ser iluminados por la luz de los focos de los vehículos son muy visibles especialmente en la noche y en climas nublados o lluviosos, lo que es una gran ayuda debido a que en la noche las señales planas no son eficaces.

### **3.9.1.2. Dispositivos complementarios de las señales horizontales.**

Son denominadas también demarcadores, entre ellas se encuentran las tachas, reductores de velocidad, bordillos montables, encauzadores, etc. Los materiales del que están hechos son: plásticos de alta densidad, hormigón, cerámicos o metal. La parte del dispositivo que se enfrenta al tráfico debe ser de material retroreflectivo y/o fosforescente.

### **3.9.1.3. Materiales para las señales horizontales.**

Los materiales usados para demarcar la capa de rodadura deben ser aplicados en delgadas capas y pueden ser: pinturas, materiales plásticos, termoplásticos, epóxicos, cintas preformadas, etc. El requisito mínimo que deben cumplir los materiales de aplicación es que deben demarcarse con pintura de tráfico acrílicas con microesferas, siendo opcional en las zonas urbanas bien iluminadas.

Los espesores mínimos de los materiales de aplicación son los siguientes:

- 1) Mínimo en zonas urbanas: 300 micras en seco
- 2) Mínimo en zonas rurales: 250 micras en seco

### 3.9.1.4. Ubicación de las señales horizontales.

La ubicación de las señales horizontales debe permitir al conductor que viaja a la máxima velocidad permitida en la carretera, ver y comprender con suficiente tiempo lo que indica la señal. La ubicación debe cumplir con los siguientes requerimientos:

- a) Debe indicar el inicio, zona o final de una restricción, por lo tanto, la señal debe estar ubicada en el lugar específico donde se imponga la restricción.
- b) Debe anticipar o informar sobre las maniobras o acciones que se necesitan hacer más adelante.

### 3.9.1.5. Dimensiones de las señales horizontales.

Las dimensiones de la señalización horizontal dependerán directamente de la velocidad máxima a la que se puede circular por la vía y cada clasificación de señal horizontal tendrá sus propias dimensiones y patrones de ubicación. En [16] se podrán encontrar dichas dimensiones y patrones, además de cualquier información concerniente a la señalización horizontal.

Con la debida justificación técnica se podrán aumentar o disminuir las dimensiones de las señales, pero respetando las siguientes tolerancias:

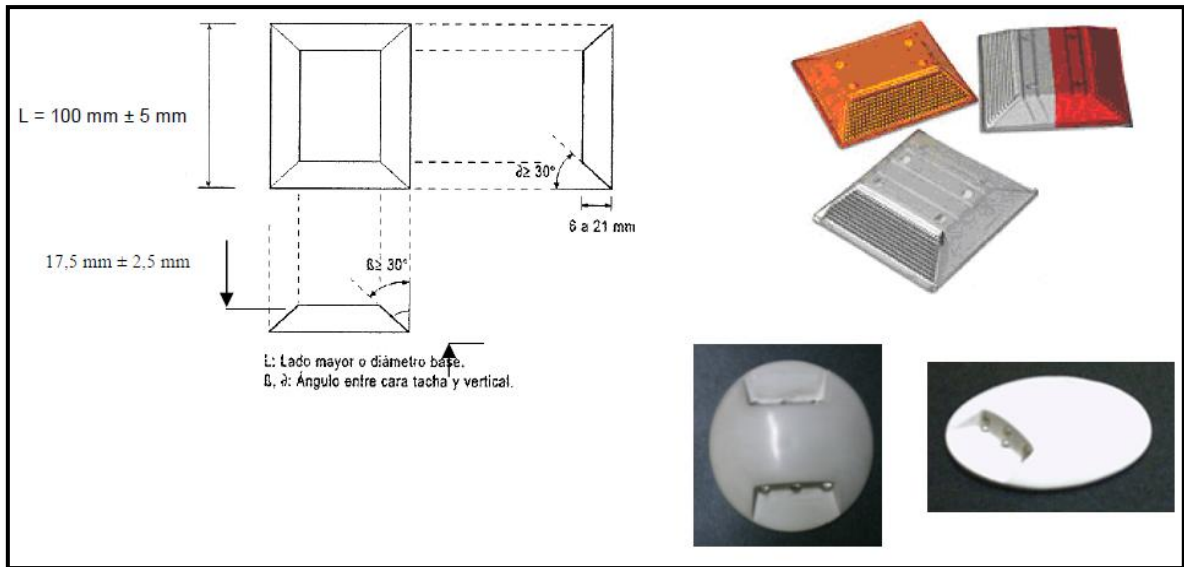
**Cuadro N.- 76: Tolerancias Máximas en las dimensiones de Señales Horizontales**

Dimensión	Tolerancia Permitida
Ancho de una línea	± 3 %
Largo de una línea segmentada	± 5 %
Dimensiones de símbolos y letras	± 5 %
Separación entre líneas adyacentes	± 5 %

Fuente: RTE INEN 004-2-2011

En cuanto a las tachas o también llamados ojos de gato, en el siguiente gráfico se muestran los tipos o formas, dimensiones y tolerancias permitidas para las mismas.

**Gráfico N.- 53: Dimensiones y Tolerancias para las Tachas**



Fuente: RTE INEN 004-2-2011

### 3.9.1.6. Retroreflexión

La Retroreflexión es una propiedad que permite que las señales sean más visibles por la noche al ser iluminadas por los faros de los vehículos, debido a un efecto que permite que una parte de la luz que emiten los faros de los autos retornen a los mismos. Este efecto se logra utilizando materiales apropiados con microesferas de vidrio.

Los niveles mínimos de Retroreflexión (en mcd/lux – m<sup>2</sup>) de las señales horizontales colocadas sobre pavimento son los mostrados a continuación:

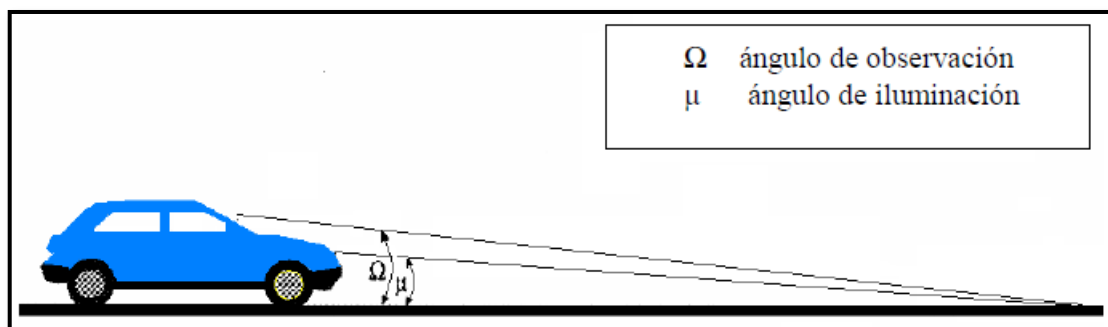
**Cuadro N.- 77: Niveles mínimos de Retroreflexión en señales sobre pavimento  
(mcd/lux – m2)**

Visibilidad	Ángulos		Colores	
	Iluminación	Observación	Blanco	Amarillo
a 15,00m	3,5°	4,5°	150	95
a 30,00m	1,24°	2,29°	150	75

Fuente: RTE INEN 004-2-2011

Los ángulos de iluminación y observación considerados en el cuadro anterior tienen la siguiente configuración:

**Gráfico N.- 54: Ángulos de Iluminación y Observación**



Fuente: RTE INEN 004-2-2011

Para los colores verde y azul que por lo general se los coloca en zonas de estacionamiento no es necesario que tengan Retroreflexión. Para la señalización complementaria el área reflectante deberá ser de al menos 10 cm<sup>2</sup>.

### 3.9.1.7. Resistencia al deslizamiento

La señalización debe presentar una resistencia al deslizamiento para que los vehículos circulen de una manera segura, la misma dependerá directamente del coeficiente de fricción que posea. Los coeficientes de fricción mínimos se presentan a continuación:

- a) Para vías urbanas, mayor o igual a 0,40.
- b) Para vías rurales, mayor o igual a 0,45.

### 3.9.1.8. Características de las Líneas Longitudinales

Las líneas longitudinales pueden ser continuas, segmentadas y zig zag. El ancho mínimo de las líneas longitudinales es de 100 mm y el máximo de 150 mm. Según el color que tengan definirán la restricción o autorización que desean transmitir, de la siguiente manera [16]:

- **Líneas amarillas:** Definen la separación de tráfico viajando en direcciones opuestas, las restricciones y el borde izquierdo de la vía si existe parterre.
- **Líneas blancas:** Definen la separación de tráfico en la misma dirección, el borde derecho de la vía (berma), las zonas de estacionamiento y la proximidad a un cruce cebra.
- **Líneas azules:** Por lo general se encuentran en zonas urbanas y definen las zonas tarifadas de estacionamiento con límite de tiempo.

Las líneas continuas indican una prohibición de rebasar y por lo general son de color amarillo, mientras que las líneas segmentadas permiten el rebasamiento en esa zona.

### **3.9.1.9. Líneas de Separación de Flujos Opuestos**

En todos los casos son de color amarillo y se usan fundamentalmente para indicar donde se separan los flujos de circulación opuestos. Estas líneas pueden ser simples, dobles, continuas, segmentadas o mixtas y generalmente se ubican en el eje de la calzada.

La utilización de estas líneas debe estar presente en los siguientes casos:

- 1) En vías rurales con anchos de calzada mínimos de 5,60 m y con un TPDA superior a 300.
- 2) En vías urbanas con anchos de calzada mínimos de 6,80 m, sin zona de estacionamientos y con un TPDA superior a 1500.
- 3) En zonas que existan curvas horizontales y verticales frecuentes.
- 4) En curvas subestándares.
- 5) Zonas con neblina.
- 6) Aproximaciones a vías mayores.
- 7) Donde exista un historial de accidentes frecuentes.
- 8) En la continuidad de una vía arterial.
- 9) En donde exista altos volúmenes de tránsito nocturno o turístico

#### **3.9.1.9.1. Líneas Segmentadas de Separación de Circulación Opuesta**

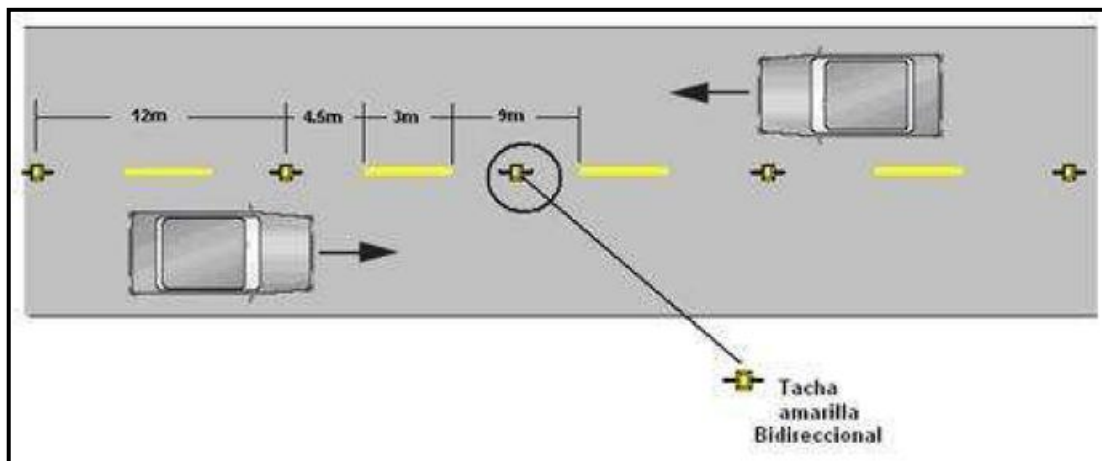
Son líneas segmentadas de color amarillo que indican que están permitidos los rebasamientos y virajes. En el siguiente cuadro se muestran los anchos y patrones de líneas permitidos:

**Cuadro N.- 78: Relación señalización línea de separación de circulación opuesta segmentada.**

Velocidad máxima de la vía (km/h)	Ancho de la línea	Patrón	Relación señalización brecha
Menor o igual a 50	100	12	3-9
Mayor a 50	150	12	3-9

Fuente: RTE INEN 004-2-2011

**Gráfico N.- 55: Esquema de las Líneas segmentadas de separación de circulación opuesta**



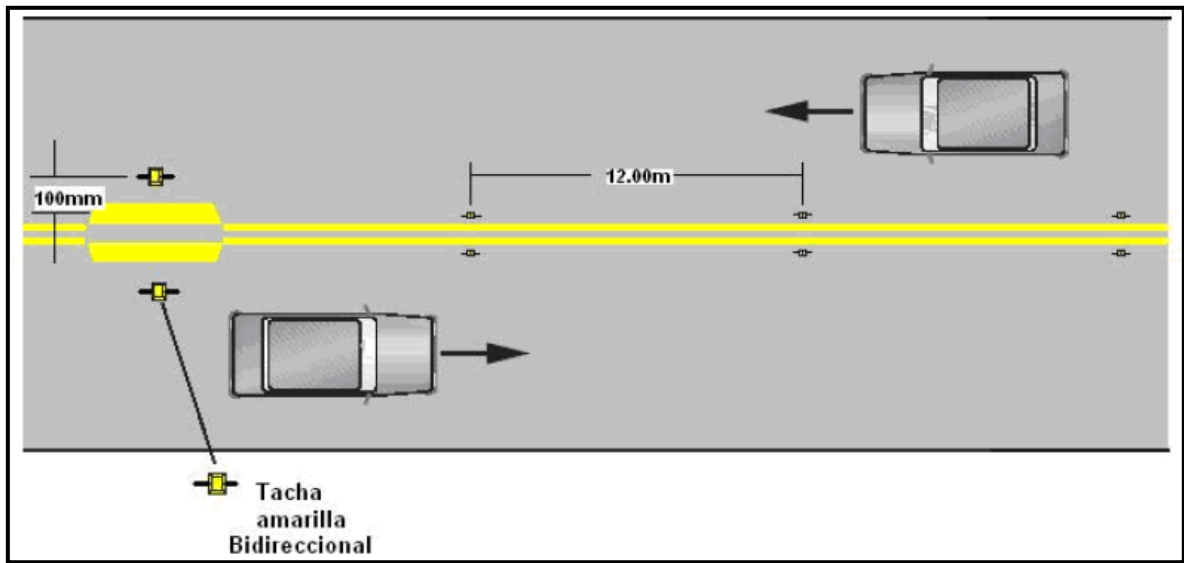
Fuente: RTE INEN 004-2-2011

### 3.9.1.9.2. Doble línea continua (línea de barrera).

Son de color amarillo y consisten en dos líneas continuas paralelas que tienen anchos que van desde los 100 mm hasta 150 mm con tachas a los costados y están separadas entre ellas por un espacio sin pintar de 100 mm. Estas líneas indican que no se permite realizar rebasamientos o virajes en esa zona por cuestiones de seguridad.



**Gráfico N.- 56: Esquema de una Doble Línea Continua, con ejemplo de tachas a 12 m.**

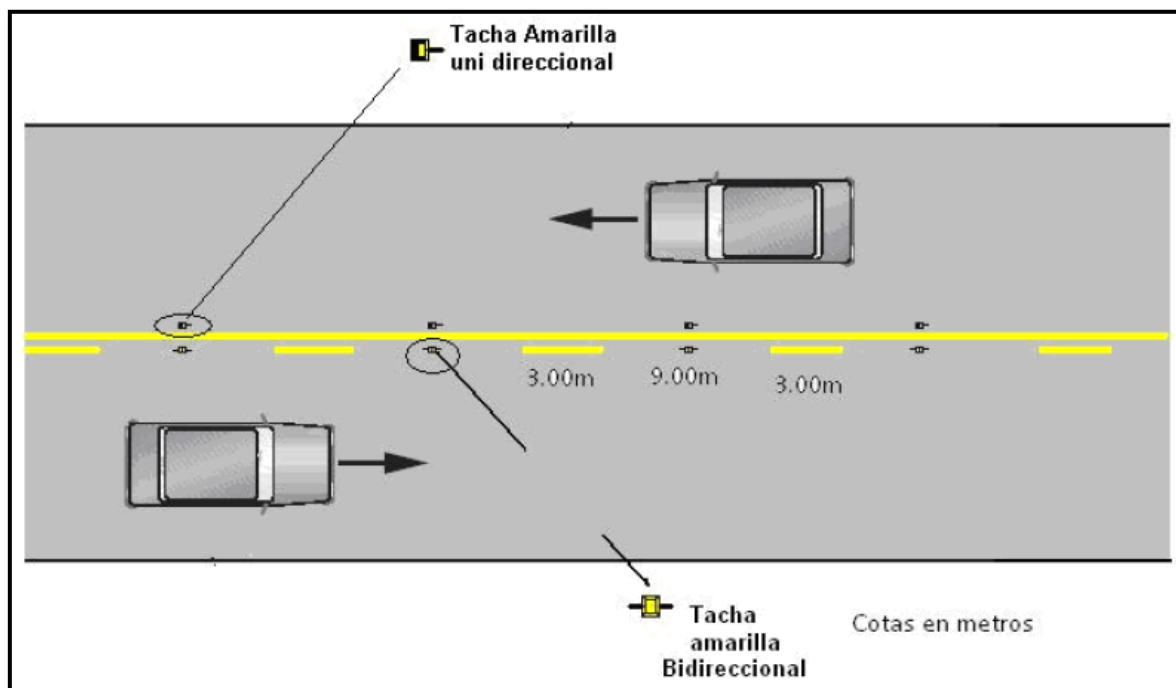


Fuente: RTE INEN 004-2-2011

### 3.9.1.9.3. Doble línea mixta.

Son líneas amarillas paralelas, dentro de las cuáles una es continua y la otra segmentada. Tienen anchos de 100 mm y 150 mm y una separación con ancho de 100 mm. Lo que indican estas líneas es que los vehículos que están del lado de la línea segmentada pueden rebasar y hacer virajes, mientras que los autos del lado de la línea continua no tienen permitido realizar esas maniobras.

**Gráfico N.- 57: Esquema de una Doble Línea Mixta: Continua y Segmentada**



Fuente: RTE INEN 004-2-2011

### 3.9.1.10. Líneas de Separación Carriles

Estas líneas son de color blanco y su objetivo principal es separar flujos de tránsito en la misma dirección, puede ser líneas segmentadas y continuas.

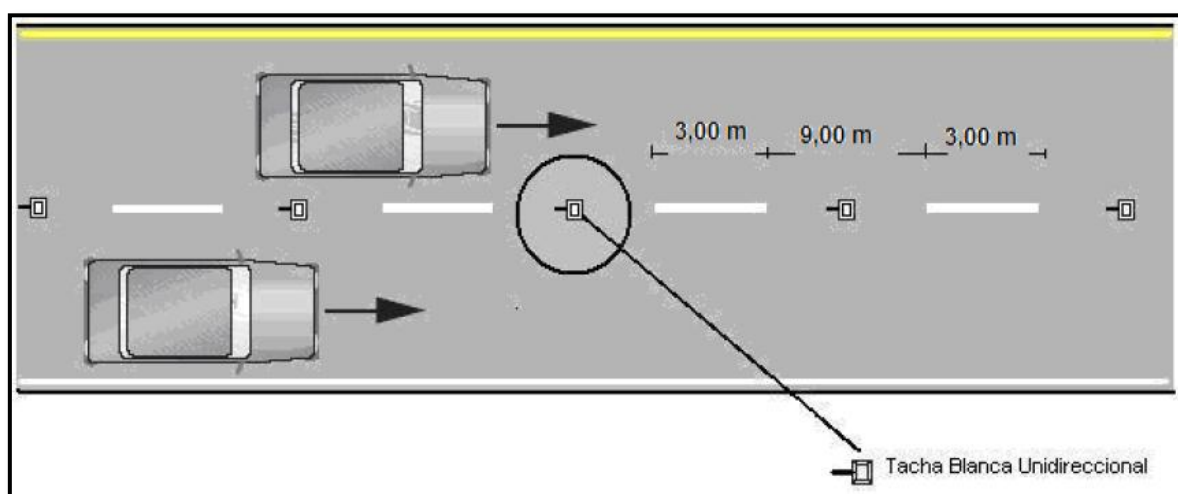
De igual forma que en las señales anteriores, las líneas segmentadas indican que se puede realizar rebasamientos, mientras que las líneas continuas no permiten los rebasamientos. Los anchos y patrones de las líneas están en función de la velocidad máxima de la vía y se presentan a continuación:

**Cuadro N.- 79: Relación entre la señalización y la línea de espaciamiento de carril**

Velocidad máxima de la Vía (km/h)	Ancho de la línea (mm)	Longitud de línea pintada (m)	Espaciamiento de línea (m)
Menor o igual a 50	100	3,00	9,00
Mayor a 50	150 min.	3,00	9,00

Fuente: RTE INEN 004-2-2011

**Gráfico N.- 58: Esquema de Líneas de Separación de Carriles segmentados**



Fuente: RTE INEN 004-2-2011

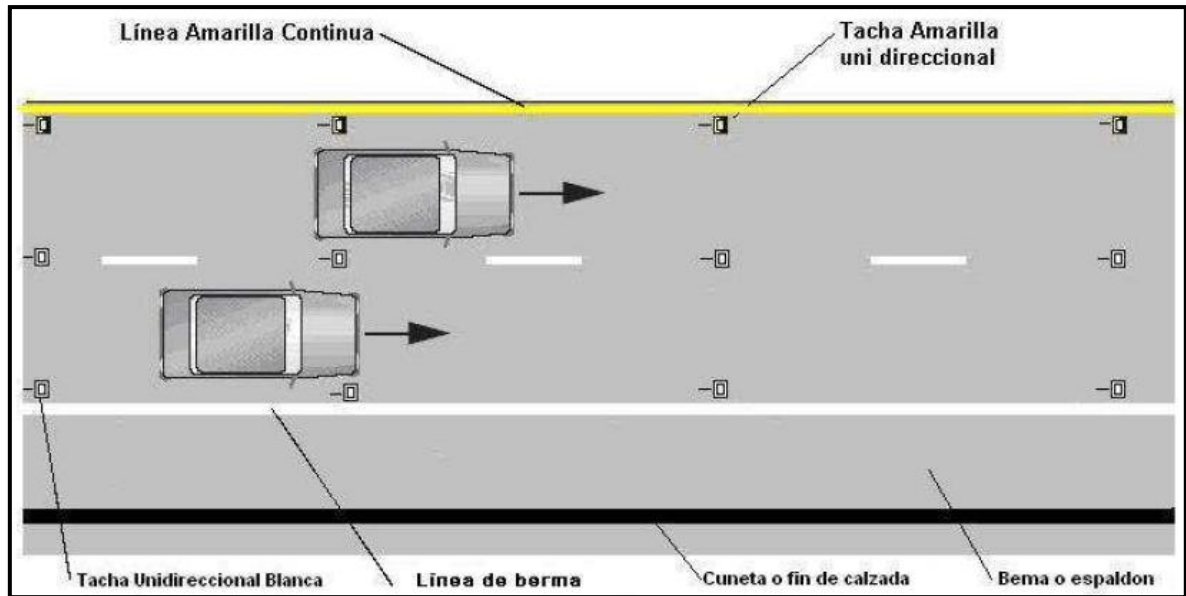
### 3.9.1.11. Líneas de Borde de Calzada

Son líneas continuas de color blanco y se usan principalmente para indicar al conductor donde se encuentra el borde de la calzada. Se recomienda colocarlas en carreteras, vías rurales y perimetrales.

También sirven como separador de la calzada con el espaldón de la vía, el ancho mínimo recomendable de la línea en vías urbanas es de 100 mm y en autopistas y carreteras de 150

mm. En el siguiente gráfico se muestra un esquema de líneas de borde de una vía de dos carriles por sentido de circulación y con espaldón.

**Gráfico N.- 59: Esquema de Líneas Continuas de Borde con espaldón**



Fuente: RTE INEN 004-2-2011

También existen líneas de borde continuas de color amarillo y las mismas indican que en ese tramo está prohibido estacionarse permanentemente.

### 3.9.2. Señalización Vertical

Las señales verticales tienen como finalidad transmitir al conductor la información sobre las características de la vía, las normas de circulación, zonas de peligro y orientación. Estas señales están colocadas verticalmente y generalmente al lado derecho de la vía según el sentido de circulación, se debe procurar en lo posible que una señal vertical no obstruya la visualización de la siguiente señal.

Si este extracto sobre la señalización vertical deja algún vacío se recomienda recurrir a [17], documento donde se encuentra toda la información necesaria y en la cual se basa este proyecto.

### **3.9.2.1. Clasificación de las Señales Verticales**

#### **3.9.2.1.1. Señales Regulatorias (Código R)**

Estas señales informan a los usuarios de las vías cuando se aplica una restricción, prohibición, obligación o autorización sobre el movimiento del tránsito. El incumplimiento de una señal de este tipo constituye una infracción de tránsito. A su vez estas señales se sub clasifican en 7 tipos:

- **R1:** Serie de prioridad de paso
- **R2:** Serie de movimiento y dirección
- **R3:** Serie de restricción de circulación
- **R4:** Serie de límites máximos
- **R5:** Series de estacionamientos
- **R6:** Serie de Placas complementarias
- **R7:** Serie miscelánea

Por lo general son de forma rectangular y tienen el símbolo o leyenda y orla de color negro sobre un fondo blanco, se pueden colocar a la derecha, izquierda o en ambos lados. Todas las señales deben ser retroreflectivas o iluminadas, mínimo de tipo III según la norma ASTM D4956. Las dimensiones de cada señal varían unas con otras, pero todas las dimensiones y especificaciones para cada una se encuentran en [17].

**Gráfico N.- 60: Ejemplos de Señales Regulatorias**



Fuente: RTE INEN 004-1-2011

### 3.9.2.1.2. Señales Preventivas (Código P)

Son señales cuyo objetivo principal es alertar a los usuarios de la vía de peligros potenciales que se encuentran más adelante. Se deben colocar como mínimo 100 m antes del peligro en vías urbanas y a 150 m antes en vías rurales o carreteras. Estas señales se sub clasifican en 8 tipos:

- **P1:** Serie de alineamiento
- **P2:** Serie de intersecciones y empalmes
- **P3:** Serie de aproximación a dispositivos de control de tránsito
- **P4:** Serie de anchos, alturas, largos y pesos
- **P5:** Serie de asignación de carriles
- **P6:** Serie de obstáculos y situaciones especiales en la vía

- **P7:** Serie peatonal
- **P8:** Serie complementaria

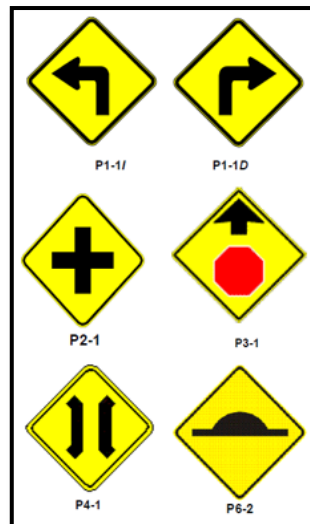
Todas las señales preventivas tienen forma de rombo y la leyendo, símbolo y orla de color negro sobre un fondo amarillo y deben ser retroreflectivas o iluminadas. Las dimensiones de las señales dependerán de la velocidad de circulación, de la siguiente manera:

**Cuadro N.- 80: Dimensiones de las Señales Preventivas**

85 percentile velocidad km/h	Dimensión (mm) de la señal
menos de 60	600 x 600
70 – 80	750 x 750
más de 90	900 x 900

Fuente: RTE INEN 004-1-2011

**Gráfico N.- 61: Ejemplos de Señales Preventivas**



Fuente: RTE INEN 004-1-2011

### 3.9.2.1.3. Señales Informativas (Código I)

Las señales informativas tienen el propósito de informar, orientar y guiar a los usuarios de la vía sobre la forma más segura, simple y directa de llegar a sus destinos. Estas señales se sub clasifican en 3 tipos:

- **I1:** Señales de información de Guía
- **I2:** Señales de información de Servicios
- **I3:** Señales de información misceláneos

Son de forma rectangular y las palabras, símbolos o leyendas deben ser de un color que contraste con el fondo. En fondo verde debe ser retroreflectivo y las palabras, símbolos u orla de color blanco. Las dimensiones varían dependiendo de la cantidad de texto o figuras que se requiera en la señal.

**Gráfico N.- 62: Ejemplos de Señales Informativas**



Fuente: “Señales Verticales”, Autoescuelas. Disponible en:  
<http://www.autoescuelas.cl/educacion-vial/344.htm>



### 3.9.2.1.4. Señales Especiales Delineadores (Código D)

Estas señales ayudan a delinear, encauzar o delimitar al tránsito que se acerca a un cambio de ancho, altura o dirección en la vía, o por la presencia de un obstáculo en la misma.

#### 3.9.2.1.4.1. Postes Delineadores de vía (D1)

Estos elementos ayudan a distinguir los límites laterales de la vía e indican el alineamiento que tiene la carretera más adelante. Pueden ser de madera, flexibles o semi-flexibles y son de color blanco con una franja retroreflectiva.

El espaciamiento a partir del costado de la calzada de una vía con espaldón debe ser máximo de 3.00 m, mientras que el espaciamiento en una vía sin espaldón debe ser de 1.20 m. El poste debe quedar sobresalido 1.00 m desde la superficie de la calzada.

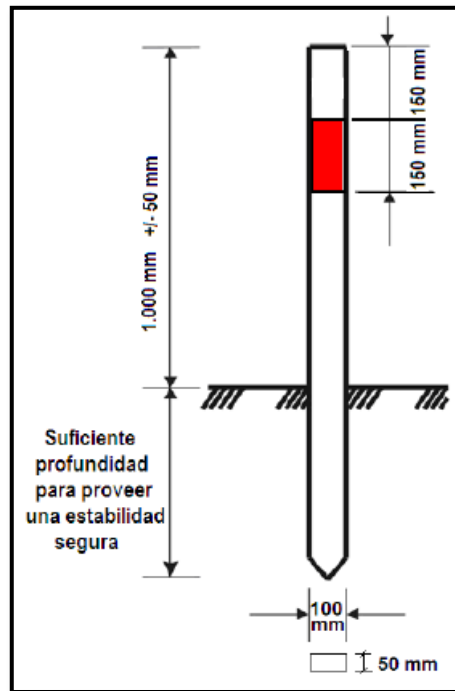
El espaciamiento longitudinal de los postes en tramos rectos será de 150 m, con un poste a cada lado. El espaciamiento en curvas será menor dependiendo del radio de curvatura, así:

**Cuadro N.- 81: Espaciamiento para postes delineadores en curvas**

Radio de la curva (1) m	Espaciamiento m	
	Parte exterior de la curva	Parte interior de la curva (2)
< 100	6	12
100 - 199	10	20
200 - 299	15	30
300 - 399	20	40
400 - 599	30	60
600 - 799	40	60
800 - 1199	60	60
1200 - 2000	90 (3)	90 (3)
> 2000 y rectas	150 (3)	150 (3)

Fuente: RTE INEN 004-1-2011

**Gráfico N.- 63: Poste Delineador**



Fuente: RTE INEN 004-1-2011

### 3.9.2.1.4.2. Series de anchos de vía (D3)

Se colocan principalmente en puentes angostos e indican que en ese tramo existe una reducción del ancho de la vía. Está compuesto por franjas de color negro mate y franjas de color amarillo retroreflectivo.

**Gráfico N.- 64: Anchos de Vía**



Fuente: RTE INEN 004-1-2011

### 3.9.2.1.4.3. Series de alineamientos horizontales (D6)

Este tipo de señal se utiliza para indicar al conductor del cambio de rasante en el sentido de circulación que debe seguir. Se utilizan en curvas cerradas y abiertas, izquierdas o derechas según el alineamiento de la curva. Está compuesto por franjas de color negro mate y franjas de color amarillo retroreflectivo.

El espaciamiento en curvas de los delineadores horizontales dependerá del radio de curvatura y será como se muestra en el siguiente cuadro:

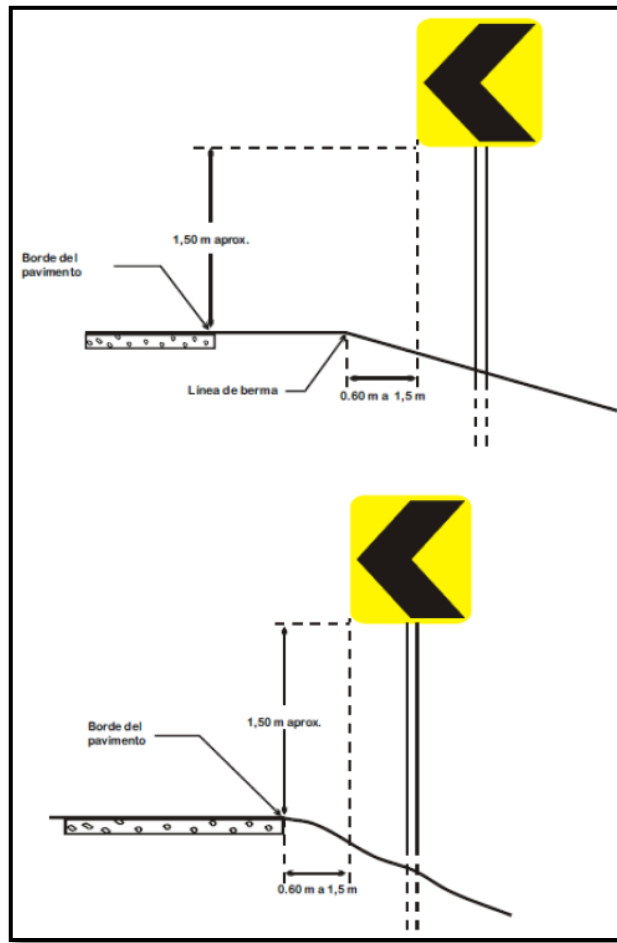
**Cuadro N.- 82: Espaciamiento máximo de delineadores en curvas horizontales**

Radio de Curvatura (m)	Espaciamiento en curva (m)
15	8
50	10
75	12
100	15
150	20
200	22
250	24
300	27

Fuente: RTE INEN 004-1-2011

La ubicación se debe realizar de la siguiente manera dependiendo si la vía tiene o no espaldón:

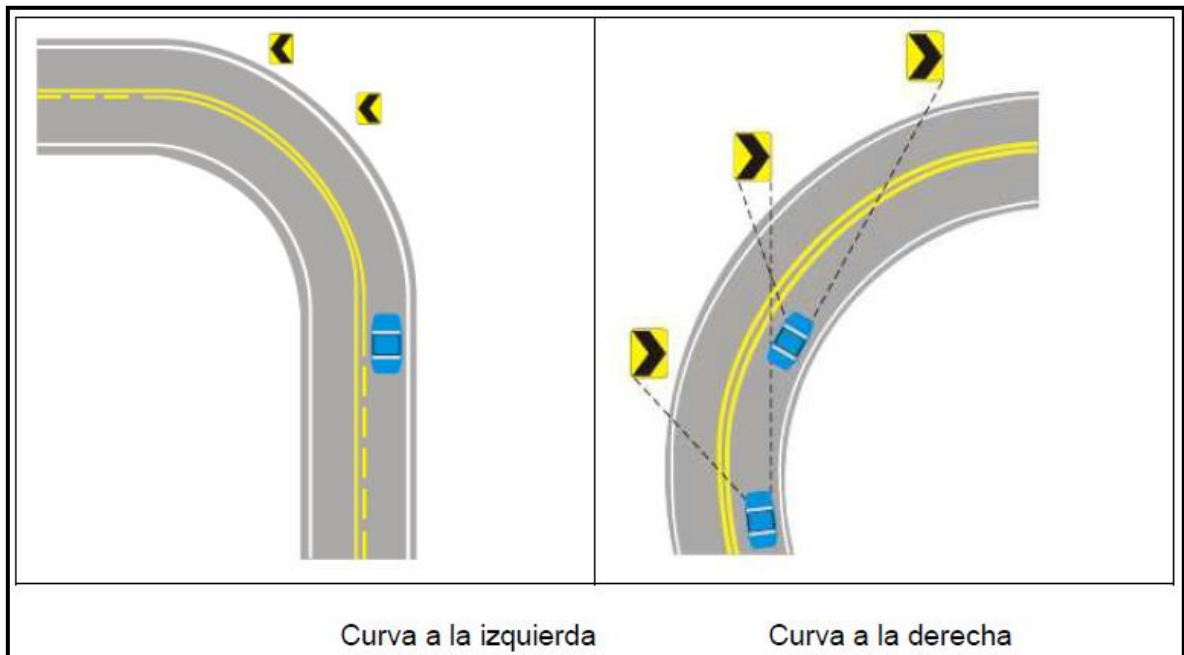
**Gráfico N.- 65: Ubicación lateral de los delineadores de curva horizontal**



Fuente: RTE INEN 004-1-2011

La ubicación longitudinal de los delineadores horizontales según el sentido de la curva se muestra en el siguiente gráfico:

### Gráfico N.- 66: Ubicación longitudinal de los delineadores de curva horizontal



Fuente: RTE INEN 004-1-2011

#### 3.9.2.1.4.4. Series de Postes de kilometraje

Los postes o hitos de kilometraje se ubican en la vía para indicar a los usuarios la distancia recorrida desde un punto de inicio hasta un punto final de la red vial estatal determinada por el MTOP.

La señal debe ser rectangular y de color verde retroreflectivo con símbolos, leyendas y letras blanco retroreflectivo mínimo tipo IV según la norma ASTM D4956 y tienen que ser bidireccionales (el kilometraje a las dos caras). Se ubicarán cada kilómetro excepto en los kilómetros múltiplos de 10 en donde se colocará el escudo de la ruta correspondiente. Los hitos de número par deben ir ubicados a la derecha mientras que los impares irán a la izquierda, en orden ascendente a partir del km 0+000, excepto en vías divididas en donde todos irán al lado derecho; serán colocados a una distancia de 1.00 m a 2.00 m desde el borde de la calzada en sitios que se puedan ver.

**Gráfico N.- 67: Esquema de los postes de kilometraje**



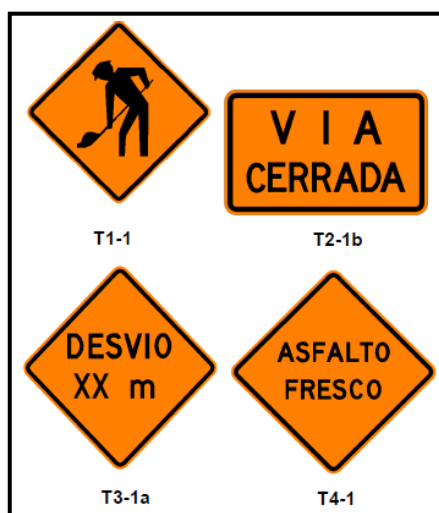
Fuente: RTE INEN 004-1-2011

### 3.9.2.1.5. Señales para Trabajos en la Vía y Propósitos Especiales (Código T)

Estas señales indican a los usuarios de la proximidad de peligros temporales en la carretera por motivos de trabajos en la vía, mantenimiento vial, derrumbes, inundaciones o cualquier otro evento que requiera ser informado a los usuarios.

Deben ser de forma de rombo o rectangular y el tamaño dependerá del tipo de comunicado que se requiera dar. El texto será de color negro mate y con un fondo fluorescente color naranja retroreflectivo.

**Gráfico N.- 68: Ejemplos de Señales para Trabajos en la Vía y Propósitos Especiales**



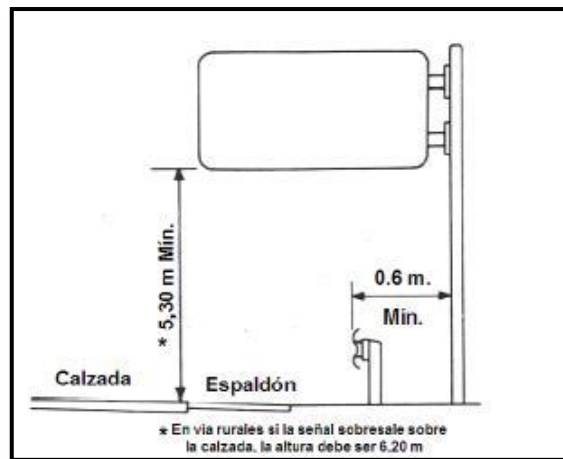
Fuente: RTE INEN 004-1-2011

### 3.9.2.1.6. Colocación de Señales verticales en zonas rurales

En vías sin bordillos en sectores rurales (carreteras), la señal debe estar a una distancia libre de por lo menos 600 mm del borde o filo exterior de la berma o espaldón, postes de guía o cara del riel o guardavía de protección; en caso de existir cunetas, esta distancia se considera desde el borde externo de la misma. La separación no debe ser menor de 2,00 m ni mayor de 5,00 m del borde del pavimento de la vía, excepto para señales grandes de información en autopistas en donde pueden requerirse mayor separación. [17]

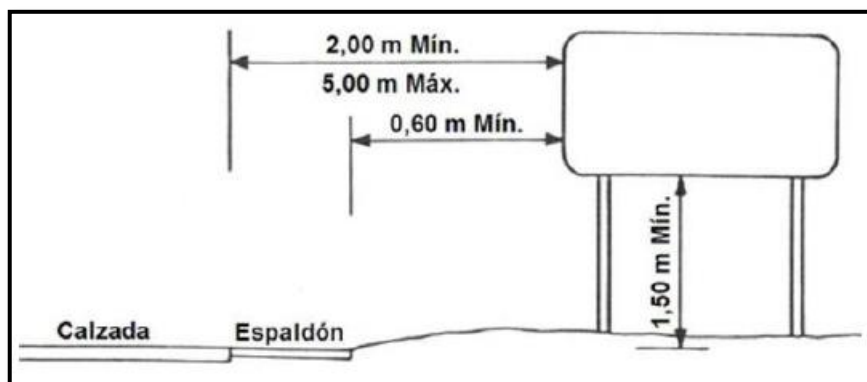
En sectores rurales, las señales deben montarse alejadas de la vegetación y claramente visible bajo la iluminación de los faros de los vehículos por la noche. La altura libre de la señal no debe ser menor a 1,50 m desde la superficie del terreno hasta el borde inferior de la seña. Para señales direccionales de información en intersecciones y zonas pobladas la altura libre debe ser de 2,00 m. [17]

**Gráfico N.- 69: Soporte en Voladizo**



Fuente: RTE INEN 004-1-2011

**Gráfico N.- 70: Soporte normal de dos postes**



Fuente: RTE INEN 004-1-2011

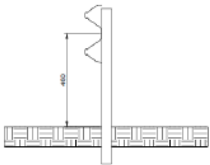
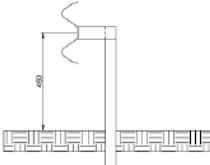
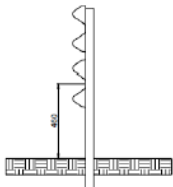
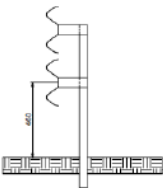
### 3.9.2.1.7. Guardavías o Guardacaminos

Son elementos de seguridad que impiden que los vehículos entren a una zona de peligro como una ladera o quebrada, además aíslan la vía de las aceras brindando seguridad también a los peatones.

Estos elementos pueden ser simples o dobles y se ubican en el borde de las quebradas, en terraplenes con pendientes en relación 1:1 o más pronunciadas. Por lo general se coloca una especie de tacha reflectiva o gema al inicio y final del tramo de guardacamino o en todo el elemento para advertir al conductor, en especial en la noche de su existencia. A continuación, se muestra un esquema de un guardavía:



**Gráfico N.- 71: Esquema de Guardavías**

CONFIGURACIÓN	ESQUEMA
1. BARANDAL SIMPLE SIN SEPARADOR	
2. BARANDAL SIMPLE CON SEPARADOR	
3. BARANDAL DOBLE SIN SEPARADOR	
4. BARANDAL DOBLE CON SEPARADOR	

Fuente: RTE INEN 004-1-2011

### 3.9.3. Evaluación de la Señalización Existente

El proyecto actualmente cuenta con señalización horizontal y vertical en todo el trayecto, las mismas cumple con las normas RTE INEN 004-2:2011 y RTE INEN 004-1:2011 respectivamente.

En general, la señalización actual cumple con el objetivo de informar en forma adecuada y oportuna a los usuarios de la vía sobre los potenciales peligros, el trazado de la vía, pueblos o atracciones turísticas cercanas, etc. Esto se refleja en la baja tasa de accidentes vehiculares que se producen en la carretera, sin embargo, sí se dan accidentes vehiculares

en la vía, pero los mismos son a causa de la imprudencia de los conductores al rebasar en zonas prohibidas o sobrepasar el límite de velocidad permitido.

Para la propuesta final, las fallas encontradas en la señalización actual serán corregidas y dichas correcciones se reflejarán en los planos de señalización propuesta.

### **3.9.3.1. Evaluación de la Señalización Horizontal Existente**

La señalización horizontal existente de la vía en su mayoría cumple con lo indicado por la norma RTE INEN 004-2:2011 en cuanto al tipo de pintura, retrorreflectancia, dimensiones y formas de las señales, simbología, mensajes y ubicación. Estas señales están colocadas de forma adecuada en todo el proyecto.

La señalización horizontal del proyecto básicamente está comprendida por una doble línea continua amarilla con tachas amarillas bidireccionales en el centro de casi todo el trayecto y de 15 cm de ancho, líneas de borde continuas blancas con tachas unidireccionales blancas ubicadas en ambos costados de los carriles de todo el trazado y de 15 cm de ancho, pasos cebra blancos donde lo amerita con sus respectivas líneas de pare blancas y reductores de velocidad amarillos con líneas de aproximación blancas.

En el siguiente cuadro se ilustra las cantidades de señalización horizontal por cada kilómetro del proyecto.

**Cuadro N.- 83: Cantidad de Señales Horizontales del proyecto**

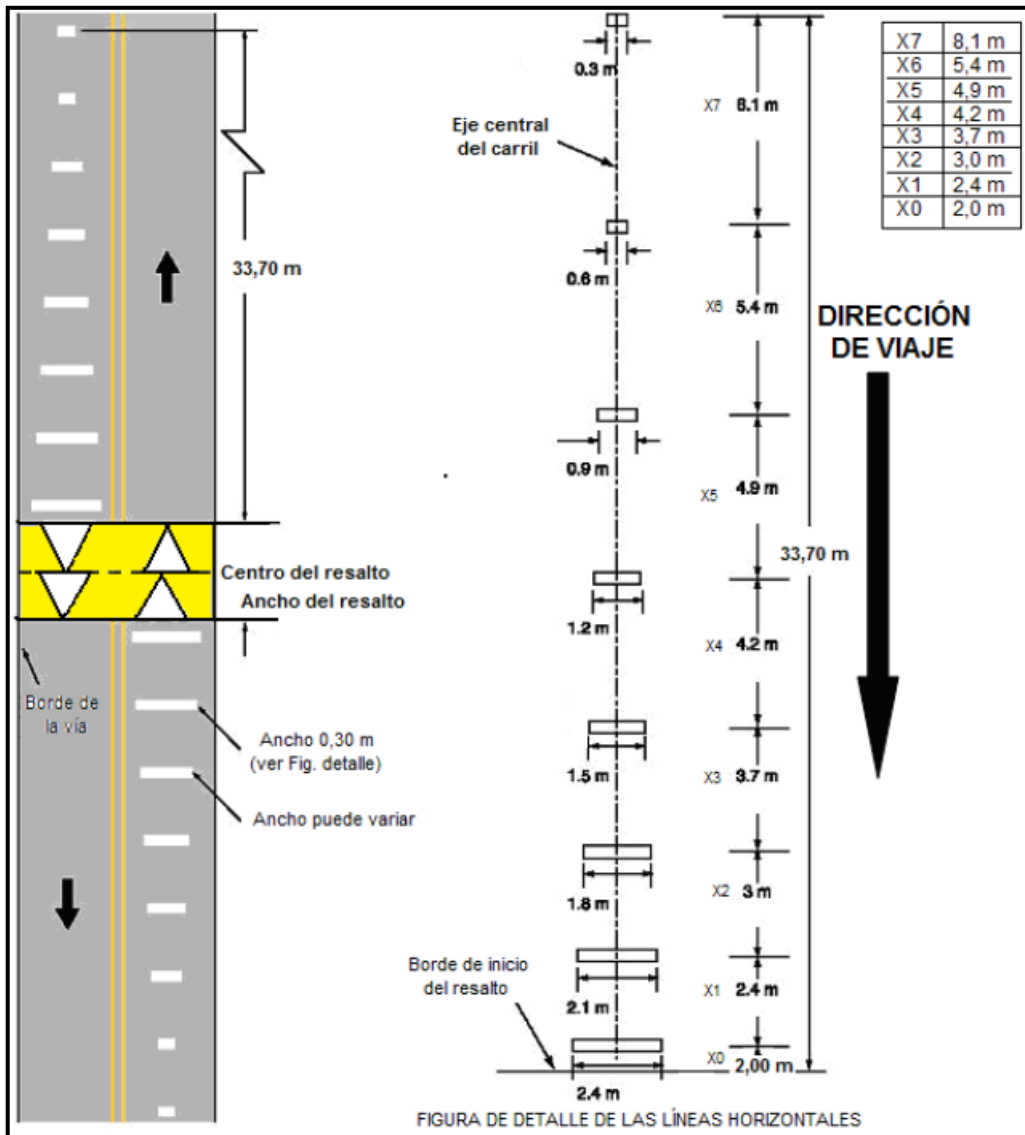
SEÑALIZACIÓN	CANTIDAD DE SEÑALES HORIZONTALES POR ABCISAS							TOTAL
	Km 15 - 16	Km 16 - 17	Km 17 - 18	Km 18 - 19	Km 19 - 20	Km 20 - 21	Km 21 - 22	
Doble Línea Continua (m)	970	980	1000	1000	1000	1000	1000	6950
Líneas de Borde (m)	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	14000
Paso Cebra (U)	1	0	0	0	0	0	0	1
Líneas de Pare (U)	2	0	0	0	0	0	0	2
Tachas Reflectivas Bidireccionales (U)	76	76	72	61	61	60	74	480
Tachas Reflectivas Unidireccionales (U)	148	152	144	122	122	120	148	956
Líneas de Aproximación (U)	2	4	0	0	0	0	0	6
Reductores de Velocidad (U)	1	2	0	0	0	0	0	3

Fuente: Autor

En cuanto a las falencias de la señalización horizontal existente podemos mencionar lo siguiente:

- **Doble línea continua:** Las tachas bidireccionales no se ubican como la norma lo recomienda, ya que deben ir dos tachas bidireccionales amarillas colocadas a los costados de las líneas y no una tacha amarilla bidireccional en el centro de las líneas.
- **Línea de Borde continuas:** Las tachas unidireccionales no están ubicadas según la norma, ya que debe ir una tacha unidireccional blanca al interior de la línea de borde y no en el exterior de la línea como se encuentran actualmente.
- **Resalto o Reductor de velocidad:** La demarcación típica en aproximaciones a reductores de velocidad no cumple con lo que exige la norma. Las dimensiones del resalto tampoco cumplen con lo recomendado por la norma que son: ancho=3.50 m a 3.70 m, altura=80 mm a 100 mm desde la calzada, largo=según ancho de calzada, pendiente máxima para ingreso y salida=8%.

**Gráfico N.- 72: Demarcación Típica en Aproximaciones a Resaltos**



Fuente: RTE INEN 004-2-2011

La distribución de las señales horizontales del proyecto se encuentra en los planos E5, E6 y E7.

### 3.9.3.2. Evaluación de la Señalización Vertical Existente

Las señales verticales del proyecto en su mayoría están cumpliendo con lo que recomienda la norma RTE INEN 004-1:2011 en cuanto al color, mensaje, forma, pintura, retroreflexión y ubicación. Estas señales se encuentran ubicadas de forma adecuada en toda la vía.

Las señales verticales que se encuentran en el proyecto son: postes de kilometraje, chevrones dobles, curva abierta derecha – izquierda, vía sinuosa primera izquierda – primera derecha, curva y contra curva abierta izquierda – derecha, resaltos o reductores de velocidad, empalme lateral izquierdo – derecho, postes delineadores y guardavías dobles.

En el siguiente cuadro se ilustran las cantidades de señales verticales existentes:

**Cuadro N.- 84: Cantidades de Señales Verticales existentes**

SEÑALIZACIÓN	CANTIDAD DE SEÑALES VERTICALES POR ABCISAS							TOTAL
	Km 15 - 16	Km 16 - 17	Km 17 - 18	Km 18 - 19	Km 19 - 20	Km 20 - 21	Km 21 - 22	
Postes de Kilometraje (U)	2	2	2	2	2	2	4	16
Delineadores Horizontales o Chevrones (U)	26	24	44	46	34	44	44	262
Curva Abierta Derecha - Izquierda (U)	5	2	2	2	2	3	0	16
Vía Sinuosa Primera Izquierda - Primera Derecha (U)	0	0	0	0	0	0	2	2
Curva y Contra Curva Abierta Izquierda - Derecha (U)	0	2	0	2	1	2	0	7
Resaltos o Reductores de Velocidad (U)	2	0	0	0	0	0	0	2
Empalme Lateral Izquierdo - Derecho (U)	2	0	0	0	0	0	0	2
Poste Delineador (U)	56	54	45	48	62	60	52	377
Guardavía Dobles (U)	0	2	9	0	8	4	0	23

Fuente: Autor

Las falencias que se han encontrado en las señales verticales del proyecto son las siguientes:

- **Postes de kilometraje:** La orla, leyenda y dígitos no son de color blanco como lo indica la norma, el material no es un tubo cuadrado galvanizado ya que es una columna de hormigón, no son bidireccionales ni van alternados los pares a la derecha y los impares a la izquierda, sino que son unidireccionales y están ubicados en ambos lados.
- **Distancias de colocación de señales:** Algunas de las distancias de las señales verticales de resaltos, empalmes, curvas abiertas, curvas y contra curvas no están ubicados a la distancia correcta del elemento.
- **Chevrones:** Algunos de los chevrones sobrepasan el espaciamiento máximo en curvas de acuerdo a los radios de curvatura.
- **Postes delineadores:** El espaciamiento entre delineadores en rectas es menor a 90 metros que es lo que recomienda la norma para vías de alto tráfico que se deben circular con luces bajas en la mayoría del trayecto, lo que es favorable para la seguridad de la vía.

La distribución de las señales verticales del proyecto se encuentra en los planos E5, E6 y E7.

### **3.10. Etapa de Reparación.**

En el mantenimiento por resultados la etapa de reparación es llamada “la fase de puesta a punto”, en la misma como se explicó en el capítulo 2 de este documento se realizan las obras necesarias u obras obligatorias para que cada elemento de la infraestructura vial cumpla con sus estándares básicos y con el índice de servicio comprometido.

Los elementos a reparar dependerán de cada vía que se analice, para la vía en estudio el elemento principal a reparar fue la estructura del pavimento.

El programa de reparación del pavimento inició con los trabajos de fresado, reconformación de la obra básica, colocación de base, sellado de fisuras y colocación de hormigón asfáltico en la calzada y los espaldones. Con la realización de estos trabajos se logró mejorar el índice de servicio al usuario. [13]

### **3.10.1. Reparación de la Estructura del Pavimento.**

Por lo general el pavimento y de forma particular la capa de rodadura de hormigón asfáltico, son los elementos que más se deterioran de una vía debido a los esfuerzos que produce el tráfico sobre los mismos. A continuación, se describirán brevemente las actividades que se realizaron en la fase de puesta a punto del proyecto en estudio, además se mencionan trabajos que se realizan en una reparación normal.

#### **Mejoramiento de la Subrasante**

En ocasiones en las cuales el suelo de la subrasante no cumple con los requerimientos del proyecto es necesario mejorarlo mediante una estabilización con cal, estabilización con material pétreo, membranas sintéticas, empalizada o una mezcla de materiales que ayude a mejorar las características del suelo.

El trabajo será cribar, desmenuzar, mezclar o quitar el material en las medidas acordadas para poder crear un suelo seleccionado de acuerdo a las exigencias del proyecto. Dependiendo el material que se esté añadiendo el procedimiento de trabajo será diferente, todos estos procesos se encuentran descritos en [18]. Este rubro no se ejecutó en la puesta a punto del proyecto.

#### **Sub-base**

El trabajo de colocación de la sub-base comenzará preparando la subrasante con los niveles, compactación y alineación especificadas, de igual forma si el proyecto contempla el uso de subdrenes se colocarán en este punto del proceso.

Una vez listo el material se procede a transportarlo desde la planta hasta la obra en volquetas; a continuación, se esparce el material en toda la sección transversal por medio de distribuidoras apropiadas y en franjas de espesor uniforme. Después se pasa a la hidratación de la mezcla en cantidades de agua específicas.

Para el tendido se usará motoniveladoras que permitan obtener una superficie lisa y uniforme según las alineaciones y pendientes del proyecto. Finalmente, para la compactación del material se utilizarán rodillos lisos, rodillos vibratorios u otro compactador que tenga una fuerza de compactación de 8 a 12 toneladas, la compactación debe iniciarse en los costados de la vía e ir avanzando hacia el centro, traslapando en cada pasada la mitad del ancho de la pasada anterior. Durante la compactación se seguirá humedeciendo y emparejando la sub-base de acuerdo a las exigencias que se presenten.

**Gráfico N.- 73: Tendido de Sub-base mediante motoniveladora**



Fuente: “Tendido de Sub-base”, GADMA Cantón Daule. Disponible en:  
<http://www.daule.gob.ec/Home/tabid/41/ctl/Details/mid/404/ItemID/923/language/en-US/Default.aspx>

## **Base**

Lo primero a realizar en estos trabajos es preparar la sub-base según las alineaciones, pendientes y niveles especificados en los planos. Se debe hacer una calicata o pozo a cielo abierto para poder determinar en los laboratorios las propiedades físicas y mecánicas del suelo.



A continuación, se procede a desalojar el material inadecuado mediante la utilización de excavadoras y volquetas, procurando no interrumpir totalmente la circulación del tráfico.

Restituimos el material con base en espesores de acuerdo a las necesidades del proyecto, este material vendrá de canteras que cumplan con las especificaciones requeridas. Ya en la construcción el material será tendido por medio de una motoniveladora y compactado por medio de un rodillo liso o rodillo vibratorio de fuerza de compactación mínimo de 8 toneladas y con la debida humedad para lograr su compactación al 100% medida con un densímetro nuclear.

Los niveles de la base deben ser uniformes y se deben controlar con equipo topográfico. Previo a la colocación de la capa de rodadura se procederá a colocar asfalto para imprimación o riego de imprimación para sellar e impermeabilizar la base.

**Gráfico N.- 74: Compactación de Base con Rodillo Liso**



Fuente: “Rehabilitación Transversal del Sur”, Latinco. Disponible en:  
<http://www.latinco.co/new-page-4/>

## **Capa de rodadura de hormigón asfáltico mezclado en planta**

Este trabajo es de crucial importancia y se debe realizar de la mejor manera posible para evitar daños en la capa de rodadura y así brindar la mayor seguridad a los usuarios de la vía que circulan por la carretera.

Para este trabajo primero se procede a limpiar la calzada y los espaldones de la vía con escobas mecánicas, personal y cargadora frontal de ser necesario. Después se coloca en el espaldón un riego de adherencia o riego de liga mediante un distribuidor de asfalto, la mezcla asfáltica en caliente debe ser transportada hasta la obra en volquetas de 15 o 18 m<sup>3</sup> desde las plantas de asfalto y al llegar a la construcción se descargarán sobre las tolvas de la finisher que irá regando el material recibido.

Cuando se ha terminado de tender la mezcla asfáltica se espera a que tenga la temperatura ideal para proceder a compactar con un rodillo liso de asfalto, para luego proceder a pasar un rodillo neumático y finalmente abrir al tráfico. Las capas colocadas en la calzada y el espaldón deben quedar uniformes en cuanto a altura con el fin de que ambos parezcan un solo elemento.

Es importante utilizar todas las medidas de seguridad necesarias antes, durante y después del trabajo tanto para el personal de construcción, como para los usuarios de la vía.

### Gráfico N.- 75: Tendido de Hormigón Asfáltico con Finisher



Fuente: “Equipo de Tendido de Asfalto”, OLX. Disponible en:  
<https://nuevaloja.olx.com.ec/alquiler-de-equipo-de-tendido-de-asfalto-iid-894928648>

#### Bacheo asfáltico

Se debe identificar los tramos y abscisas del proyecto con baches, para lo cual se usará equipo topográfico para dimensionarlos. Posteriormente se cuadra el bache con una máquina fresadora de pavimentos y se retira el material fresado utilizando una cargadora frontal, equipo menor y volquetas, otra opción es usar una recuperadora con banda transportadora que descargue directamente a la volqueta.

Se procede a limpiar el bache utilizando escobas mecánicas, después se coloca en el bache un riego de adherencia por medio de un distribuidor de asfalto. A continuación, se coloca la mezcla asfáltica en el bache ya sea manualmente o por medio de una finisher según el área y profundidad del bache, finalmente se procede a la compactación.

## Gráfico N.- 76: Bacheo Asfáltico



Fuente: MTOP – Dirección Provincial de Tungurahua, 2015

### Sellado de Fisuras superficiales

Un sellado de fisuras de una vía es un trabajo sencillo y muy utilizado en la reparación de carreteras, ya que sea por el uso normal de la vía o por otras razones, este es un problema muy común en los hormigones asfálticos.

Para realizar este trabajo se procede de la siguiente forma: primero se retira la maleza y todo material que contenga la fisura, después se limpia totalmente la fisura y se procede a realizar un riego de liga de asfalto y finalmente se sella la fisura con una máquina selladora de fisuras de asfalto y con material preparado con polímeros modificados.

### Gráfico N.- 77: Sellado de Fisuras con máquina selladora de fisuras de asfalto



Fuente: “Sellado de fisuras en asfalto y pavimentos”, DUROFLEX. Disponible en: <http://selladofisurasasfalto.blogspot.com/2013/09/sellado-de-fisuras-en-asfaltos-y.html>.

Todos estos trabajos con excepción del mejoramiento de la subrasante se realizaron en la puesta a punto de la estructura del pavimento de todo el proyecto. La actividad de sellado de fisuras superficiales y bacheo asfáltico se realiza también en la fase de mantenimiento cuando es necesario.

#### 3.10.2. Reparación de las Obras de Drenaje.

En lo que se refiere a la reparación de las obras de drenaje, por lo general se ejecutan trabajos de limpieza, reconstrucción de elementos d hormigón y excavaciones. A continuación, se presentan los trabajos de reparación de obras de drenaje en general y que también se ejecutaron en el proyecto:



## **Roza de la vegetación**

Este trabajo tiene la finalidad de precautelar y obtener un drenaje adecuado dentro del derecho de vía, para ello se utiliza una maquina rozadora o herramienta menor para cortar la vegetación para después con el personal adecuado recoger y depositar en un lugar seleccionado los escombros.

**Gráfico N.- 78: Roza de Vegetación o Desbroce**



Fuente: MTOP – Dirección Provincial de Tungurahua, 2015

## **Limpieza de Alcantarillas, limpieza de cunetas y encauzamientos**

El objetivo de este trabajo es tener un libre drenaje de las aguas, sin obstáculos. Esta actividad se la realiza con herramienta menor como carretillas y con el personal calificado en el número necesario de cuadrillas para completar la tarea en el tiempo solicitado. Cuando la ocasión lo amerita también se puede recurrir a maquinaria pesada para realizar la actividad.

### Gráfico N.- 79: Limpieza de Alcantarillas



Fuente: MTOP – Dirección Provincial de Tungurahua, 2015

### Limpieza de Derrumbes

Cuando se produce un derrumbe, por lo general estos obstaculizan las obras de drenaje por estar más cercanas a los taludes, por ello es necesario limpiar los derrumbes para evitar la obstrucción del drenaje. Estos trabajos se realizan con herramienta menor o con maquinaria como cargadora frontal que descarga el material en volquetas que llevarán los escombros a un sitio de bote adecuado.

## Gráfico N.- 80: Limpieza de Derrumbes con Cargadora Frontal



Fuente: MTOP – Dirección Provincial de Tungurahua, 2014

### Excavación y Relleno para Estructuras

La excavación se puede realizar con herramienta menor o con maquinaria, como cargadora frontal que recojan y descarguen el material en volquetas. Para el relleno dependiendo de las necesidades se puede hacer a mano o con maquinaria pesada, la maquinaria ayuda especialmente al momento de compactar el material.

### Reconstrucción de Elementos de Hormigón

Se utilizará hormigón estructural de cemento portland clase C con un  $f'c=180$  kg/cm<sup>2</sup> para reconstruir o reparar los cabezales de las alcantarillas que presenten un riesgo para la estructura del pavimento y también para la reparación de cunetas. Se trabajará de la forma convencional, es decir, realizando un encofrado resistente para el elemento y después se debe colar el hormigón en el mismo de forma técnica y adecuada.



### Gráfico N.- 81: Limpieza y reparación de Cunetas de Hormigón de cemento portland



Fuente: MTOP – Dirección Provincial de Tungurahua, 2014

Los trabajos antes expuestos para las obras de drenaje se realizaron en todo el proyecto durante la fase de puesta a punto, con el objetivo de que estos elementos cumplan con los estándares impuestos, la manera de realizar estas actividades fue como se describió anteriormente. Adicionalmente ciertos trabajos como la limpieza de derrumbes, roza de vegetación y limpieza de alcantarillas y cunetas, se siguen realizando durante la fase de mantenimiento.

#### 3.10.3. Reparación de la Señalización Horizontal y Vertical

La reparación de las señales o elementos de seguridad consiste en trabajos de repintada, enderezada, recolocación, limpieza o modificación de las dimensiones de la señal, tanto horizontal como vertical. Al realizar estos trabajos se intenta que todas las señales del proyecto cumplan con lo exigido por las normas RTE INEN 004-1:2011 y RTE INEN 004-2:2011.

En la fase de puesta a punto además de realizarse los trabajos antes mencionados, también se aumenta o disminuye señalética en función de lo dictado por las normas, al fin de que el proyecto logre cumplir con los estándares de seguridad vial.

En toda la vía en estudio se realizaron los siguientes trabajos en la fase de puesta a punto:

- Repintada y aumento de las dobles líneas continuas amarillas del centro.
- Repintada y aumento de las líneas de borde de calzada blancas en ambos carriles.
- Señalización de Aproximación a poblaciones o recintos escolares (flechas, líneas transversales, etc.)
- Aumento de tachas bidireccionales y unidireccionales
- Colocación de Guardacaminos dobles en lugares con quebradas de pendiente fuerte y gran altura.
- Colocación de chevrones en curvas que representen mayor peligro al usuario.
- Instalación de postes delineadores con material retroreflectivo.
- Reemplazo de señales verticales que no tienen reparación.
- Limpieza de señales verticales existentes.
- Instalación de mojones o postes de kilometraje en cada kilómetro del proyecto.

Los trabajos de reparación mencionados se los realiza de la siguiente manera:

### **Señales Horizontales o Marcas de Pavimento Pintura**

En primer lugar, se procede a barrer el área con una escoba mecánica para generar adherencia entre la pintura y la capa de rodadura. A continuación, con equipo de topografía

se demarca la ruta a señalar. Con un carro franjeador y la pintura con micro-esferas correspondiente se irá señalizando la vía siguiendo el trazado topográfico.

Este proceso es algo similar para las demás marcas del pavimento como zonas de aproximación, flechas, etc., con la diferencia de que estas señales se realizan con una pistola a presión aplicadas sobre un molde de la señal.

**Gráfico N.- 82: Señalización de doble línea continua amarilla con carro franjeador**



Fuente: MTOP – Dirección Provincial de Tungurahua, 2015

La instalación de tachas reflectivas comienza con la limpieza del terreno y la demarcación de la ruta a señalarse con ayuda de equipo topográfico, el asfalto debe estar seco al momento de la colocación de las tachas.

Posterior a esto se coloca una capa de adhesivo bituminoso de 15 cm de diámetro aproximadamente y se ubica la tacha encima del adhesivo con una ligera presión. Finalmente se alinea la tacha con las líneas existentes. Se debe procurar que el material bituminoso no tape la zona retroreflectiva de la tacha.

### **Gráfico N.- 83: Colocación de tachas reflectivas con material bituminoso**



Fuente: “Instalación de tachas reflectivas”, SIGNOVIAL. Disponible en:  
<http://signovial.pe/blog/tachas-reflectivas-adhesivo-bituminoso/>

### **Señales verticales**

El proceso de instalación de la mayoría de señales verticales es similar, al colocarlas hay que cuidar principalmente de la visibilidad, ya que suelen darse casos en que una señal cubre a la siguiente, la separación desde la vía es muy grande, el mensaje no es recibido por el conductor a tiempo, el mensaje no es entendible, etc. Por ello se debe recurrir a la norma de señalización vertical para una correcta instalación.

Los trabajos para colocar una señal vertical comienzan realizando una pequeña excavación en el sitio que se va a ubicarla, seguidamente se pasa a fundir un dado de hormigón con dimensiones razonables para que se coloque el poste de la señal (40\*40\*60cm). Finalmente se instala la señal con pernos de sujeción.

### **Gráfico N.- 84: Colocación de Señales verticales**



Fuente: MTOP – Dirección Provincial de Tungurahua, 2015

### **Guardacaminos dobles**

Los elementos de seguridad como los guardacaminos dobles tienen otro sistema de instalación debido a la configuración que tienen. El trabajo de instalación comienza con el replanteo de la ubicación en la que se va a colocar el guardacamino con ayuda de equipo topográfico, así como de los puntos donde irán colocados los dados de hormigón que albergarán a los postes metálicos.

A continuación, se procederá a la instalación de las vigas dobles con sus tuercas correspondientes y finalmente se colocarán las señales reflectivas o gemas en las vigas dobles.

### Gráfico N.- 85: Instalación de Guardacaminos Dobles



Fuente: MTOP – Dirección Provincial de Tungurahua, 2014

### Mojones de Kilometraje

La instalación de los postes de kilometraje es rápida y sencilla. Comienza con el replanteo para la ubicación del mojón en la abscisa correcta y a la separación adecuada del eje de la carretera, seguidamente se debe realizar una pequeña excavación manual para colocar el mojón. Una vez excavado se procederá a instalar el poste prefabricado con el kilometraje de identificación.

#### 3.10.4. Reparación de los Puntos Críticos

La puesta a punto también comprende la reparación de los denominados puntos críticos, que son problemas específicos, ajenos a los elementos de la infraestructura vial. Estos pueden ser: derrumbes o deslizamientos, asentamientos por escorrentías superficiales, flujos de lahares volcánicos, etc.

En el tramo en estudio existe un punto crítico en la abscisa 2+300 y se trata de un problema de deslizamientos del talud existente en esa zona. El deslizamiento es de tipo planar, poco profundo conformado por materiales piroclásticos del volcán Tungurahua como tobas gruesas y lavas andesíticas. El deslizamiento tiene una longitud en su corona de 50 metros, una longitud en su pie de 120 metros y una altura de 80 metros.

Las principales causas de que se produzcan estos derrumbes son: la erosión eólica y la escorrentía superficial. Los deslizamientos son de clastos de rocas entre 2 y 40 centímetros de diámetro, arena gruesa y limo.

La solución del problema consistió en la construcción de banquetas o bermas y de un muro de hormigón ciclópeo al pie del talud. Para realizar las bermas primero se replanteo la ubicación de las banquetas, seguidamente se realizó una limpieza y reconformación del talud con la ayuda de maquinaria pesada como retroexcavadoras, cargadora frontal y volquetas.

Finalmente se procedió a realizar las banquetas de 10 metros de altura, 5 metros de ancho y una inclinación del talud 1H:2V con la maquinaria mencionada, el equipo topográfico facilita obtener las dimensiones e inclinación propuestas.

El trabajo de la construcción del muro de hormigón ciclópeo de 4 metros de altura y 150 metros de longitud, se realizó de la forma convencional, es decir, realizando primero el replanteo para la ubicación del muro, después se hace una excavación hasta los niveles de fundación propuestos, ya sea con maquinaria pesada o manualmente con herramienta menor.

A continuación, se procede con el amarrado del acero en las cantidades y características del plano, seguidamente se realiza la instalación del encofrado y los apuntalamientos, para finalmente proceder con el colado del hormigón seleccionado dentro de los moldes.

Para evaluar si los trabajos cumplieron con lo acordado en los pliegos de licitación, sobre la fase de reparación, puesta a punto o de obras obligatorias, se debe recurrir a lo mencionado en el capítulo 2 en los puntos: Puesta a punto, Obras Obligatorias, Obras

Extraordinarias y Puntos Críticos. En estos literales se encuentran enunciados todos los términos sobre: plazos, tolerancias, sanciones, consultas, pagos, normas a seguir, recepción de trabajos y demás condiciones contempladas en el contrato de MPR de la carretera Pelileo – Baños – Puyo.

### **3.11. Etapa de Mantenimiento o Ejecución y Gestión del Mantenimiento**

El mantenimiento por resultados (MPR) es diferente a los mantenimientos rutinarios y periódicos que se realizan comúnmente a las vías, la diferencia radica en que en esta clase se evalúan los elementos de la infraestructura vial (calzada, espaldones, obras de drenaje, seguridad vial y derecho de vía) mediante una serie de indicadores denominados “estándares”.

Además, es importante recalcar que en el MPR el trabajo del contratista no se limita únicamente a ejecutar la obra, sino que también, debe planificar y ejecutar las acciones para garantizar que, en la carretera bajo su cargo durante el contrato de mantenimiento, se conserven las condiciones alcanzadas en la primera fase de puesta a punto, en mejor o igual estado.

El objetivo principal del MPR es gestionar y ejecutar el mantenimiento de la carretera del proyecto, satisfaciendo los indicadores establecidos en los pliegos de licitación que garanticen un servicio de calidad y de confort para los usuarios de la vía.

Una vez realizada la fase de puesta a punto se inicia con la fase de gestión y ejecución del mantenimiento, en la cual el contratista debe cumplir con los estándares contratados. Para facilitar la evaluación total, se ha creado una forma de integrar los estándares de un mismo tramo, en un único parámetro, mediante un indicador matemático de la calidad del servicio prestado denominado “Índice de Servicio”, el cual tiene una metodología prevista en los pliegos de condiciones.

En el capítulo 2 de este documento, se trata más a fondo todas las etapas del MPR de la carretera Pelileo – Baños - Puyo, enunciando las condiciones, términos y particularidades



que se establece en el contrato y que también corresponden a las condiciones y términos de un MPR normal de cualquier parte del país.

Los pliegos del MPR de la carretera Pelileo – Baños – Puyo, indican que en la fase de puesta a punto se debe llegar a un Índice de Servicio mínimo del 90% y de ahí en adelante continuar con ese porcentaje como lo mínimo exigido durante todo el contrato.

Para calcular el porcentaje del índice de servicio, debemos evaluar primero los estándares de cada elemento de la infraestructura vial, para ello se debe recurrir a las tablas de evaluación de estándares presentadas en el capítulo 2 de este proyecto.

Se debe recordar que en el MPR hay que evaluar únicamente el 20% del total de tramos de la carretera y que cada tramo será de 1 km de longitud. Además, cada tramo se dividirá en segmentos de 200 metros, dando como resultado 5 segmentos por tramo.

Por lo tanto, para obtener el número de tramos que se debe evaluar en el presente proyecto, procedemos de la siguiente forma:

$$\# \text{ tramos total} = \frac{\text{Longitud total}}{1}$$

$$\# \text{ tramos total} = \frac{7 \text{ km}}{1}$$

$$\# \text{ tramos total} = \mathbf{7 \text{ tramos}}$$

$$\# \text{ tramos evaluar} = 20\% (\# \text{ tramos total})$$

$$\# \text{ tramos evaluar} = 0.20 (7)$$

$$\# \text{ tramos evaluar} = 1.4 \approx \mathbf{2 \text{ tramos}}$$

Es decir que, para la vía en estudio se evaluará **2 tramos al azar (10 segmentos de 200 metros)** del total de los 7 tramos.

### 3.11.1. Evaluación de Estándares

Mediante las tablas de evaluación de estándares se obtendrá el número de segmentos que cumplan o incumplan con uno o varios de los estándares para cada elemento. Es suficiente con que un segmento no cumpla con un solo estándar de cualquier elemento, para considerarlo como incumplido.

Para el buen uso de las tablas de evaluación de estándares se describe lo siguiente:

- **Código:** Esta columna muestra el código de identificación de cada estándar. Así:
  - Calzada: Concreto hidráulico (C-H), Concreto asfáltico (C-MA)
  - Espaldón: Concreto hidráulico (B-H), Concreto asfáltico (B-MA)
  - Obras de drenaje: Alcantarillas (OD-A), Cunetas (OD-C)
  - Seguridad Vial: Señalización horizontal (SV-H), Señalización Vertical (SV-V), Elementos de encarrilamiento y contención (SV-E)
  - Derecho de Vía (DV)
- **Denominación:** Es el nombre que se le da al estándar y el mismo da una breve idea de lo que se intenta evaluar.
- **Descripción:** Esta columna brinda una idea más detallada sobre lo que trata el ítem.
- **Parámetro:** Dicta la unidad y cantidad en la que se debe evaluar el estándar.
- **Método de Evaluación:** Informa la metodología con la que se debe evaluar cada ítem.

- **Exigencia:** Es el límite máximo que puede tener un ítem para calificarlo como cumplido.
- **Plazo de reparación:** Muestra el tiempo máximo en que el estándar debe ser reparado.

A continuación, se procederá a evaluar los estándares de cada elemento en los tramos 2 (km 1+000 al 2+000 ó km 16+000 al km 17+000) y 5 (km 4+000 al 5+000 ó km 19+000 al km 20+000), tramos escogidos al azar para su evaluación.

Cualquier vacío que haya dejado este documento en cuanto a la evaluación de los estándares, debe ser cubierto apoyándose en la teoría del capítulo 2 sobre Mantenimiento por Resultados - Estándares.

#### **3.11.1.1. Evaluación de Estándares de Calzada**

Para evaluar los estándares de la calzada del tramo 2 y 5 usaremos el Cuadro N.- 15 del capítulo 2 de este documento. La evaluación de la calzada para ambos tramos se la realizó el día 6 de abril del 2017 en horas de la mañana, en su mayoría la evaluación se realizó por inspección visual de la calzada como lo indica el contrato.

Como se podrá observar la evaluación de cada sección no arrojó resultados desfavorables, ya que la calzada de ambos tramos se encuentra en muy buenas condiciones.

En el siguiente cuadro se muestra un resumen de la evaluación de la calzada de ambos tramos, se ha utilizado la metodología antes descrita para evaluar cada estándar.

**Cuadro N.- 85: Evaluación de los estándares de Calzada del tramo 2 y 5**

Evaluación de la Calzada del Tramo 2 y Tramo 5																					
Tramo	Segmento	C-MA 1	C-MA 2	C-MA 3	C-MA 4	C-MA 5	C-MA 6	C-MA 7	C-MA 8	C-MA 9	C-MA 10	C-MA 11	C-MA 12	C-MA 13	C-MA 14	C-MA 15	C-MA 16	C-MA 17	C-MA 18	C-MA 19	C-MA 20
Tramo 2 1km000 al 2km000	1																				
	2																				
	3																				
	4																				
	5																				
Tramo 5 4km000 al 5km000	1																				
	2																				
	3																				
	4																				
	5																				
<b>Cantidad segmentos con deterioros</b>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Cantidad total segmentos</b>		10																			
<b>Cantidad de segmentos sin deterioros</b>		10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10

Fuente: Autor

### 3.11.1.2. Evaluación de Estándares de Espaldones

En el cuadro N.- 17 del capítulo 2, se encuentran los estándares que deben ser evaluados en los espaldones de hormigón asfáltico de un proyecto de MPR. Dicha evaluación se la realizó el día 6 de abril del 2017 en horas de la mañana, procediendo de la manera indicada en el cuadro mencionado.

En el siguiente cuadro que ilustra un resumen de la evaluación de los espaldones de los tramos 2 y 5, se podrá observar que no existen falencias en los espaldones.

**Cuadro N.- 86: Evaluación de los Estándares de Espaldones del tramo 2 y 5**

Evaluación de los Espaldones del Tramo 2 y Tramo 5											
Tramo	Segmento	B-MA 1	B-MA 2	B-MA 3	B-MA 4	B-MA 5	B-MA 6	B-MA 7	B-MA 8	B-MA 9	B-MA 10
Tramo 2 1km000 al 2km000	1										
	2										
	3										
	4										
	5										
Tramo 5 4km000 al 5km000	1										
	2										
	3										
	4										
	5										
<b>Cantidad segmentos con deterioros</b>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Cantidad total segmentos</b>		10									
<b>Cantidad de segmentos sin deterioros</b>		10	10	10	10	10	10	10	10	10	10

Fuente: Autor

### 3.11.1.3. Evaluación de Estándares de Obras de Drenaje

La evaluación de los estándares de obras de drenaje comprende dos secciones, la una es la evaluación de los estándares de alcantarillas (Cuadro N.- 18 del capítulo 2) y la otra la evaluación de los estándares de cunetas (Cuadro N.- 19, capítulo 2).

La evaluación de estos dos elementos en ambos tramos se realizó el día 6 de abril del 2017 pasado el mediodía. En esta exploración no se encontró falencias en ninguno de los dos elementos.

A continuación, se muestra un cuadro resumen de la evaluación de los estándares para alcantarillas y cunetas del proyecto.

**Cuadro N.- 87: Evaluación de los Estándares de Alcantarillas del tramo 2 y 5**

<b>Evaluación de las Obras de drenaje - Alcantarillas del Tramo 2 y Tramo 5</b>				
<b>Tramo</b>	<b>Segmento</b>	<b>OD-A 1</b>	<b>OD-A 2</b>	<b>OD-A 3</b>
Tramo 2 1km000 al 2km000	1			
	2			
	3			
	4			
	5			
Tramo 5 4km000 al 5km000	1			
	2			
	3			
	4			
	5			
<b>Cantidad segmentos con deterioros</b>		0	0	0
<b>Cantidad total segmentos</b>		10		
<b>Cantidad de segmentos sin deterioros</b>		10	10	10

Fuente: Autor

**Cuadro N.- 88: Evaluación de los Estándares de Cunetas del tramo 2 y 5**

<b>Evaluación de las Obras de drenaje - Cunetas del Tramo 2 y Tramo 5</b>				
<b>Tramo</b>	<b>Segmento</b>	<b>OD-C 1</b>	<b>OD-C 2</b>	<b>OD-C 3</b>
Tramo 2 1km000 al 2km000	1			
	2			
	3			
	4			
	5			
Tramo 5 4km000 al 5km000	1			
	2			
	3			
	4			
	5			
<b>Cantidad segmentos con</b>		0	0	0
<b>Cantidad total segmentos</b>		10		
<b>Cantidad de segmentos sin deterioros</b>		10	10	10

Fuente: Autor

#### **3.11.1.4. Evaluación de Estándares de Seguridad Vial**

La evaluación de la seguridad vial se la debe realizar en tres partes que son: evaluación de la señalización horizontal, evaluación de la señalización vertical y evaluación de los elementos de encarrilamiento y contención. Cada elemento tiene su tabla de estándares a cumplir en el capítulo 2 y son respectivamente: Cuadro N.- 20, Cuadro N.- 21 y Cuadro N.- 22.

La evaluación de estos elementos se realizó el día 7 de abril del 2017 y los resultados se muestran en los siguientes cuadros.

**Cuadro N.- 89: Evaluación de Estándares de Señalización Horizontal del tramo 2 y 5**

<b>Evaluación de la Seguridad Vial - Señalización Horizontal del Tramo 2 y Tramo 5</b>				
<b>Tramo</b>	<b>Segmento</b>	<b>SV-H 1</b>	<b>SV-H 2</b>	<b>SV-H 3</b>
Tramo 2 1km000 al 2km000	1			
	2			
	3			
	4			
	5			
Tramo 5 4km000 al 5km000	1			
	2			
	3			
	4			
	5			
<b>Cantidad segmentos con deterioros</b>		0	0	0
<b>Cantidad total segmentos</b>		10		
<b>Cantidad de segmentos sin deterioros</b>		10	10	10

Fuente: Autor

**Cuadro N.- 90: Evaluación de Estándares de Señalización Vertical del tramo 2 y 5**

<b>Evaluación de la Seguridad Vial - Señalización Vertical del Tramo 2 y Tramo 5</b>					
<b>Tramo</b>	<b>Segmento</b>	<b>SV-V 1</b>	<b>SV-V 2</b>	<b>SV-V 3</b>	<b>SV-V 4</b>
Tramo 2 1km000 al 2km000	1				
	2				
	3				
	4		X		
	5		X		
Tramo 5 4km000 al 5km000	1				
	2		X		
	3				
	4				
	5				
<b>Cantidad segmentos con deterioros</b>		0	3	0	0
<b>Cantidad total segmentos</b>		10			
<b>Cantidad de segmentos sin deterioros</b>		10	7	10	10

Fuente: Autor



**Cuadro N.- 91: Evaluación de Estándares de Elementos de Encarrilamiento y Contención del tramo 2 y 5**

<b>Evaluación de la Seguridad Vial - Elementos de Encarrilamiento y Contención del Tramo 2 y Tramo 5</b>					
<b>Tramo</b>	<b>Segmento</b>	<b>SV-E 1</b>	<b>SV-E 2</b>	<b>SV-E 3</b>	<b>SV-E 4</b>
Tramo 2 1km000 al 2km000	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
Tramo 5 4km000 al 5km000	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
<b>Cantidad segmentos con</b>		0	0	0	0
<b>Cantidad total segmentos</b>		10			
<b>Cantidad de segmentos sin deterioros</b>		10	10	10	10

Fuente: Autor

Como se puede observar en el cuadro de evaluación de estándares de señalización vertical, se incumplió con el estándar de código SV-V 2 en tres secciones. La causa es que los chevrones de estas secciones no cumplen con los espaciamientos recomendados por la norma de señalización vertical.

### **3.11.1.5. Evaluación de Estándares de Derecho de Vía**

La evaluación se la realizará en base al Cuadro N.- 23 del capítulo 2 de este documento. Dicha evaluación se hizo el 07 de abril del 2017 y los resultados del análisis se muestran a continuación.

**Cuadro N.- 92: Evaluación de Estándares de Derecho de Vía del tramo 2 y 5**

Evaluación del Derecho de Vía del Tramo 2 y Tramo 5										
Tramo	Segmento	DV-1	DV-2	DV-3	DV-4	DV-5	DV-6	DV-7	DV-8	DV-9
Tramo 2 1km000 al 2km000	1		X							
	2									
	3		X							
	4									
	5									
Tramo 5 4km000 al 5km000	1		X							
	2									
	3									
	4									
	5									
<b>Cantidad segmentos con deterioros</b>		0	3	0	0	0	0	0	0	0
<b>Cantidad total segmentos</b>		10								
<b>Cantidad de segmentos sin deterioros</b>		10	7	10	10	10	10	10	10	10

Fuente: Autor

Los resultados arrojan tres falencias en el estándar de código DV-2. Estos fallos son por la existencia de piedras grandes en los primeros 15 metros medidos desde el eje de la vía en los segmentos 1 de ambos tramos y por la presencia de propaganda política pintada en rocas o muros en el segmento 3 del tramo 1.

### 3.11.2. Cálculo del Índice de Servicio

El índice de servicio es el porcentaje que nos permitirá conocer finalmente si el mantenimiento que se ejecuta está o no cumpliendo con lo dispuesto en el contrato. El porcentaje mínimo que se concesionó en el MPR de la carretera Pelileo – Baños – Puyo es del 90%, este porcentaje se alcanzó en la fase de puesta a punto y el mismo debe continuar como mínimo referente durante el resto del contrato.

El cálculo del índice de servicio estará en función de la evaluación de los estándares de cada elemento de la infraestructura vial, es decir que, el porcentaje de este parámetro variará según el número de segmentos que cumplan o incumplan con algún estándar.

Otro elemento que influye en el cálculo del índice de servicio es el factor de ponderación, este componente permite obtener el índice ponderado de servicio para cada uno de los elementos que integran la carretera. Los factores de ponderación de este proyecto se ilustran en el cuadro N.- 24 del capítulo 2 de esta investigación.

**Cuadro N.- 24: Factores de Ponderación para los Elementos de Carretera**

<b>ELEMENTO DE CARRETERA</b>	<b>FACTOR DE PONDERACION</b>
Calzada	1,00
Espaldones	0,75
Obras de Drenaje	0,75
Seguridad vial	0,75
Derecho de vía	0,50
<b>TOTAL</b>	<b>3,75</b>

Fuente: Pliegos de Licitación del proyecto “Mantenimiento por Resultados de la Carretera Pelileo – Baños – Puyo, Red Vial Estatal E30”

En el cuadro de cálculo del índice de servicio, primero se marca los segmentos que hayan incumplido con algún estándar y se lo coloca en su respectiva casilla, seguidamente se calcula la cantidad de segmentos con deterioros, la cantidad total de segmentos y la cantidad de segmentos sin deterioros. Después se procede a calcular el índice de servicio de cada elemento, que es equivalente al porcentaje de segmentos sin deterioros con respecto al porcentaje de segmentos total.

Posterior a esto se coloca el factor de ponderación de los elementos de la carretera, para después obtener el índice ponderado de servicio de cada elemento, éste índice es igual al índice de servicio del elemento multiplicado por el factor de ponderación de elemento respectivo.

Finalmente, para obtener el índice de servicio, se realiza una sumatoria de los índices ponderados de servicio y se divide dicha suma para el número ponderado de elementos (3,75).

Si existe alguna duda sobre los términos, condiciones y cálculo del índice de servicio, se recomienda acudir a la teoría del capítulo 2, en el texto sobre Mantenimiento por Resultados – Índice de Servicio.

A continuación, se procederá a calcular el índice de servicio de los tramos 2 y 5 de la vía en estudio.

**Cuadro N.- 93: Cálculo del Índice de Servicio del tramo 2 y 5**

Cálculo del Índice de Servicio del Tramo 2 y 5						
Sección	Segmento	Calzada	Espaldones	Obras de drenaje	Seguridad Vial	Derecho de Vía
Tramo 2 1km000 al 2km000	1					X
	2					
	3					X
	4				X	
	5				X	
Tramo 5 4km000 al 5km000	1					X
	2				X	
	3					
	4					
	5					
<b>Cantidad segmentos con deterioros</b>		0	0	0	3	3
<b>Cantidad total segmentos</b>		10				
<b>Cantidad de segmentos sin deterioros</b>		10	10	10	7	7
<b>Índice de servicio del elemento (% segmentos sin deterioros)</b>		100,0%	100,0%	100,0%	70,0%	70,0%
<b>Factor de ponderación</b>		1	0,75	0,75	0,75	0,5
<b>Índice ponderado de servicio del elemento</b>		100,0%	75,0%	75,0%	52,5%	35,0%
<b>ÍNDICE DE SERVICIO</b>		<b>90%</b>				

Fuente: Autor

Como se puede observar en el cuadro anterior, **el índice de servicio del proyecto sí cumple con el porcentaje mínimo acordado.**

Cuando el índice de servicio no cumpla con el porcentaje mínimo se procederá a penalizar al contratista, el valor de la penalización se obtendrá con la siguiente ecuación:

$$PENALIZACIÓN = (IS_{admisible} - IS_{evaluado}) \times L \times P$$

Siendo:

IS admisible: Índice de servicio admisible 90%

IS evaluado: Índice de servicio del tramo registrado en la evaluación

L: Longitud del tramo en Km

P: Precio del rubro Gestión y ejecución del mantenimiento por Km-mes, del contrato

Se debe recalcar que, cuando el índice de servicio sea inferior al 85%, la entidad contratante, en este caso el MTOP, está en el derecho de rescindir el contrato por incumplimiento del contratista.

### **3.11.3. Presentación de Planillas de trabajos Mensuales**

Al concluir todos los análisis y trabajos, se deberán presentar planillas o informes sobre los trabajos mensuales que se han realizado en el proyecto y al finalizar cada año del contrato planillas o informes anuales. Existirán dos clases de planillas: las planillas del contratista y las planillas de fiscalización.

Además de acuerdo a la fase que se esté ejecutando en el contrato, ya sea, fase de puesta a punto o fase de gestión y ejecución del mantenimiento, se presentarán las planillas con los formatos y términos correspondientes a cada etapa.

Las planillas deben ser entregadas a la entidad contratante para su debida revisión, aprobación y pago. En el MTOP se reciben 7 copias de cada planilla y estas se distribuyen dentro de la institución de la siguiente forma: conservación del transporte, dirección de

planificación, dirección de crédito, dirección provincial correspondiente, administrador del contrato, supervisor del contrato (también archivo magnético) y contratista o fiscalización.

Las planillas del contratista y de fiscalización tendrán contenidos distintos de acuerdo al trabajo que ejecutan dentro del contrato. Por ejemplo, una planilla de contratista debe contar con: informes de pagos (detalles sobre anticipos, multas, reajuste de precios, costo +%, impuestos, etc.), trabajos realizados con sus respectivos anexos gráficos y numéricos, fotografías, personal en obra, precios unitarios aprobados, observaciones, informe sobre estudios de ingeniería realizados, pagos al IESS, RUC del contratista, generalidades del contrato, libro de obra, etc.

Una planilla normal de fiscalización debe contener: informes de pagos (detalles sobre anticipos, multas, reajuste de precios, costo +%, impuestos, etc.), inspecciones de campo, supervisión de trabajos del contratista, informe ejecutivo (detalles generales de la planilla y sus pagos), informes semanales, personal en obra, generalidades del contrato (introducción, ubicación y descripción del proyecto, tramos contemplados, descripción del mantenimiento u obras obligatorias, estándares, índices de servicio, formas de pago, etc.), anexos fotográficos, gestión socio – ambiental, libro de obra, etc.

Para proceder al pago del contratista, el mismo debe entregar su planilla mensual de trabajos a la fiscalización, la misma que la revisará y aprobará en primera instancia. A continuación, la fiscalización dará la planilla al supervisor del contrato para su aprobación definitiva, después la planilla aprobada pasa a los departamentos financieros para el trámite del pago. La planilla de fiscalización se entregará directamente al supervisor del contrato para su revisión y aprobación, posterior se concederá la planilla a los departamentos financieros para el pago.

#### **3.11.4. Índice de Rugosidad Internacional (IRI) y Retroreflectometría.**

En los pliegos del MPR, dentro de los términos que hablan sobre la fase de gestión y ejecución del mantenimiento, también se estipula que se debe realizar anualmente una evaluación de la rugosidad (IRI) de la capa de rodadura y de la retroreflectometría de la señalización horizontal, para visualizar al mantenimiento desde otros puntos de vista importantes.

El IRI es un concepto utilizado para definir la rugosidad que posee la superficie de la capa de rodadura, además, permite evaluar la funcionalidad de la vía, al brindar información sobre la comodidad y seguridad que siente el usuario al circular por la vía. En el capítulo 2, se habla más ampliamente sobre las características del IRI, su funcionamiento, equipos, normas, escalas, etc.

La evaluación del IRI del presente proyecto lamentablemente no se pudo ejecutar debido a que se realiza solo una vez al año y también porque el contrato de mantenimiento con la fiscalización, que es la delegada de hacer dicha evaluación, ya finalizó. Otro importante motivo es que no se pudo tener acceso al Rugosímetro Bump Integrator, que era el equipo encargado de realizar la evaluación del IRI en el MPR de la carretera Pelileo – Baños - Puyo, por motivos de seguridad, al ser aparatos delicados y que solo puede manejar personal calificado.

Sin embargo, se va a ejemplificar como se debe usar e interpretar los resultados del Rugosímetro Bump Integrator. Este equipo de reciente uso en el país, permite conocer fácilmente la rugosidad que tiene un pavimento mediante un adquisidor de datos y un sensor de desplazamiento que van instalados en el vehículo, así, se puede abarcar mucha distancia en poco tiempo.

Con el equipo ya instalado, se debe circular con el vehículo a una velocidad de alrededor de 40 km/h y recopilando datos cada 100 metros por carril de circulación, se debe considerar las singularidades que se presenten por rompevelocidades, puentes, túneles u otros elementos. Es necesario también calcular el IRI característico para obtener resultados más precisos.

El Rugosímetro entrega los resultados de la siguiente forma:

## Gráfico N.- 86: Resultados entregados por el Rugosímetro Bump Integrator

<u>Field Data Sheet</u>					
ROAD NAME:	PELILEO - BAÑOS - PUYO				
SECTION:	FROM: K16	TO: K17			
SURVEY DATE:	2014-09-10	TIME: 09:48:24			
TRAVEL DIRECTION:	ENTRADA AL ORIENTE ECUATORIANO				
REFERENCE:	CARRIL DERECHO				
VEHICLE:	Nissan Frontier				
OPERATOR:	Ing.Roosevelt Sánchez				
LEAD IN:	22m				
COMMENTS:	REVISIA ING. CARLOS GUERRA				
<u>Roughness Value</u>					
Section	SubDist	TotDist	IRI	Speed	Events
1	0.100	0.100	2.2	50.7	
1	0.200	0.200	2.3	53.3	
1	0.300	0.300	2.3	54.5	
1	0.400	0.400	2.2	52.4	
1	0.500	0.500	2.1	51.9	
1	0.600	0.600	2.1	50.5	
1	0.700	0.700	2.4	50.2	
1	0.800	0.800	2.6	51.5	
1	0.900	0.900	2.2	52.2	
1	1.000	1.000	2.0	51.7	
1	1.020	1.020	2.7	51.6	
Average IRI value is 2.3 m/km					
<b>Legend:</b>					
Excellent:	Below 2.0				
Good:	From 2.0 to 4.0				
Fair:	From 4.0 to 6.0				
Poor:	From 6.0 to 10.0				
Bad:	Above 10.0				
Section 1 starts at reference 1(K16)					
Section 2 starts at reference 2(K17)					

Fuente: Fuente: MTOP – Dirección Provincial de Tungurahua, 2014

La sección Field Data Sheet (hoja de datos de campo) contiene los datos generales de tramo a evaluar, personal, fecha y hora, lugar, tipo de vehículo, carril y comentarios.

La información sobre la rugosidad del carril derecho del pavimento cada 100 metros se presentan en la sección Roughness Value (valor de rugosidad). Podemos distinguir las columnas sección, subdistancia, distancia total, IRI y velocidad del auto.



Para este caso en particular, el IRI promedio fue de 2.3 mm/km (average IRI value). Bajo este texto se encuentra una escala brindada por el propio aparato para evaluar la calidad del IRI de ese tramo (legend), por lo que, **se cataloga a la superficie de rodadura como buena.**

El IRI total de la vía es igual al promedio de valores obtenidos de los dos carriles de cada tramo de todo el proyecto.

### Gráfico N.- 87: Rugosímetro Bump Integrator



Fuente: Fuente: MTOP – Dirección Provincial de Tungurahua, 2014

La retroreflectometría es un efecto visual que permite que parte de la luz proyectada por los faros del vehículo, regrese a los ojos del conductor y así mejorar su visibilidad de la carretera por la noche, este efecto se logra colocando microesferas en la pintura de las señales horizontales.

El principal objetivo de que las señales horizontales tengan luminosidad, es brindar mayor seguridad a los conductores de la vía para menorar al mínimo accidentes vehiculares o de otro tipo.

Al intentar realizar la evaluación de la retroreflectometría de la vía en estudio, nos encontramos con los mismos problemas del término del contrato de la fiscalización y lo delicado de manejar estos equipos, pero, de igual forma se ilustrará como manejar los equipos e interpretar los resultados que arrojen.

El equipo que se utilizó para obtener la retrorreflectancia en el MPR de la carretera Pelileo – Baños – Puyo fue el Retroreflectómetro SAT-LUX 15/30, equipo que permite tomar lecturas de visualización a 15 y 30 metros, distancias que recomienda la norma. Las características técnicas del equipo son las siguientes:

- Geometría: 15 Metros / 30 Metros.
- Angulo de Entrada: 86,5/88,76.
- Angulo de Observación: 1,5°/1,05.
- Escala: 0-1000 mcd/m<sup>2</sup>/lux.
- Fuente de Luz monocromática: 630 a 680 típico 670nm.
- Tipo de Sensor Fotodiodo: Respuesta espectral de 300 – 1100 nm.
- Acción de lectura: Mediante disparo de pulsador.
- Visualización LCD de 16 x 2 caracteres.
- Comunicaciones Interface RS 232, TCP/IP PUERTO ETHERNET.
- Memoria: 10,000 datos.
- Requerimientos de Potencia: 12 voltios DC.
- Fuente de energía: Una batería recargable seca, sellada libre de mantenimiento 12-7.2 AH.
- Cargador de Baterías Interno: Funciona desde 90 VAC hasta 250 VAC.

- Tiempo de recarga de la batería: 10 horas.
- Rango de Temperatura: 0 a 50°C, humedad 5 a 90%.
- Dimensiones (LxAxH): 59cm, 15cm, 17cm.

El uso de este equipo es muy sencillo, primero se debe elegir el modo de lectura, puede ser única o terna (promedio de 3 mediciones seguidas) y luego la geometría que se va a utilizar, que puede ser de 15 o 30 metros. Ya en el campo lo encendemos y esperamos que el aparato se aclimatice unos 5 minutos.

Después se pasa a la calibración, esto se hace mediante un patrón de referencia que viene incluido en la caja y que permite que la lectura de la iluminación de la señal sea la correcta, ya sea para la geometría de 15 o 30 metros. En este punto se muestran dos patrones (blanco y negro) y el valor de iluminación que debe marcar el equipo para cada geometría, si las lecturas son cercanas, con un margen de error del  $\pm 10\%$ , significa que el equipo está bien calibrado.

Finalmente, para realizar la medición colocamos el retroreflectómetro sobre la señal y tomamos lectura del mismo. Se debe procurar que la señal esté limpia y seca, además que, la base del equipo esté totalmente apoyada sobre ella.

**Gráfico N.- 88: Retroreflectómetro SAT-LUX 15/30**



Fuente: Fuente: MTOP – Dirección Provincial de Tungurahua, 2014

En la vía se tomaron lecturas en todos los kilómetros cada 100 metros, pero solo de los primeros 500 metros por kilómetro. Los resultados fueron en algunos puntos favorables y en otros desfavorables. A continuación, se muestran los resultados del km 16+000 tomados en febrero del 2015.

**Cuadro N.- 94: Datos de Retroreflectometría del km 16, carretera P – B – P**

DATOS DE RETROREFLECTIVIDAD DEL KM 16+000					
RUTA	ABSCISA	GEOMETRIA	Retroreflectividad		OBSERVACIONES
			mcd/lux7m2		
			LINEA BLANCA	LINEA AMARILLA	
1	0+0 *	15			Calibración
1	16+101	15	100		
1	16+201	15		120	
1	16+301	15		100	
1	16+401	15	130		
<b>Promedio</b>			<b>115</b>	<b>110</b>	

Fuente: Fuente: MTOP – Dirección Provincial de Tungurahua, 2015

La norma dicta que la retrorreflectancia mínima para el color blanco a 15 metros es de 150 mcd-lux m2 y para el color amarillo es de 95 mcd-lux m2, lo que significa que, **la línea blanca del proyecto no cumple con lo recomendado por la norma, pero la línea amarilla sí.**

### 3.12. Planos del Proyecto

Los planos del presente proyecto se dividirán en dos grupos, el primero estará conformado por los planos de la vía existente y se distinguirán con la letra E, mientras que el segundo grupo contendrá los planos viales propuestos por el autor y que se identificarán con la letra P. En resumen, el primer grupo de planos detallan como se encuentra hoy en día la vía y el segundo son las correcciones que el autor cree que es pertinente realizar a la vía.

A continuación, se presentan todos los planos que contiene este documento:

**Cuadro N.- 95: Planos del Proyecto**

<b>Plano N.-</b>	<b>Contiene</b>	<b>Tramo (km)</b>
E1	Diseño Horizontal y Vertical Actual	0+000 al 4+000
E2	Diseño Horizontal y Vertical Actual	4+000 al 7+000
E3	Diseño Horizontal y Vertical Actual de Alcantarillas	0+000 al 4+000
E4	Diseño Horizontal y Vertical Actual de Alcantarillas	4+000 al 7+000
E5	Señalética Horizontal y Vertical Actual: Ubicación	0+000 al 3+000
E6	Señalética Horizontal y Vertical Actual: Ubicación	3+000 al 6+000
E7	Señalética Horizontal y Vertical Actual: Ubicación, Cantidades y Detalles	6+000 al 7+000
P1	Diseño Horizontal y Vertical Propuesto	0+000 al 4+000
P2	Diseño Horizontal y Vertical Propuesto	4+000 al 7+000
P3	Diseño Horizontal y Vertical Propuesto de Alcantarillas	0+000 al 4+000
P4	Diseño Horizontal y Vertical Propuesto de Alcantarillas	4+000 al 7+000
P5	Señalética Horizontal y Vertical Propuesta: Ubicación	0+000 al 3+000
P6	Señalética Horizontal y Vertical Propuesta: Ubicación	3+000 al 6+000
P7	Señalética Horizontal y Vertical Propuesta: Ubicación, Cantidades y Detalles	6+000 al 7+000
P8	Cabezal con Muros de Ala Propuesto	Alc #4 y #8

Fuente: Autor

Todos los planos del proyecto se encuentran en el Anexo F.

### **3.13. Análisis de Precios unitarios, Presupuesto y Cronograma Valorado de trabajos**

#### **3.13.1. Cálculo de Volúmenes de Obra**

##### **3.13.1.1. Desbroce, desbosque y limpieza.**

El área total de este rubro se calcula considerando un ancho de faja de 6m y una longitud de 7000m, se obtiene el siguiente valor en hectáreas:

$$\text{Área total} = 6m * 7000m$$

$$\text{Área total} = 4.2 \text{ ha}$$

### **3.13.1.2. Replanteo y nivelación.**

El rubro replanteo y nivelación viene dado en unidad de kilómetros, por lo tanto, la cantidad a ejecutarse en este rubro es la longitud total de la vía que es **7 km**.

### **3.13.1.3. Excavación en suelo.**

Esta excavación se refiere al trabajo realizado para la conformación de perfil de la vía, según los planos de la carretera y considerando un ancho de ampliación de 5m (incluido el talud), el volumen de corte es de: **26990,68 m<sup>3</sup>**.

### **3.13.1.4. Excavación sin clasificación.**

El volumen de excavación de este rubro está en función del ancho de la calzada ampliada que es de 3.30 m, por la longitud ampliada que es de 7000 m y por el espesor del pavimento de 0.75 m, dando lugar a un volumen total de **17325,00 m<sup>3</sup>**.

### **3.13.1.5. Excavación para cunetas y encauzamientos.**

$$\text{Longitud total de cunetas nuevas} = 7000 \text{ m}$$

$$\text{Sección transversal cunetas nuevas} = 0.237 \text{ m}^2$$

$$\text{Volumen total excavación} = 7000 \text{ m} * 0.237 \text{ m}^2$$

$$\text{Volumen total excavación} = 1659,00 \text{ m}^3$$

### 3.13.1.6. Excavación y relleno de Estructuras menores.

*Longitud de nuevas tuberías = 215 m*

*Longitud de encauzamiento = Se asume una longitud de 20 m*

*Número total de alcantarillas = 24*

*Ancho de excavación = 2,50 m*

*Altura de excavación = 2,50 m*

*Altura de excavación = 2,50 m*

*Volumen de excavación para cabezales = Se asume 15 m<sup>3</sup>*

*Volumen de excavación total para cabezales = 15 m<sup>3</sup> \* 26 = 390 m<sup>3</sup>*

*Volumen de excavación para muros*

*= (longitud encauzamiento \* 1 lado \* # alcantarillas)  
\* ancho excavación \* altura excavación*

*Volumen de excavación para muros = (20 \* 1 \* 26) \* 2.50 \* 2.50 = 3250 m<sup>3</sup>*

*Volumen total de excavación muros y cabezales = 390 m<sup>3</sup> + 3250 m<sup>3</sup> = **3640 m<sup>3</sup>***

### 3.13.1.7. Limpieza de derrumbes.

El metraje de este rubro se lo considera como el 20% de la excavación en suelo, por lo tanto, el valor se determina de la siguiente forma:

*Volumen limpieza derrumbes = 26990.68 \* 0.20*

*Volumen limpieza derrumbes = **5398.14 m<sup>3</sup>***

### 3.13.1.8. Transporte del material de excavación.

*Volumen transporte del material de excavación*

$$\begin{aligned} &= (V. \text{exc. en suelo} \\ &+ V. \text{exc. sin clasificar} + V. \text{exc. para cunetas y encauzamientos} \\ &+ V. \text{exc. y rellano de estructuras menores}) * \text{distancia escombrera} \\ &- \text{obra} \end{aligned}$$

*Volumen transporte del material de excavación*

$$= (26990.68 + 17325.00 + 1659.00 + 3640.00) * 5 \text{ km}$$

$$\text{Volumen transporte del material de excavación} = \mathbf{248073.40 \text{ m}^3 - \text{km}}$$

### 3.13.1.9. Sub-Base Granular Clase 2.

*Volumen Subbase*

$$\begin{aligned} &= (\text{Longitud vía} * \text{Ancho calzada} * \text{Espesor Subbase}) \\ &* \text{Factor de sobreancho} * \text{Factor de Esponjamiento} \end{aligned}$$

$$\text{Volumen Subbase} = (7000\text{m} * 3.30\text{m} * 0.40\text{m}) * 1.10 * 1.20$$

$$\text{Volumen Subbase} = \mathbf{12196.80 \text{ m}^3}$$

### 3.13.1.10. Transporte de Sub-Base granular y Base clase 2.

*Volumen transportado*

$$= (\text{Volumen Sub - base} + \text{Volumen base}) * \text{distancia mina - obra}$$

$$\text{Volumen transportado} = (12196.80\text{m}^3 + 6098.40) * 8 \text{ km}$$

$$\text{Volumen transportado} = \mathbf{146355.84 \text{ m}^3 - \text{km}}$$



### 3.13.1.11. Base clase 2.

*Volumen Base*

$$= (\text{Longitud vía} * \text{Ancho calzada} * \text{Espesor Base}) \\ * \text{Factor de sobreancho} * \text{Factor de Esponjamiento}$$

$$\text{Volumen Subbase} = (7000\text{m} * 3.30\text{m} * 0.20\text{m}) * 1.10 * 1.20$$

$$\text{Volumen Base} = \mathbf{6098.40 \text{ m}^3}$$

### 3.13.1.12. Capa de rodadura de Hormigón Asfáltico mezclado en planta de e=15cm.

*Área total de capa de rodadura*

$$= \text{Longitud vía} * \text{ancho vía} * \text{factor de sobreancho}$$

$$\text{Área total de capa de rodadura} = 7000\text{m} * 3.30\text{m} * 1.15$$

$$\text{Área total de capa de rodadura} = \mathbf{26565 \text{ m}^2}$$

### 3.13.1.13. Transporte de material para capa de rodadura (mezcla asfáltica).

*Volumen transportado = (Volumen capa de rodadura) \* distancia planta – obra*

$$\text{Volumen transportado} = (26565\text{m}^2 * 0.15\text{m}) * 27.3 \text{ km}$$

$$\text{Volumen transportado} = \mathbf{108783.68 \text{ m}^3 - \text{km}}$$

#### **3.13.1.14. Asfalto MC para imprimación (1.5 lt/m<sup>2</sup>).**

El valor total de litros corresponde al área de imprimación para 1.5, así:

$$\text{Litros de asfalto para imprimación} = \text{Área de imprimación}/1.5$$

$$\text{Litros de asfalto} = 26565/1.5$$

$$\text{Litros de asfalto} = \mathbf{17710 \text{ lts}}$$

#### **3.13.1.15. Asfalto diluido tipo MC grado 250 para riego de adherencia (0.40 lt/m<sup>2</sup>).**

$$\text{Litros de asfalto para adherencia} = \text{Área para riego adherencia}/0.40$$

$$\text{Litros de asfalto} = 26565/0.40$$

$$\text{Litros de asfalto} = \mathbf{66412.50 \text{ lts}}$$

#### **3.13.1.16. Remoción de hormigón.**

Este rubro contempla los trabajos de remoción de la cuneta de hormigón existente en el lado de ampliación.

$$\text{Área de hormigón de cuneta} = 0.133 \text{ m}^2$$

$$\text{Volúmen de hormigón de cuneta} = 0.133 \text{ m}^2 * 7000 \text{ m}$$

$$\text{Volúmen de hormigón de cuneta} = \mathbf{931 \text{ m}^3}$$

**3.13.1.17. Horm. Cemento portland clase B, f'c=210 kg/cm<sup>2</sup> (Muros de ala, cabezales).**

$$\text{Volumen total HS cabezales} = \text{Volumen cabezal} * \#\text{cabezales} * 2\text{ lados}$$

$$\text{Volumen total HS cabezales} = 10.83\text{m}^3 * 2 * 2\text{ lados}$$

$$\text{Volumen total HS cabezales} = \mathbf{43.32 \text{ m}^3}$$

**3.13.1.18. Horm. Cemento portland clase B, f'c=180 kg/cm<sup>2</sup> (cunetas laterales).**

$$\text{Área de hormigón de cuneta} = 0.135 \text{ m}^2$$

$$\text{Volúmen de hormigón de cuneta} = 0.135 \text{ m}^2 * 7000 \text{ m} * 1\text{ lado}$$

$$\text{Volúmen de hormigón de cuneta} = \mathbf{945 \text{ m}^3}$$

**3.13.1.19. Tubería de acero corrugado, d=1.20 m, e=2 mm.**

$$\text{Longitud de tubería nueva} = \text{long alc1} + \text{lng alc2} + \text{long alc3} \dots$$

$$\text{Longitud de tubería nueva} = \mathbf{215 \text{ m}} \text{ (según planos)}$$

**3.13.1.20. Marcas de Pavimento - (Pintura termoplástica amarilla línea central 15 cm).**

Según planos propuestos para señalización: **6980 m.**

### **3.13.1.21. Marcas de Pavimento - (Pintura termoplástica blanca continua 15 cm).**

Considerando los planos propuestos para la señalización, la cantidad a ejecutarse de este rubro es: **14000 m.**

### **3.13.1.22. Marcas de Pavimento - (Señales Horizontales varias).**

Las señales consideradas han sido: líneas de aproximación a resaltos y resaltos, en total son **6 unidades.**

### **3.13.1.23. Marcas sobresalidas de pavimento (tachas reflect. unidireccionales).**

Las tachas unidireccionales irán colocadas en la línea de división de carriles y en las líneas de borde, cada 12 m, por lo tanto, nos da un resultado de **1750 unidades.**

### **3.13.1.24. Señales al lado de la carretera - (preventivas 0.75 x 0.75).**

Las señales que se incluyen en este rubro son: curva abierta derecha – izquierda, vía sinuosa primera derecha – primera izquierda, curva y contracurva abierta izquierda - derecha, resaltos y empalme lateral izquierdo – derecho, dando un total de **55 unidades.**

### **3.13.1.25. Señales al lado de la carretera - (reglamentarias 0.75 x 0.75).**

Para este rubro solo existen las señales de pare, que irán ubicadas en las intersecciones de las vías que conducen a pueblos aledaños y son en total **3 unidades.**

### **3.13.1.26. Señales al lado de la carretera - (informativas 2,40 x 1,80).**

Existen **3 unidades** según planos y tienen la finalidad de informar sobre la aproximación a pueblos cercanos o hacia donde conduce la vía.

### **3.13.1.27. Señales al lado de la carretera - (preventivas 0.90 x 0.90) tipo chevron.**

Estas señales irán ubicadas en todas las curvas de la vía y su espaciamiento dependerá del radio de cada curva, estas distancias están descritas en la parte de delineadores horizontales del presente capítulo. Los chevrones propuestos son dobles, para que así los conductores de ambos sentidos puedan percibir la señal, con esta consideración, se han calculado un total de **298 unidades**.

### **3.13.1.28. Agua para el control de polvo.**

Se asume que un metro cuadrado de suelo requiere 2.5 lts de agua para no causar molestias y permanecer estable, con esa consideración se realizan los cálculos con un ancho de 3.30 m de ampliación y 3 metros más a cada lado en toda la longitud de la vía.

$$\text{Área control de polvo} = (3.30m + 3m) * 7000m$$

$$\text{Área control de polvo} = 44100 m^2$$

$$\text{Volumen de agua total} = 44100 * 2.5$$

$$\text{Volumen de agua total} = \mathbf{110250 lts} = \mathbf{110.25 m^3}$$

### **3.13.1.29. Señalización Preventiva (letrero de hombres trabajando y vía en construcción 0.90 x 0.90).**

Según la norma estas señales deben colocarse entre 100m y 200m antes del peligro, por lo tanto, para que el proyecto advierta de un peligro durante todo el tramo se colocará una al inicio y final del proyecto y otras cada 500 m dentro del trayecto. El número total de señales será de **16 unidades**.

### **3.13.1.30. Cintas de peligro.**

Se estima que se necesitan **1000 m** de cinta de peligro.

### **3.13.1.31. Charlas de concientización (1 hora).**

El número necesario de charlas de concientización se estima en **4**, se cree que ello será suficiente para crear conciencia en la ciudadanía.

### **3.13.1.32. Comunicados radiales (2 minutos).**

Las comunicaciones se realizarán en horas de la mañana y tarde durante 5 días antes del inicio de la obra, y 15 en el transcurso de la misma para brindar información a la ciudadanía sobre los trabajos que se ejecutarán, por lo tanto, el número de comunicados radiales total es de **20**, considerando una cuña radial como un día de transmisión informativa.

### **3.13.1.33. Bacheo asfáltico menor.**

En base a estudios realizados por el MTOP para la vía Pelileo – Baños – Puyo, se pudo determinar coeficientes tentativos de las cantidades de trabajos de mantenimiento rutinario

anual para esta vía en específico de dos carriles. Estos valores permitirán obtener volúmenes de obra aproximados de cada rubro.

Para la cantidad de bacheo asfáltico menor el coeficiente a usarse es 0.55 m<sup>3</sup>/km.

$$\text{Bacheo asfáltico total por año} = 0.55 * \text{longitud carretera}$$

$$\text{Bacheo asfáltico total por año} = 0.55 * 7 \text{ km}$$

$$\text{Bacheo asfáltico total por año} = \mathbf{3.85 \text{ m}^3}$$

#### **3.13.1.34. Sellado de fisuras superficiales.**

$$\text{Litros para sellado de fisuras por km} = 544.75 \text{ lts}$$

$$\text{Litros para sellado de fisuras total} = 544.75 * 7 \text{ km}$$

$$\text{Litros para sellado de fisuras total} = \mathbf{3813.23 \text{ lts}}$$

#### **3.13.1.35. Limpieza de cunetas y encauzamientos a mano.**

$$\text{Volumen de limpieza cunetas por km} = 57.20 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen de limpieza total} = 57.20 * 7 \text{ km}$$

$$\text{Volumen de limpieza total} = \mathbf{400.40 \text{ m}^3}$$

### **3.13.1.36. Limpieza de alcantarillas.**

*Volumen de limpieza alcantarillas por km = 1.63 m<sup>3</sup>*

*Volumen de limpieza total = 1.63 \* 7km*

*Volumen de limpieza total = **11.41 m<sup>3</sup>***

### **3.13.1.37. Roza a mano.**

*Área de roza a mano por km = 1.63 m<sup>3</sup>*

*Volumen de limpieza total = 1.63 \* 7km*

*Volumen de limpieza total = **11.41 m<sup>3</sup>***

### **3.13.1.38. Mantenimiento de señalización vertical.**

*Señales mantenidas por km = 0.16 u*

*Señales mantenidas en total = 0.16 \* 7km*

*Señales mantenidas en total = **1.12 u***

### **3.13.1.39. Mantenimiento de señalización horizontal.**

*Señales mantenidas por km = 1824.90 m*

*Señales mantenidas en total = 1824.90 \* 7km*



*Señales mantenidas en total = 12774.31 m*

**3.13.1.40. Limpieza de derrumbes a máquina.**

*Volumen de limpieza a máquina por km = 27.24 m<sup>3</sup>*

*Volumen de limpieza total = 27.24 \* 7km*

*Volumen de limpieza total = 190.66 m<sup>3</sup>*

**3.13.1.41. Limpieza de derrumbes a mano.**

*Volumen de limpieza a mano por km = 20.43 m<sup>3</sup>*



*Volumen de limpieza total = 20.43 \* 7km*

*Volumen de limpieza total = 143.00 m<sup>3</sup>*

**3.13.2. Análisis de Precios Unitarios.**



Cada rubro analizado se encuentra detallado en el Anexo D.

## Cuadro N.- 96: Precios de Equipos

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> 	
<b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>	
<b>Proyecto:</b> “INSTRUCTIVO TÉCNICO PARA LA EVALUACIÓN, REPARACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL, UTILIZANDO LA METODOLOGÍA TÉCNICA Y TEÓRICA DEL PROYECTO “MANTENIMIENTO VIAL POR RESULTADOS DE LA RED VIAL ESTATAL E30, TRAMO PELILEO – LUNA BONSAI””.	
<b>COSTOS DE EQUIPOS</b>	
Descripción	Costo Hora
Aplicador	\$4,00
Camion cisterna 10000 l.	\$25,00
Herramienta menor	5% M.O
Camion cisterna 6000 l. de 210 HP	\$20,00
Camion mediano de 120 HP	\$12,00
Camioneta	\$10,00
Cargadora frontal de 120 HP	\$35,00
Compresor de aire	\$18,00
Cortadora de asfalto	\$5,00
Cortadora de hierro	\$2,00
Distribuidor de asfalto 1850 Gl, 195 HP	\$80,00
Distribuidor de asfalto de 300 HP	\$35,00
Equipo de topografía	\$25,00
Escoba autopropulsada de 76 HP	\$23,00
Finisher	\$55,00
Generador de energia	\$15,00
Hormigonera (8HP)	\$6,25
Martillo neumático	\$20,00
Motoniveladora de 135 HP	\$45,00
Motosierra	\$2,00
Planta asfáltica CEDARAPIS 120 TON.	\$155,00
Retroexcavadora	\$25,00
Rodillo de asfalto(dos tambores) CB-534C de 107HP	\$50,00
Rodillo neumático PS-100 de 77 HP	\$40,00
Rodillo vibratorio liso CS-431 de 107 HP	\$35,00
Soldadora eléctrica	\$3,00
Terminadora de asfalto	\$100,00
Tractor Cat D6H de 165 HP	\$60,00
Tractor Cat D8N de 285 HP	\$100,00
Vibrador (8 HP)	\$5,00
Volqueta 12 m3	\$25,00
Volqueta 8 m3	\$20,00

Fuente: Autor

### Cuadro N.- 97: Precios de Materiales

	<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b>	
<b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b>		
<b>ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>		
<b>Proyecto:</b> “INSTRUCTIVO TÉCNICO PARA LA EVALUACIÓN, REPARACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL, UTILIZANDO LA METODOLOGÍA TÉCNICA Y TEÓRICA DEL PROYECTO “MANTENIMIENTO VIAL POR RESULTADOS DE LA RED VIAL ESTATAL E30, TRAMO PELILEO – LUNA BONSAY” ”.		
<b>COSTOS DE MATERIALES</b>		
Descripción	Unidad	Precio Unit.
Estacas de madera	u	\$0,70
Pintura esmalte	galon	\$17,00
Mojones de H.S.	u	\$4,00
Material para Relleno (Arena)	m3	\$8,88
Material Sub base clase 2 (en obra)	m3	\$8,00
Agua	m3	\$0,80
Material Base clase 2 (en obra)	m3	\$9,50
Asfalto	lts	\$0,30
Arena (en obra)	m3	\$9,00
Ripio triturado (en obra)	m3	\$14,00
Diesel	gal	\$1,20
Cemento Chimborazo	Saco	\$7,56
Arena (en obra)	m3	\$9,00
Ripio triturado (en obra)	m3	\$14,00
Madera encofrado	global	\$18,00
Tubería de Acero corrugado d=1.20, e=2 mm gal	m	\$160,00
Pintura termoplástica	gal	\$35,20
Diluyente (tiñer)	gal	\$13,33
Tacha unidireccional reflectiva	u	\$3,10
Pegamento asfáltico	kg	\$23,00
Tacha bidireccional reflectiva	u	\$3,70
Lámina de tool galv.(2.44x1.22)m e=1.4 mm	m2	\$33,40
Tubo galv. 2"x6m (postes) ASTM	m	\$16,45
Pernos inoxidables	u	\$0,40
Señal diamante cubo DG3 (ASTM D4956 tipo X)	m2	\$84,00
Material electrocorte (sobrelaminacion y pictogramas)	m2	\$30,00
Hormigón claseB f'c=180 kg/cm2 (plintos 80x30x30)cm	m3	\$90,00
Varios	set	\$3,50
Angulos 30x3 mm	m	\$2,14
Cinta de peligro	m	\$0,10
Equipo de proyección	u	\$9,00
Laminas, diapositivas	u	\$20,00
Cuñas radiales	min	\$6,00
Mezcla asfáltica	m3	\$90,00
Disco de corte	u	\$375,00
Pintura tipo tráfico reflectiva	gal	\$28,00
Microesferas de vidrio	kg	\$0,77

Fuente: Autor

**Cuadro N.- 98: Precios de Mano de Obra**

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> 	
<b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>	
<b>Proyecto: “INSTRUCTIVO TÉCNICO PARA LA EVALUACIÓN, REPARACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL, UTILIZANDO LA METODOLOGÍA TÉCNICA Y TEÓRICA DEL PROYECTO “MANTENIMIENTO VIAL POR RESULTADOS DE LA RED VIAL ESTATAL E30, TRAMO PELILEO – LUNA BONSAÏ” ”.</b>	
<b>COSTOS DE MANO DE OBRA</b>	
<b>Descripción</b>	<b>Sal. Real por Hora</b>
Maestro de obra (Est. Oc. C1)	\$3,82
Albañil (Estr. Oc.D2)	\$3,45
Ayudate de maquinaria	\$3,45
Peón (Estr. Oc. E2)	\$3,41
Chofer tipo E	\$5,00
Fierrero (Estr. Oc. D2)	\$3,45
Maestro soldador especializado (Estr. Oc. C1)	\$3,82
Operador equipo liviano, Est. Ocup. D2	\$3,45
Cadenero (Estr. Oc. D2)	\$3,45
Operador de concretera rodante(Estr. Oc. C1 - G1)	\$3,82
Plomero (Estr. Oc. D2)	\$3,45
Encofrador (Estr. Oc.D2)	\$3,45
Pintor (Estr. Oc. D2)	\$3,45
Chofer Volquetas (Estr. Oc. C1)	\$5,00
Operador Excavadora (Estr. Oc. C1 - G1)	\$3,82
Operador Equipo en general (Estr. Oc. C1)	\$3,82
Operador Retroexcavadora (Estr. Oc. C1 - G1)	\$3,82
Instalador de revestimiento en general (Estr. Oc. D2)	\$3,45
Carpintero (Estr. Oc. D2)	\$3,45
Topógrafo 2 (Estr. Oc. C1)	\$3,82
Electricista (Estr. Oc. D2)	\$3,45
Soldador (Estr. Oc. D2)	\$3,45
Chofer Tanquero(Estr. Oc. C1)	\$5,00
Inspector de obra (Estr. Oc. B3)	\$3,83
Operador Cargadora Frontal (Estr. Oc. C1 - G1)	\$3,82
Hojalatero (Estr. Oc. D2)	\$3,45
Operador (Estr. Oc. C2 - G2)	\$3,64

Fuente: Autor

### 3.13.3. Presupuesto Referencial.

#### Cuadro N.- 99: Presupuesto Referencial de la Ampliación Proyecto

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**TABLA DE DESCRIPCIÓN DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS**

HOJA 1 DE 2

#	DESCRIPCIÓN	U	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>					
1	Desbroce, desbosque y limpieza	ha	4,20	579,10	2.432,22
2	Replanteo y nivelación	km	7,00	729,98	5.109,86
3	Excavación en suelo	m3	26.990,68	1,40	37.786,95
4	Excavación sin clasificación	m3	17.325,00	1,46	25.294,50
5	Excavación para cunetas y encauzamientos	m3	1.659,00	4,03	6.685,77
6	Excavación y relleno de Estructuras menores	m3	3.640,00	8,35	30.394,00
7	Limpieza de derrumbes	m3	5.398,14	2,06	11.120,17
8	Transporte del material de excavación	m3-km	248.073,40	0,60	148.844,04
SubTotal					267.667,51
<b>CALZADA</b>					
9	Sub-Base Granular Clase 2	m3	12.196,80	13,56	165.388,61
10	Transporte de Sub-Base granular y Base clase 2	m3-km	146.355,84	0,60	87.813,50
11	Base clase 2	m3	6.098,40	15,90	96.964,56
12	Capa de rodadura de Hormigón Asfáltico mezclado en planta de e=15cm	m2	26.565,00	16,15	429.024,75
13	Transporte de material para capa de rodadura (mezcla asfáltica)	m3-km	108.783,68	0,42	45.689,15
14	Asfalto MC para imprimación (1.5 lt/m2)	lts	17.710,00	0,37	6.552,70
15	Asfalto diluido tipo MC grado 250 para riego de adherencia (0.40 lt/m2)	lts	66.412,50	0,37	24.572,63
SubTotal					856.005,90
<b>DRENAJE</b>					
16	Remoción de hormigón	m3	931,00	38,99	36.299,69
17	Horm. Cemento portland clase B, f'c=210 kg/cm2 (Muros de ala, cabezales)	m3	43,32	179,03	7.755,58
18	Horm. Cemento portland clase B, f'c=180 kg/cm2 (cunetas laterales)	m3	945,00	139,63	131.950,35
19	Tubería de acero corrugado, d=1.20 m, e=2 mm	ml	215,00	219,82	47.261,30
SubTotal					223.266,92

<b>SEÑALIZACIÓN</b>					
20	Marcas de Pavimento - (Pintura termoplastica amarilla línea central 15 cm)	m	6.980,00	0,95	6.631,00
21	Marcas de Pavimento - (Pintura termoplastica blanca continúa 15 cm)	m	14.000,00	0,95	13.300,00
22	Marcas de Pavimento - (Señales Horizontales varias)	u	6,00	12,32	73,92
23	Marcas sobresalidas de pavimento (tachas reflect. unidireccionales)	u	1.750,00	5,08	8.890,00
24	Señales al lado de la carretera - (preventivas 0.75 x 0.75)	u	55,00	200,62	11.034,10
25	Señales al lado de la carretera - (reglamentarias 0.75 x 0.75)	u	3,00	200,62	601,86
26	Señales al lado de la carretera - (informativas 2,20 x 1,55)	u	3,00	834,94	2.504,82
27	Señales al lado de la carretera (preventivas 0.75 x 0.90) tipo chevron doble	u	149,00	356,86	53.172,14
SubTotal					96.207,84
<b>IMPACTO AMBIENTAL</b>					
28	Agua para el control de polvo	m3	110,25	4,63	510,46
29	Señalización Preventiva (letrero de hombres trabajando y vía en construcción 0.90 x 0.90)	u	16,00	254,23	4.067,68
30	Cintas de peligro	m	1.000,00	0,13	130,00
31	Charlas de concientización (1 hora)	u	4,00	277,86	1.111,44
32	Comunicados radiales (2 minutos)	u	20,00	14,62	292,40
SubTotal					6.111,98
<b>TOTAL:</b>					<b>1.449.260,15</b>

**PRECIO TOTAL: UN MILLÓN CUATROCIENTOS CUARENTA Y NUEVE MIL DOSCIENTOS SESENTA CON 15/100 DOLARES MAS I.V.A.**

<b>PRESUPUESTO ANUAL MANTENIMIENTO RUTINARIO</b>					
33	Bacheo asfáltico menor	m3	3,85	147,59	568,22
34	Sellado de fisuras superficiales	lts	3.813,23	0,51	1.944,75
35	Limpieza de cunetas y encauzamientos a mano	m3	400,40	6,93	2.774,77
36	Limpieza de alcantarillas	m3	11,41	22,06	251,70
37	Roza a mano	ha	11,41	402,15	4.588,53
38	Mantenimiento de señalización vertical	u	1,12	148,12	165,89
39	Mantenimiento de señalización horizontal	m	12.774,31	0,88	11.241,39
40	Limpieza de derrumbes a máquina	m3	190,66	6,77	1.290,77
41	Limpieza de derrumbes a mano	m3	143,00	4,92	703,56
<b>TOTAL:</b>					<b>23.529,58</b>

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

**PRECIO TOTAL:VEINTE Y TRES MIL QUINIENTOS VEINTE Y NUEVE CON 58/100 DOLARES MAS I.V.A**

Ambato, Mayo del 2017

Elaborado por: Andrés Renato López Yumiguano

Fuente: Autor

### 3.13.4. Cronograma Valorado de Trabajos.

#### Cuadro N.- 100: Cronograma Valorado de Trabajos de Ampliación del Proyecto

PROYECTO PELILEO- LUNA BONSAY																						
CRONOGRAMA VALORADO																						
Elaborado por: <b>Andrés López</b>																						
No-	RUBROS	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO DOLARES	PRECIO TOTAL DOLARES	Mes 1				Mes 2				Mes 3				Mes 4				TOTAL
						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>																						
1	Desbroce, desbosque y limpieza	ha	4,20	579,10	\$2.432,22		972,89	1.459,33												\$2.432,22		
2	Replanteo y nivelación	km	7,00	729,98	\$5.109,86		2.043,94	3.065,92												\$5.109,86		
3	Excavación en suelo	m3	26.990,68	1,40	\$37.786,95			7.557,39	9.446,74	9.446,74	11.336,09									\$37.786,95		
4	Excavación sin clasificación	m3	17.325,00	1,46	\$25.294,50					6.323,63	8.853,08	10.117,80								\$25.294,50		
5	Excavación para cunetas y encauzamientos	m3	1.659,00	4,03	\$6.685,77					2.674,31	4.011,46									\$6.685,77		
6	Excavación y relleno de Estructuras menores	m3	3.640,00	8,35	\$30.394,00					12.157,60	18.236,40									\$30.394,00		
7	Limpieza de derrumbes	m3	5.398,14	2,06	\$11.120,17			2.224,03	2.780,04	2.780,04	3.336,05									\$11.120,17		
8	Transporte del material de excavación	m3-km	248.073,40	0,60	\$148.844,04			22.326,61	22.326,61	29.768,81	37.211,01	37.211,01								\$148.844,04		
<b>CALZADA</b>																						
9	Sub-Base Granular Clase 2	m3	12.196,80	13,56	\$165.388,61						66.155,44	99.233,16								\$165.388,61		
10	Transporte de Sub-Base granular y Base clase 2	m3-km	146.355,84	0,60	\$87.813,50						13.172,03	17.562,70	21.953,38							\$87.813,50		
11	Base clase 2	m3	6.098,40	15,90	\$96.964,56							38.785,82	58.178,74							\$96.964,56		
12	Capa de rodadura de Hormigón Asfáltico mezclado en planta de e=15cm	m2	26.565,00	16,15	\$429.024,75								85.804,95	107.256,19	107.256,19	128.707,43				\$429.024,75		
13	Transporte de material para capa de rodadura (mezcla asfáltica)	m3-km	108.783,68	0,42	\$45.689,15								9.137,83	11.422,29	11.422,29	13.706,74				\$45.689,15		
14	Asfalto MC para imprimación (1.5 lt/m2)	lts	17.710,00	0,37	\$6.552,70								1.310,54	1.638,18	1.638,18	1.965,81				\$6.552,70		
15	Asfalto diluido tipo MC grado 250 para riego de adherencia (0.40 lt/m2)	lts	66.412,50	0,37	\$24.572,63								4.914,53	6.143,16	6.143,16	7.371,79				\$24.572,63		
<b>DRENAJE</b>																						
16	Remoción de hormigón	m3	931,00	38,99	\$36.299,69				18.149,85	18.149,85										\$36.299,69		
17	Horm. Cemento portland clase B, f'c=210 kg/cm2 (Muros de ala, cabezales)	m3	43,32	179,03	\$7.755,58								3.102,23	4.653,35						\$7.755,58		
18	Horm. Cemento portland clase B, f'c=180 kg/cm2 (cunetas laterales)	m3	945,00	139,63	\$131.950,35										32.987,59	46.182,62	52.780,14			\$131.950,35		
19	Tubería de acero corrugado, d=1.20 m, e=2 mm	ml	215,00	219,82	\$47.261,30								18.904,52	28.356,78						\$47.261,30		
<b>SEÑALIZACIÓN</b>																						
20	Marcas de Pavimento - (Pintura termoplastica amarilla línea central 15 cm)	m	6.980,00	0,95	\$6.631,00														2.652,40	3.978,60	\$6.631,00	
21	Marcas de Pavimento - (Pintura termoplastica blanca continua 15 cm)	m	14.000,00	0,95	\$13.300,00														5.320,00	7.980,00	\$13.300,00	
22	Marcas de Pavimento - (Señales Horizontales varias)	u	6,00	12,32	\$73,92															73,92	\$73,92	
23	Marcas sobresalidas de pavimento (tachas reflect. unidireccionales)	u	1.750,00	5,08	\$8.890,00															3.556,00	5.334,00	\$8.890,00
24	Señales al lado de la carretera - (preventivas 0.75 x 0.75)	u	55,00	200,62	\$11.034,10															4.413,64	6.620,46	\$11.034,10
25	Señales al lado de la carretera - (reglamentarias 0.75 x 0.75)	u	3,00	200,62	\$601,86															240,74	361,12	\$601,86
26	Señales al lado de la carretera - (informativas 2,20 x 1,55)	u	3,00	834,94	\$2.504,82															1.001,93	1.502,89	\$2.504,82
27	Señales al lado de la carretera - (preventivas 0.75 x 0.90) tipo chevron doble	u	149,00	356,86	\$53.172,14															21.268,86	31.903,28	\$53.172,14
<b>IMPACTO AMBIENTAL</b>																						
28	Agua para el control de polvo	m3	110,25	4,63	\$510,46			45,94	45,94	45,94	45,94	45,94	45,94	35,73	25,52	25,52	25,52	25,52	25,52	25,52	\$510,46	
29	Señalización Preventiva (letrero de hombres trabajando y vía en construcción 0.90 x 0.90)	u	16,00	254,23	\$4.067,68		271,19	271,19	271,19	271,19	271,19	271,19	271,19	271,19	271,19	271,19	271,19	271,19	271,19	271,19	\$4.067,68	
30	Cintas de peligro	m	1.000,00	0,13	\$130,00		8,67	8,67	8,67	8,67	8,67	8,67	8,67	8,67	8,67	8,67	8,67	8,67	8,67	8,67	\$130,00	
31	Charlas de concientización (1 hora)	u	4,00	277,86	\$1.111,44		277,86			277,86			277,86							277,86	\$1.111,44	
32	Comunicados radiales (2 minutos)	u	20,00	14,62	\$292,40		73,10			73,10			73,10							73,10	\$292,40	
<b>TOTAL MENSUAL</b>					<b>\$ 1.449.260,14</b>		<b>\$ 93.635,76</b>			<b>\$ 431.344,73</b>			<b>\$ 542.797,41</b>			<b>\$ 381.482,24</b>				<b>\$ 1.449.260,14</b>		
<b>AVANCE PARCIAL EN %</b>							<b>6,46%</b>			<b>29,76%</b>			<b>37,45%</b>			<b>26,32%</b>						
<b>TOTAL ACUMULADO</b>							<b>\$93.635,76</b>			<b>\$524.980,49</b>			<b>\$1.067.777,91</b>			<b>\$1.449.260,14</b>						
<b>AVANCE ACUMULADO EN %</b>							<b>6,46%</b>			<b>36,22%</b>			<b>73,68%</b>			<b>100,00%</b>						

Fuente: Autor

## CAPÍTULO IV

### 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

#### 4.1. Conclusiones.

- Varias de las características actuales de la carretera no satisfacen con los requerimientos mínimos recomendados por las normas viales, por lo que es necesario mejorar estas falencias eficazmente y sin descuidar el aspecto económico.
- La ampliación propuesta al ancho de corona de la vía es de 3.40 m y tiene un presupuesto estimado de \$1.516.885,29. Este incremento ira localizado al lado izquierdo de la carretera en sentido Pelileo – Baños, donde existe espacio suficiente para la ampliación y además no desestabilizará los taludes existentes. El proyecto permitirá tener un tráfico más fluido dentro de la vía, reducir los tiempos de viaje y, mejorar la seguridad y comodidad de los usuarios.
- Mediante el estudio de tráfico se pudo calcular que el TPDA del proyecto es de 9720 vehículos por día, lo que clasifica a la vía como tipo R-I o R-II. Esta categorización se encuentra en concordancia con la clasificación dada por el MTOP a la vía.
- La velocidad de diseño calculada para la vía fue de 90 km/h y la velocidad de circulación obtenida fue de 59 km/h. Actualmente la carretera tiene asignada una velocidad de diseño de 60 km/h y una velocidad de circulación de 48 km/h, esto debido a que la vía tiene las características generales de una carretera Clase II o Clase III, perjudicando así a todos sus usuarios.
- La mayoría de gradientes longitudinales de la vía no se encuentran en el rango de gradientes permitidas por la norma, teniendo una gradiente máxima en el proyecto de 8.14% en 400 metros y una mínima de 0.30% en 130 metros. Además, la mayor parte de radios de curvatura tampoco cumplen con



lo recomendado por la norma de diseño geométrico de carreteras, existiendo radios de curva en la vía desde 60 metros hasta 1000 metros.

- La sección típica actual tiene un ancho de corona de 8.90 metros con pendientes transversales del 2.5%, mientras que la sección típica propuesta tiene una corona de 12.30 metros de ancho y con las mismas pendientes transversales.
- Los espesores de la estructura del pavimento existente son: sub-base = 40 cm, base = 20 cm y carpeta asfáltica = 15 cm. El cálculo de los espesores del pavimento realizado determinó diferentes espesores para cada capa, así: sub-base = 25 cm, base = 20 cm y carpeta asfáltica = 13 cm. Se optó por los mismos espesores del pavimento existente para la ampliación del proyecto, para no realizar un alzado y reconfiguración del pavimento actual.
- Por el tipo de material que produce la mina más cercana al proyecto y por la clase de material actual del pavimento, se ha propuesto una sub-base clase 2 y una base clase 2 para la ampliación. Para la carpeta asfáltica se ha considerado un asfalto MC-250 para imprimación y un asfalto diluido MC grado 250 para riego de adherencia, esto dependerá de la disponibilidad de los productos en la planta asfáltica.
- La sección transversal actual de las cunetas es de dos tipos, una rectangular y una triangular. Según los estudios hidrológicos realizados, la sección de la cuneta rectangular no satisface los requerimientos del caudal máximo esperado, lo que es diferente con la cuneta de sección triangular que sí cumple con lo solicitado. Por ello se propuso colocar cunetas triangulares con ancho de 1 m y altura de 33 cm en ambos lados de todo el proyecto, ya que esta sección puede transportar un caudal superior al caudal máximo esperado.
- El actual sistema de alcantarillado funciona de manera adecuada, desalojando las aguas superficiales eficazmente. El mismo cuenta con 22 alcantarillas de acero corrugado, de sección circular y con diámetros entre 1.20 m y 1.50 m. Todas las alcantarillas cuentan con cabezales de hormigón en su entrada y salida. Para la propuesta se ha considerado aumentar dos alcantarillas de diámetro 1.20 m en las abscisas km 1+730 y km 2+160, para recoger las aguas de las quebradas que desembocan en estos sitios.

- La señalización actual de la vía, está cumpliendo con el objetivo de informar a los conductores de forma oportuna sobre alguna situación que amerite ser conocida. Pero, también se encontraron falencias en la señalización horizontal y vertical, principalmente porque algunos elementos no cumplían con lo establecido por la norma, entre ellos: la doble línea continua, las líneas de borde, los resaltos, los postes de kilometraje, las distancias de colocación de señales verticales, los chevrones y los postes delineadores. En la propuesta de señalización se rectificaron esos errores y se ratificaron los aciertos.
- Dentro de la etapa de reparación o puesta a punto se realizaron varios trabajos que permitieron llegar a un estado óptimo de funcionalidad de la vía. Entre los trabajos ejecutados estuvieron: colocación de sub-base, distribución de base de agregados, ubicación de carpeta asfáltica, bacheo asfáltico, sellado de fisuras superficiales, roza de vegetación, limpieza de alcantarillas y cunetas, excavación y relleno para estructuras, limpieza de derrumbes, reconstrucción de elementos de hormigón, arreglo o colocación de señales horizontales y verticales y reparación de los puntos críticos.
- En la fase de mantenimiento por resultados no se cumplió con algunos estándares de seguridad vial y derecho de vía, pero a pesar de ello, al calcular el índice de servicio se obtuvo el porcentaje mínimo exigido que es del 90%.

#### **4.2. Recomendaciones.**

- Rectificar todos los elementos del proyecto que no cumplan con las diferentes normativas viales, hasta que se garantice su total funcionalidad, así como también la seguridad y comodidad de los usuarios.
- Continuar aplicando la metodología del mantenimiento por resultados para el cuidado de la vía, ya que ha producido efectos muy favorables para la carretera.
- Difundir la información necesaria a otras instituciones públicas encargadas de la vialidad del país, sobre el uso y aplicación del programa de mantenimiento por resultados del MTOP.
- Cumplir cabalmente con todas las normas referentes al diseño vial en el momento de realizar la ampliación de la carretera, así como también respetar las normas de seguridad industrial y verificar la calidad de los materiales de construcción.
- Respetar los valores de cada rubro analizado para el proyecto de ampliación, con el fin de permanecer dentro del presupuesto calculado. Hacerlo de igual forma con el presupuesto de mantenimiento rutinario anual.

### 4.3. Bibliografía.

#### 4.3.1. Referencias.

- [1] Norma Ecuatoriana Vial NEVI, *Volumen N.- 6: Conservación vial*, MTOP, 2013; introducción – pág. v.
- [2] Corporación Andina de Fomento CAF, *Mantenimiento Vial: Informe Sectorial*, 2010; presentación – pág. 7.
- [3] L. Guevara, *Modelo de Mantenimiento vial que permita desarrollar planes de conservación en la capa de rodadura para vías interparroquiales de la provincia de Tungurahua*, Maestría en Vías Terrestres, Univ. Técnica de Ambato, Ambato – Ecuador, 2009; cap. 1 – pág. 3.
- [4] Ministerio de Transporte y Obras Públicas MTOP, *Valores, Misión y Visión Institucional*, 2008; presentación – pág. 2.
- [5] Ministerio de Transporte y Obras Públicas MTOP, *Pliego de Licitación para la Contratación del Mantenimiento por Resultados de la Carretera Pelileo – Baños – Puyo Red vial Estatal E30*, 2010; cap. 1 – pág. 1.
- [6] *Norma de diseño geométrico de carreteras*; MTOP 2003.
- [7] J. Agudelo, *Diseño Geométrico de Vías*, Univ. Nacional de Colombia-Medellín, 2002; cap.3-pag. 54.
- [8] *Ley de Caminos de la República del Ecuador*; Junta Militar de Gobiernos 1964; cap.1-pag. 1.

- [9] K. Freire, *Condiciones de la vía Llangahua - San José - loma gorda de la parroquia Pilahuin del cantón Ambato, Provincia de Tungurahua y su influencia en el desarrollo socio productivo del sector.*, Tesis de Grado, Univ. Técnica de Ambato, Ambato – Ecuador, 2015; cap. 2 – pág. 22.
- [10] F. Moreira, *Apuntes de Pavimentos - 8vo Semestre*, Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, Univ. Técnica de Ambato, Ambato-Ecuador, 2014; cap. 1 – pág. 3 - 4.
- [11] Norma I.N.V. E 790-07, *Determinación del índice internacional de rugosidad (IRI) para medir la rugosidad de los pavimentos*, 2007; cap. 1 – pág. 2.
- [12] G. Vargas, *Determinación de la regularidad superficial del pavimento, mediante el cálculo del Índice de Regularidad Internacional (IRI)*, 2009; pág. 33-36.
- [13] Ministerio de Transporte y Obras Públicas MTOP – Dirección Provincial de Tungurahua, *Informe Pre – Preliminar de Factibilidad de la Carretera Pelileo – Baños - Puyo*, 2012; pág. 42.
- [14] R. Cal y Mayor y J. Cárdenas Grisales, *Ingeniería de Tránsito – Fundamentos y Aplicaciones 8ª edición*, México, 2007.
- [15] AASHTO. *Guía para el Diseño de la Estructura del Pavimento - “Design of Pavement Structures”* (1993); Washington D.C: American Association of State Highway and Transportation Officials.
- [16] Reglamento Técnico Ecuatoriano, Señalización Vial, 1er ed.; RTE INEN 004-2-2011.
- [17] Reglamento Técnico Ecuatoriano, Señalización Vial, 1er ed.; RTE INEN 004-1-2011

- [18] *Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes*; MOP - 001-F 2002, Quito, 2002.

#### **4.3.2. Bibliografía Adicional.**

- Revista de la Cámara de la Construcción de Ambato, Modus Vivendi, Boletín Técnico, Listado de Materiales, Alquiler de Maquinaria, enero-marzo 2017.
- Contraloría General del Estado, Dirección de Auditoría de Proyectos y Ambiental, Reajuste de Precios, Salarios Mínimo por Ley, enero 2017.
- Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, *Anuario Meteorológico N.-52-2012*, Quito - Ecuador, 2015.
- J. Calderón, *Equipos de medición de efectividad de señales viales para auditorías de seguridad vial*”, Univ. Tecnológica Nacional, Argentina, 2009.
- A. de Matteis, *Estabilidad de Taludes*, Univ. Nacional de Rosario, 2003.
- J. Heredia, *Clasificación de las fallas de pavimento flexibles y rígidos*, Carabobo - Venezuela, 2005.
- J. Coronado, *Manual Centroamericano para el Diseño de Pavimentos*, Secretaría de Integración Económica Centroamericana, Guatemala, 2002.
- SUCS, *Sistema Unificado de Clasificación de Suelos*.

# **ANEXOS**

**Anexo A:** Conteo del Tránsito

**Anexo B:** Estudio de Suelos

**Anexo C:** Tabla de Despachos de Combustibles en la Provincia de Tungurahua para el año 2016 y Cuencas Hidrográficas del Proyecto

**Anexo D:** Análisis de Precios Unitarios

**Anexo E:** Archivo Fotográfico

**Anexo F:** Planos del Proyecto

# **Anexo A**

## **Conteo del Tránsito**





UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO							
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA							
CONTEO VEHICULAR EN LA VÍA PELILEO - LUNA BONSAÏ							
Realizado por: Andrés López			Conteo: Ambos Sentidos		Fecha: 14, 15, 17 y 19 de Enero del 2017		
Ubicación: km 0+400					Día: Sábado, Domingo, Martes y Jueves		
HORA	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
	15-ene	16-ene	17-ene	18-ene	19-ene	20-ene	14-ene
6:00-6:15	71		201		147		62
6:15-6:30	78		213		156		65
6:30-6:45	84		199		172		76
6:45-7:00	81		228		189		74
7:00-7:15	96		248		219		89
7:15-7:30	99		229		203		78
7:30-7:45	125		205		199		102
7:45-8:00	132		219		214		120
8:00-8:15	139		176		178		134
8:15-8:30	119		180		184		105
8:30-8:45	122		154		139		109
8:45-9:00	123		139		155		105
9:00-9:15	111		134		163		121
9:15-9:30	115		134		146		123
9:30-9:45	141		147		142		142
9:45-10:00	149		148		151		142
10:00-10:15	162		162		152		149
10:15-10:30	207		149		153		174
10:30-10:45	190		155		155		186
10:45-11:00	193		162		134		199
11:00-11:15	177		174		137		186
11:15-11:30	174		151		161		196
11:30-11:45	180		160		149		165
11:45-12:00	178		178		166		173
12:00-12:15	190		178		173		173
12:15-12:30	190		194		181		193
12:30-12:45	206		168		173		212
12:45-13:00	221		150		143		230
13:00-13:15	213		136		133		220
13:15-13:30	226		127		135		228
13:30-13:45	228		139		146		235
13:45-14:00	216		152		149		229
14:00-14:15	211		141		152		213
14:15-14:30	197		129		137		208
14:30-14:45	183		122		121		185
14:45-15:00	184		139		135		194
15:00-15:15	197		126		120		182
15:15-15:30	213		135		122		217
15:30-15:45	214		144		146		213
15:45-16:00	224		132		125		239
16:00-16:15	241		143		142		221
16:15-16:30	244		155		155		216
16:30-16:45	211		175		170		248
16:45-17:00	227		170		179		240
17:00-17:15	248		162		163		222
17:15-17:30	235		178		193		217
17:30-17:45	245		190		194		235
17:45-18:00	231		202		183		221
<b>TOTAL</b>	8441		7932		7634		8266

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO						
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA						
CONTEO VEHICULAR EN LA VÍA PELILEO - LUNA BONSAÏ						
Realizado por: Andrés López			Conteo: Ambos Sentidos		Fecha: 14 de Enero del 2017	
Ubicación: km 0+400					Día: Sábado	
HORA	Vehículos Livianos	Buses	Camiones 2E	Camiones 3E o Superior	Total Camiones	TOTAL
6:00-6:15	49	5	5	3	8	62
6:15-6:30	54	6	3	2	5	65
6:30-6:45	65	8	2	1	3	76
6:45-7:00	62	7	2	3	5	74
7:00-7:15	77	7	4	1	5	89
7:15-7:30	68	5	5	0	5	78
7:30-7:45	89	8	3	2	5	102
7:45-8:00	104	10	5	1	6	120
8:00-8:15	119	11	4	0	4	134
8:15-8:30	95	5	5	0	5	105
8:30-8:45	98	7	3	1	4	109
8:45-9:00	94	7	3	1	4	105
9:00-9:15	104	9	5	3	8	121
9:15-9:30	110	8	5	0	5	123
9:30-9:45	129	6	6	1	7	142
9:45-10:00	127	8	7	0	7	142
10:00-10:15	135	7	7	0	7	149
10:15-10:30	155	11	8	0	8	174
10:30-10:45	173	5	7	1	8	186
10:45-11:00	186	4	8	1	9	199
11:00-11:15	175	6	5	0	5	186
11:15-11:30	181	8	6	1	7	196
11:30-11:45	154	4	6	1	7	165
11:45-12:00	164	5	4	0	4	173
12:00-12:15	164	5	3	1	4	173
12:15-12:30	182	6	3	2	5	193
12:30-12:45	197	7	5	3	8	212
12:45-13:00	213	8	8	1	9	230
13:00-13:15	206	8	5	1	6	220
13:15-13:30	215	5	7	1	8	228
13:30-13:45	221	10	4	0	4	235
13:45-14:00	216	9	3	1	4	229
14:00-14:15	197	11	5	0	5	213
14:15-14:30	195	10	3	0	3	208
14:30-14:45	173	7	4	1	5	185
14:45-15:00	185	3	4	2	6	194
15:00-15:15	174	4	3	1	4	182
15:15-15:30	207	5	5	0	5	217
15:30-15:45	205	3	5	0	5	213
15:45-16:00	229	5	4	1	5	239
16:00-16:15	212	4	5	0	5	221
16:15-16:30	209	4	2	1	3	216
16:30-16:45	236	5	5	2	7	248
16:45-17:00	227	6	6	1	7	240
17:00-17:15	211	8	3	0	3	222
17:15-17:30	200	11	5	1	6	217
17:30-17:45	217	9	7	2	9	235
17:45-18:00	204	10	5	2	7	221
<b>TOTAL</b>	7662	330	227	47	274	8266
<b>%</b>	92,69	3,99	2,75	0,57		100,00

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO						
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA						
CONTEO VEHICULAR EN LA VÍA PELILEO - LUNA BONSAI						
Realizado por: Andrés López			Cuento: Ambos Sentidos		Fecha: 15 de Enero del 2017	
Ubicación: km 0+400					Día: Domingo	
HORA	Vehículos Livianos	Buses	Camiones 2E	Camiones 3E o Superior	Total Camiones	TOTAL
6:00-6:15	58	8	3	2	5	71
6:15-6:30	62	8	4	4	8	78
6:30-6:45	67	10	3	4	7	84
6:45-7:00	70	8	2	1	3	81
7:00-7:15	82	8	5	1	6	96
7:15-7:30	85	6	6	2	8	99
7:30-7:45	110	8	4	3	7	125
7:45-8:00	116	9	7	0	7	132
8:00-8:15	121	12	4	2	6	139
8:15-8:30	104	7	7	1	8	119
8:30-8:45	107	8	5	2	7	122
8:45-9:00	113	6	4	0	4	123
9:00-9:15	100	5	5	1	6	111
9:15-9:30	104	6	5	0	5	115
9:30-9:45	122	10	7	2	9	141
9:45-10:00	134	8	6	1	7	149
10:00-10:15	146	9	7	0	7	162
10:15-10:30	190	10	6	1	7	207
10:30-10:45	176	7	7	0	7	190
10:45-11:00	179	7	7	0	7	193
11:00-11:15	166	5	5	1	6	177
11:15-11:30	161	8	5	0	5	174
11:30-11:45	168	6	6	0	6	180
11:45-12:00	165	7	5	1	6	178
12:00-12:15	176	8	6	0	6	190
12:15-12:30	178	7	5	0	5	190
12:30-12:45	190	7	8	1	9	206
12:45-13:00	203	10	8	0	8	221
13:00-13:15	198	9	6	0	6	213
13:15-13:30	208	10	8	0	8	226
13:30-13:45	212	8	8	0	8	228
13:45-14:00	203	8	5	0	5	216
14:00-14:15	194	9	7	1	8	211
14:15-14:30	182	7	7	1	8	197
14:30-14:45	173	5	5	0	5	183
14:45-15:00	178	4	2	0	2	184
15:00-15:15	189	3	5	0	5	197
15:15-15:30	200	5	7	1	8	213
15:30-15:45	205	4	5	0	5	214
15:45-16:00	216	5	2	1	3	224
16:00-16:15	229	6	5	1	6	241
16:15-16:30	233	5	6	0	6	244
16:30-16:45	202	4	4	1	5	211
16:45-17:00	221	4	2	0	2	227
17:00-17:15	230	13	4	1	5	248
17:15-17:30	219	10	5	1	6	235
17:30-17:45	232	10	2	1	3	245
17:45-18:00	215	11	4	1	5	231
<b>TOTAL</b>	7792	358	251	40	291	8441
<b>%</b>	92,31	4,24	2,97	0,47		100,00

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO						
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA						
CONTEO VEHICULAR EN LA VÍA PELILEO - LUNA BONSAY						
Realizado por: Andrés López			Conteo: Ambos Sentidos		Fecha: 17 de Enero del 2017	
Ubicación: km 0+400					Día: Martes	
HORA	Vehículos Livianos	Buses	Camiones 2E	Camiones 3E o Superior	Total Camiones	TOTAL
6:00-6:15	182	6	12	1	13	201
6:15-6:30	194	8	10	1	11	213
6:30-6:45	179	7	11	2	13	199
6:45-7:00	203	11	14	0	14	228
7:00-7:15	219	14	14	1	15	248
7:15-7:30	200	9	18	2	20	229
7:30-7:45	176	10	16	3	19	205
7:45-8:00	192	7	16	4	20	219
8:00-8:15	155	12	9	0	9	176
8:15-8:30	149	10	17	4	21	180
8:30-8:45	138	8	8	0	8	154
8:45-9:00	122	6	11	0	11	139
9:00-9:15	109	11	13	1	14	134
9:15-9:30	113	9	10	2	12	134
9:30-9:45	122	10	14	1	15	147
9:45-10:00	127	7	12	2	14	148
10:00-10:15	136	11	14	1	15	162
10:15-10:30	125	13	11	0	11	149
10:30-10:45	131	10	13	1	14	155
10:45-11:00	140	11	11	0	11	162
11:00-11:15	152	8	14	0	14	174
11:15-11:30	131	11	9	0	9	151
11:30-11:45	143	9	7	1	8	160
11:45-12:00	158	11	9	0	9	178
12:00-12:15	155	11	11	1	12	178
12:15-12:30	167	13	14	0	14	194
12:30-12:45	146	8	14	0	14	168
12:45-13:00	126	6	16	2	18	150
13:00-13:15	110	8	17	1	18	136
13:15-13:30	104	7	13	3	16	127
13:30-13:45	115	8	14	2	16	139
13:45-14:00	131	9	11	1	12	152
14:00-14:15	122	5	13	1	14	141
14:15-14:30	112	7	9	1	10	129
14:30-14:45	101	10	11	0	11	122
14:45-15:00	117	8	14	0	14	139
15:00-15:15	105	8	12	1	13	126
15:15-15:30	118	5	10	2	12	135
15:30-15:45	126	9	8	1	9	144
15:45-16:00	114	10	7	1	8	132
16:00-16:15	127	7	9	0	9	143
16:15-16:30	134	8	11	2	13	155
16:30-16:45	155	11	8	1	9	175
16:45-17:00	145	11	14	0	14	170
17:00-17:15	140	9	12	1	13	162
17:15-17:30	158	8	10	2	12	178
17:30-17:45	171	10	8	1	9	190
17:45-18:00	178	11	11	2	13	202
<b>TOTAL</b>	<b>6873</b>	<b>436</b>	<b>570</b>	<b>53</b>	<b>623</b>	<b>7932</b>
<b>%</b>	<b>86,65</b>	<b>5,50</b>	<b>7,19</b>	<b>0,67</b>		<b>100,00</b>

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO						
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA						
CONTEO VEHICULAR EN LA VÍA PELILEO - LUNA BONSAI						
Realizado por: Andrés López			Cuento: Ambos Sentidos		Fecha: 19 de Enero del 2017	
Ubicación: km 0+400					Día: Jueves	
HORA	Vehículos Livianos	Buses	Camiones 2E	Camiones 3E o Superior	Total Camiones	Total
6:00-6:15	131	5	9	2	11	147
6:15-6:30	140	7	8	1	9	156
6:30-6:45	152	8	11	1	12	172
6:45-7:00	170	8	11	0	11	189
7:00-7:15	194	11	13	1	14	219
7:15-7:30	181	8	14	0	14	203
7:30-7:45	178	7	13	1	14	199
7:45-8:00	188	9	17	0	17	214
8:00-8:15	153	11	11	3	14	178
8:15-8:30	158	11	14	1	15	184
8:30-8:45	124	8	5	2	7	139
8:45-9:00	134	8	12	1	13	155
9:00-9:15	140	12	11	0	11	163
9:15-9:30	127	11	8	0	8	146
9:30-9:45	114	11	16	1	17	142
9:45-10:00	129	5	17	0	17	151
10:00-10:15	125	9	18	0	18	152
10:15-10:30	128	11	13	1	14	153
10:30-10:45	134	10	9	2	11	155
10:45-11:00	116	10	8	0	8	134
11:00-11:15	121	5	11	0	11	137
11:15-11:30	143	7	10	1	11	161
11:30-11:45	132	11	6	0	6	149
11:45-12:00	146	12	8	0	8	166
12:00-12:15	152	11	9	1	10	173
12:15-12:30	159	11	11	0	11	181
12:30-12:45	148	10	14	1	15	173
12:45-13:00	126	5	9	3	12	143
13:00-13:15	115	7	11	0	11	133
13:15-13:30	110	8	14	3	17	135
13:30-13:45	120	8	17	1	18	146
13:45-14:00	128	7	14	0	14	149
14:00-14:15	133	9	9	1	10	152
14:15-14:30	120	11	6	0	6	137
14:30-14:45	107	8	5	1	6	121
14:45-15:00	116	10	9	0	9	135
15:00-15:15	97	10	12	1	13	120
15:15-15:30	101	6	13	2	15	122
15:30-15:45	125	11	10	0	10	146
15:45-16:00	107	12	5	1	6	125
16:00-16:15	129	5	8	0	8	142
16:15-16:30	137	6	11	1	12	155
16:30-16:45	146	8	14	2	16	170
16:45-17:00	155	8	16	0	16	179
17:00-17:15	143	7	13	0	13	163
17:15-17:30	170	5	15	3	18	193
17:30-17:45	168	11	13	2	15	194
17:45-18:00	160	9	11	3	14	183
<b>TOTAL</b>	<b>6630</b>	<b>418</b>	<b>542</b>	<b>44</b>	<b>586</b>	<b>7634</b>
<b>%</b>	<b>86,85</b>	<b>5,48</b>	<b>7,10</b>	<b>0,58</b>		<b>100,00</b>

# **Anexo B**

## **Estudio de Suelos**



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**  
**DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL**



**Proyecto:** “INSTRUCTIVO TÉCNICO PARA LA EVALUACIÓN, REPARACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL, UTILIZANDO LA METODOLOGÍA TÉCNICA Y TEÓRICA DEL PROYECTO “MANTENIMIENTO VIAL POR RESULTADOS DE LA RED VIAL ESTATAL E30, TRAMO PELILEO – LUNA BONSAÏ” ”.

**Sector:** La Librería, detrás de muro de contención

**Norma:** AASHTO T 217-67

**Ubicación:** Cantón Pelileo.

**Fecha:** 20/02/2017

**Realizado por:** Andrés López

**Aprobado por:** Ing. Dilon Moya

ABSCISA	K 2+300	
Recipiente N° (r)	K1-A	K1-B
Peso recipiente (Wr)	33,40	34,40
Peso húmedo + recipiente (Wm + Wr)	158,90	159,20
Peso seco + recipiente (Ws + Wr)	147,90	147,60
Peso del agua (Ww)	11,00	11,60
Peso seco (Ws)	114,50	113,20
Contenido de humedad ((Ww/Ws)*100)(%)	9,61	10,25
Contenido de humedad promedio (W%)	9,93	





**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**  
**GRANULOMETRÍA**



**Proyecto:** "INSTRUCTIVO TÉCNICO PARA LA EVALUACIÓN, REPARACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL, UTILIZANDO LA METODOLOGÍA TÉCNICA Y TEÓRICA DEL PROYECTO "MANTENIMIENTO VIAL POR RESULTADOS DE LA RED VIAL ESTATAL E30, TRAMO PELILEO – LUNA BONSAÏ" ".

**Sector:** La Librería, detrás de muro de contención

**Ubicación:** Cantón Pelileo.

**Abscisa:** Km 2+300

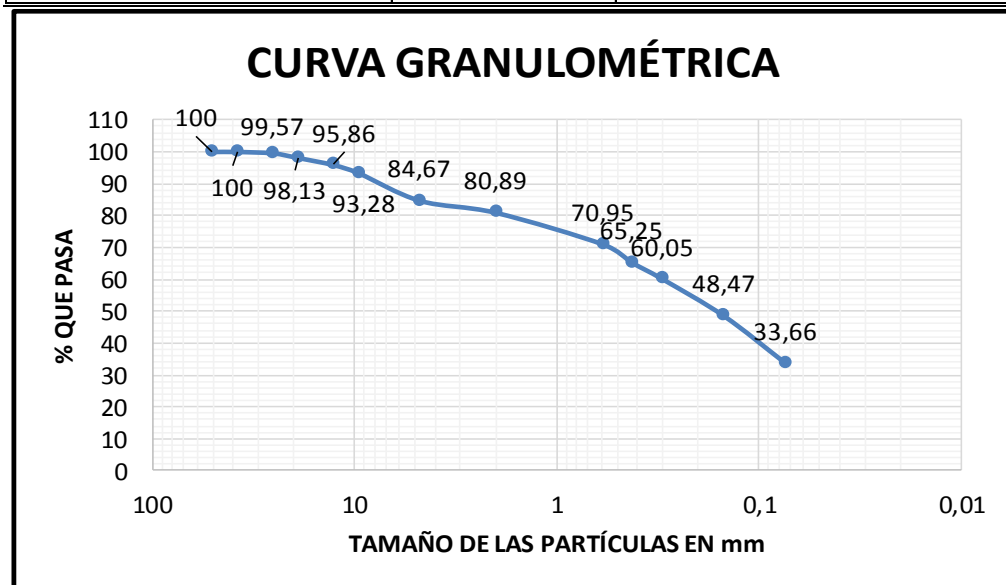
**Norma:** AASHTO T-87-70

**Fecha:** 21/02/2017

**Realizado por:** Andrés López

**Aprobado por:** Ing. Dilon Moya

TAMIZ	TAMIZ EN mm	PESO RET/ACUM	% RETENIDO	% QUE PASA
2"	50,8	0	0	100
1 1/2"	38,1	0	0	100
1"	25,4	42,2	0,43	99,57
3/4"	19,1	185,5	1,87	98,13
1/2"	12,7	410,4	4,14	95,86
3/8"	9,52	667,3	6,72	93,28
N 4"	4,76	1521,1	15,33	84,67
PASA N 4		8402,8	84,67	
N 10	2	19,77	3,78	80,89
N 30	0,59	71,74	13,72	70,95
N 40	0,425	101,55	19,43	65,25
N 50	0,3	128,73	24,63	60,05
N 100	0,149	189,23	36,20	48,47
N 200	0,074	266,63	51,01	33,66
PASA EL N 200		19,45	3,72	
TOTAL		9923,94		
PESO ANTES DE LAVADO		500		
PESO DESPUÉS DE LAVADO		442,6		
TOTAL - DIFERENCIA		57,4		



Clasificación SUCS: SM-SC (Arena Limo Arcillosa)



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**  
**DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO**



**Proyecto:** "INSTRUCTIVO TÉCNICO PARA LA EVALUACIÓN, REPARACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL, UTILIZANDO LA METODOLOGÍA TÉCNICA Y TEÓRICA DEL PROYECTO "MANTENIMIENTO VIAL POR RESULTADOS DE LA RED VIAL ESTATAL E30, TRAMO PELILEO – LUNA BONSAÏ"".

**Sector:** La Librería, detrás de muro de contención

**Norma:** AASHTO T-90-70

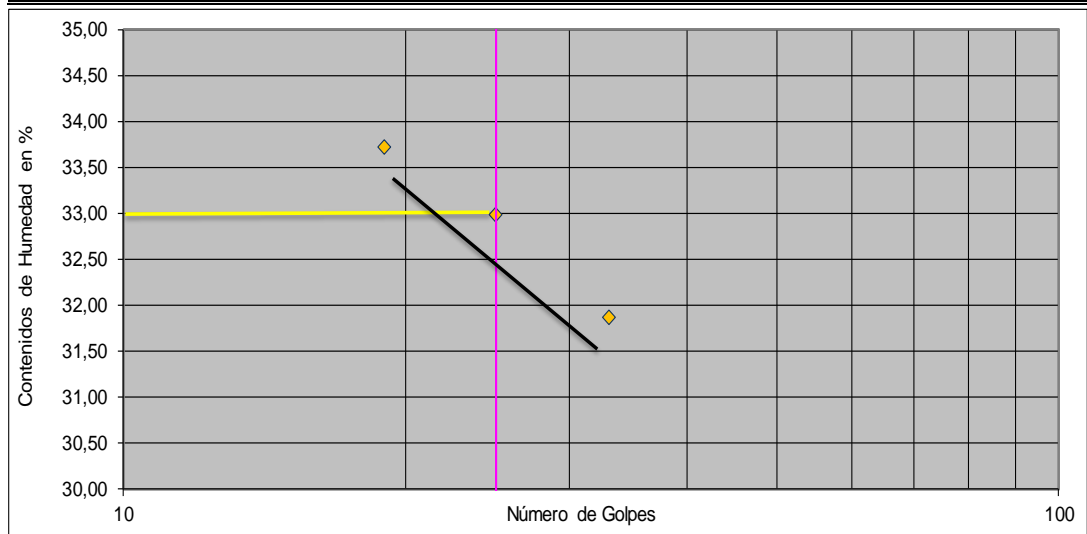
**Ubicación:** Cantón Pelileo.

**Fecha:** 20/02/2017

**Realizado por:** Andrés López

**Aprobado por:** Ing. Dilon Moya

Nº Golpes	33		25		19	
Recipiente Nº (r)	1D	2D	1C	2C	1B	2B
Peso húmedo + recipiente (Wm + Wr)	22,00	19,80	20,70	20,20	18,90	19,10
Peso seco + recipiente (Ws + Wr)	18,30	17,00	17,50	17,10	16,00	16,20
Peso recipiente (Wr)	7,50	7,50	7,80	7,70	7,50	7,50
Peso del agua (Ww)	3,70	2,80	3,20	3,10	2,90	2,90
Peso seco (Ws)	10,80	9,50	9,70	9,40	8,50	8,70
Contenido de humedad ((Ww/Ws)*100)(%)	34,26	29,47	32,99	32,98	34,12	33,33
Contenido de humedad promedio (W%)	31,87		32,98		33,73	





**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**  
**DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO**



**Proyecto:** "INSTRUCTIVO TÉCNICO PARA LA EVALUACIÓN, REPARACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL, UTILIZANDO LA METODOLOGÍA TÉCNICA Y TEÓRICA DEL PROYECTO "MANTENIMIENTO VIAL POR RESULTADOS DE LA RED VIAL ESTATAL E30, TRAMO PELILEO – LUNA BONSAI" ".

**Sector:** La Librería, detrás de muro de contención

**Norma:** AASHTO T-90-70

**Ubicación:** Cantón Pelileo.

**Fecha:** 20/02/2017

**Realizado por:** Andrés López

**Aprobado por:** Ing. Dilon Moya

Recipiente N° (r)	1A	2A	3A	4A	5A
Peso húmedo + recipiente ( $W_m + W_r$ )	12,40	12,20	11,90	12,20	11,90
Peso seco + recipiente ( $W_s + W_r$ )	12,10	11,90	11,70	11,90	11,70
Peso recipiente ( $W_r$ )	10,80	10,70	10,70	10,70	10,80
Peso del agua ( $W_w$ )	0,30	0,30	0,20	0,30	0,20
Peso seco ( $W_s$ )	1,30	1,20	1,00	1,20	0,90
Contenido de humedad ( $(W_w/W_s)*100$ )(%)	23,08	25,00	20,00	25,00	22,22
Contenido de humedad promedio (W%)	23,06				
Límite Líquido (Curva de Escurrimiento)	33,00 %				
Límite Plástico %=	23,06 %				
Índice Plástico LL% - LP%	9,94				



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**  
**ENSAYO DE COMPACTACIÓN**



**Proyecto:** "INSTRUCTIVO TÉCNICO PARA LA EVALUACIÓN, REPARACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL, UTILIZANDO LA METODOLOGÍA TÉCNICA Y TEÓRICA DEL PROYECTO "MANTENIMIENTO VIAL POR RESULTADOS DE LA RED VIAL ESTATAL E30, TRAMO PELILEO – LUNA BONSA Y" ".

**Sector:** La Librería, detrás de muro de contención

**Abscisa:** Km 2+300

**Ubicación:** Cantón Pelileo

**Fecha:** 22/02/2017

**Norma:** AASHTO T-180

**Realizado por:** Andrés López

**Método:** PROCTOR MODIFICADO

**Aprobado por:** Ing. Dilon Moya

**ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO**

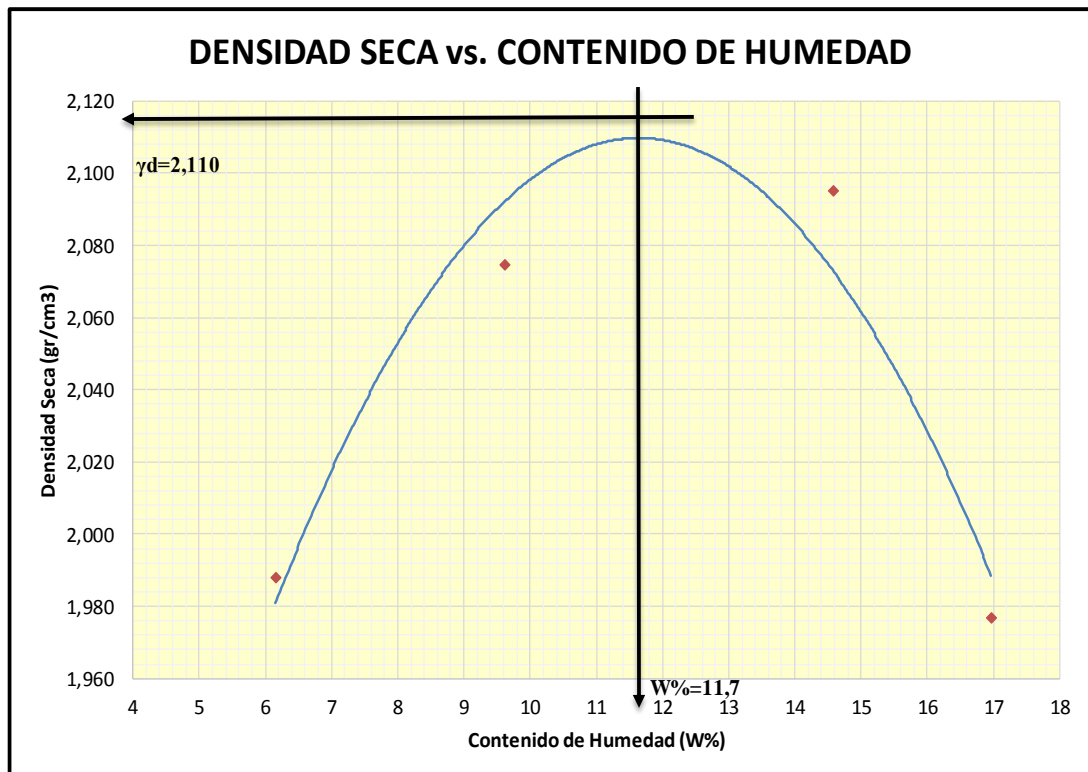
<b>Número de golpes:</b>	56	<b>Número de capas:</b>	5	<b>Peso martillo:</b>	10
<b>Altura de caída:</b>	18"	<b>Peso del molde:</b>	16600 gr	<b>Volumen molde cc:</b>	2285,04

**1. PROCESO DE COMPACTACIÓN DE LABORATORIO**

Muestra	A	B	C	D
Peso inicial de muestra deseada	6000	6000	6000	6000
Humedad inicial añadida en %	5	10	15	20
Humedad inicial añadida en (cc)	300	600	900	1200
P molde + Suelo húmedo	21422	21796	22086	21883
Peso suelo húmedo	4822	5196	5486	5283
Densidad húmeda en gr/cm <sup>3</sup>	2,110	2,274	2,401	2,312

**2. DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD**

Recipiente N°	1A	2A	1B	2B	1C	2C	1D	2D
Peso húmedo + recipiente (Wm+Wr)	153,3	152,6	154,5	154,4	151,1	152,4	153,8	153,1
Peso seco + recipiente (Ws+Wr)	146,2	145,7	145,6	142,0	138,3	134,7	139,4	132,9
Peso del recipiente (Wr)	32,4	31,9	31,9	33,3	30,5	32,4	33,9	33,3
Peso del agua (Ww)	7,1	6,9	8,9	12,4	12,8	17,7	14,4	20,2
Peso suelo seco (Ws)	113,8	113,8	113,7	108,7	107,8	102,3	105,5	99,6
Contenido de humedad (W%)	6,24	6,06	7,83	11,41	11,87	17,30	13,65	20,28
Contenido de humedad prom (W%)	6,15		9,62		14,59		16,97	
Densidad seca en gr/cm <sup>3</sup>	1,988		2,074		2,095		1,977	





**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**  
**ENSAYO DE COMPACTACIÓN (CBR)**



**Proyecto:** “INSTRUCTIVO TÉCNICO PARA LA EVALUACIÓN, REPARACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL, UTILIZANDO LA METODOLOGÍA TÉCNICA Y TEÓRICA DEL PROYECTO “MANTENIMIENTO VIAL POR RESULTADOS DE LA RED VIAL ESTATAL E30, TRAMO PELILEO – LUNA BONSAY” ”.

**Sector:** La Librería, detrás de muro de contención

**Ubicación:** Cantón Pelileo

**Abscisa:** Km 2+300

**Norma:** ASTM D 1883-99

**Fecha:** 24/02/2017

**Realizado por:** Andrés López

**Aprobado por:** Ing. Dilón Moya

**1. ENSAYO DE COMPACTACIÓN**

MOLDE	A		B		C	
N° de Capas	5		5		5	
N° de Golpes por capa	56		27		11	
CONDICIONES DE LA MUESTRA	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO
P. Hum. + Molde	9917,3	10089,7	9824,8	10127,5	9869,1	10062,4
Peso Molde	5897,2	5897,2	5964,9	5964,9	5980,3	5980,3
P. Húmedo	4020,1	4192,5	3859,9	4162,60	3888,8	4082,1
Volumen Muestra	2304,52	2304,52	2304,52	2304,52	2304,52	2304,52
Densidad Húmeda	1,744	1,819	1,675	1,806	1,687	1,771
Densidad Seca	1,536	1,556	1,429	1,487	1,411	1,387
Den. Seca Prom.	1,546		1,458		1,399	

**2. CONTENIDO DE HUMEDAD**

Recipiente N°	1	2	1A	3	4	2A	5	6	3A
P. Hum. + Recipiente	135,7	132,8	151,3	139,4	140,6	147,1	142,8	143,5	153,7
P. Seco + Recipiente	123,1	120,7	133,9	124	123,9	126,5	124,4	125,2	127
Peso Recipiente	30,8	31	31,2	30,6	31	30,7	31,3	30,9	30,8
Peso Agua	12,6	12,1	17,4	15,4	16,7	20,6	18,4	18,3	26,7
Peso Seco	92,3	89,7	102,7	93,4	92,9	95,8	93,1	94,3	96,2
Contenido Humedad %	13,65	13,49	16,94	16,49	17,98	21,50	19,76	19,41	27,75
Con. Hum. Prom. %	13,57		16,94	17,23		21,50	19,58		27,75
Agua Absorbida %	3,37		4,27		8,17				



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**  
**ENSAYO DE C.B.R.**



**Proyecto:** "INSTRUCTIVO TÉCNICO PARA LA EVALUACIÓN, REPARACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL, UTILIZANDO LA METODOLOGÍA TÉCNICA Y TEÓRICA DEL PROYECTO "MANTENIMIENTO VIAL POR RESULTADOS DE LA RED VIAL ESTATAL E30, TRAMO PELILEO – LUNA BONSAÏ" ".

**Sector:** La Librería, detrás de muro de contención

**Ubicación:** Cantón Pelileo

**Abscisa:** Km 2+300

**Norma:** ASTM D 1883-99

**Fecha:** 27/02/2017

**Realizado por:** Andrés López

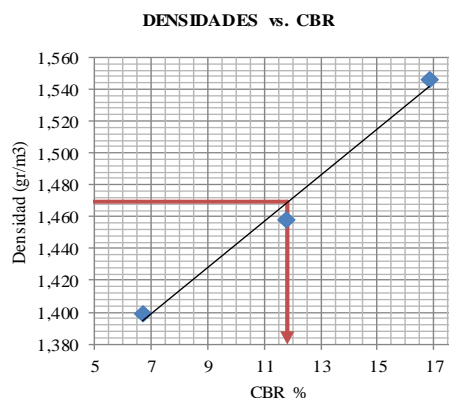
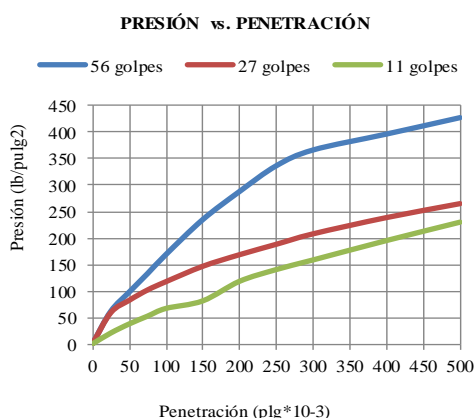
**Aprobado por:** Ing. Dilon Moya

**ENSAYO DE ESPONJAMIENTO**

Molde Número		56					27					11					
Fecha	Tiempo		Lect. Dial (plg)	h		Esponj		Lect. Dial (plg)	h		Esponj		Lect. Dial (plg)	h		Esponj	
	Día y Mes	Hora		Días	Mues plg.	plg *10-2	%		Mues plg.	plg *10-2	%	Mues plg.		plg *10-2	%		
27-feb-17	14:15	0	0,133		0,00	0	0,174		0,00	0	0,106		0,00	0		0,00	0
28-feb-17	14:30	1	0,145	5,00	1,20	0,24	0,181	5,00	0,70	0,14	0,115	5,00	0,90	0,18		0,90	0,18
1-mar-17	14:30	2	0,152		1,90	0,38	0,196		2,20	0,44	0,124		1,80	0,36		1,80	0,36

**ENSAYO DE CARGA - PENETRACIÓN**

Máquina de Compresión Simple (CONTROLS)			Área del pistón = 3 plg2			Velocidad de carga = 1,27 mm/min (0,05 pulg/min)										
Molde Número		56					27					11				
Tiempo		Penet.	Q Carga	Presiones		CBR	Q Carga	Presiones		CBR	Q Carga	Presiones		CBR		
Min.	Seg.			"10-3	Leída			Corg	Leída			Corg	Leída		Corg	
			lb	lb/pulg2		%	lb	lb/pulg2		%	lb	lb/pulg2		%		
		0		0,0				0,0				0,0				
0	30	25	184,12	61,4			177,09	59,0			61,92	20,6				
1	0	50	292,69	97,6			246,58	82,2			113,18	37,7				
1	30	75	397,38	132,5			305,23	101,7			157,46	52,5				
2	0	100	505,1	168,4	168,4	16,8	352,16	117,4	117,4	11,7	201,16	67,1	67,1	6,7		
3	0	150	702,16	234,1			439,02	146,3			243,8	81,3				
4	0	200	860,88	287,0	287,0	19,1	504,66	168,2	168,2	11,2	354,72	118,2	118,2	7,9		
5	0	250	1006,33	335,4			563,53	187,8			421,28	140,4				
6	0	300	1095,64	365,2			622,69	207,6			475,90	158,6				
8	0	400	1185,72	395,2			714,83	238,3			585,82	195,3				
10	0	500	1278,35	426,1			793,69	264,6			690,10	230,0				
<b>CBR Corregido</b>						16,8				11,7				6,7		



DENSIDADES	RESISTENCIAS
1,546 gr/cm3	16,8 %
1,458 gr/cm3	11,7 %
1,399 gr/cm3	6,7 %

<b>DENSIDAD MAX</b>	1,546	gr/cm3
<b>95% DEDM</b>	1,469	gr/cm3
<b>CBR PUNTUAL</b>	<b>11,80</b>	%

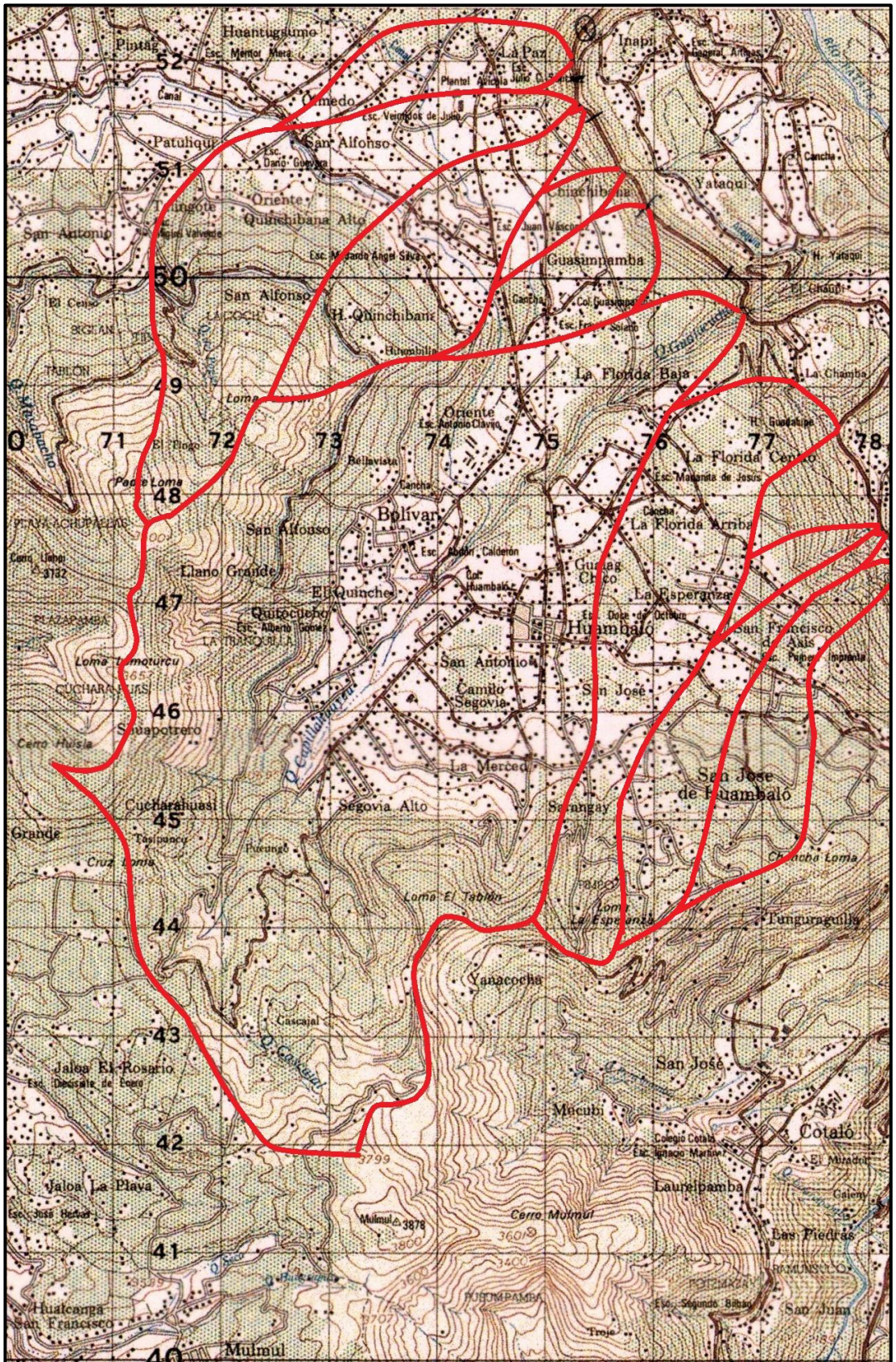
# **Anexo C**

## **Tabla de Despachos de Combustibles en la Provincia de Tungurahua para el año 2016 y Cuencas Hidrográficas del Proyecto**

**DESPACHOS AÑO 2016 PROVINCIA TUNGURAHUA**

<b>PRODUCTO</b>	<b>ENERO</b>	<b>FEBRERO</b>	<b>MARZO</b>	<b>ABRIL</b>	<b>MAYO</b>	<b>JUNIO</b>	<b>JULIO</b>	<b>AGOSTO</b>	<b>SEPTIEMBRE</b>	<b>OCTUBRE</b>	<b>NOVIEMBRE</b>	<b>DICIEMBRE</b>	<b>TOTAL 2016</b>
<b>Diesel Premium (Automotriz) GLS</b>	2.611.500	2.499.500	2.755.500	2.665.000	2.748.500	2.696.500	2.765.000	2.841.000	2.768.500	2.810.500	2.722.000	2.898.500	32.782.000
<b>Gasolina Extra (Automotriz) GLS</b>	3.472.500	3.492.500	3.663.000	3.564.000	3.681.500	3.580.000	3.644.500	3.744.500	3.595.500	3.685.000	3.645.500	3.965.500	43.734.000
<b>Gasolina Super (Automotriz) GLS</b>	559.000	564.500	562.000	521.000	530.000	513.000	519.000	562.500	497.500	505.000	510.000	551.500	6.395.000
<b>TOTAL</b>	6.643.000	6.556.500	6.980.500	6.750.000	6.960.000	6.789.500	6.928.500	7.148.000	6.861.500	7.000.500	6.877.500	7.415.500	82.911.000







# **Anexo D**

## **Análisis de Precios Unitarios**

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

HOJA 01 de 41

RUBRO #: 1

UNIDAD: ha

DETALLE: Desbroce, desbosque y limpieza

**EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A x B	REND. R	COSTO D = C x R
Herramienta Menor 5% m.o					2,82
Tractor Cat D9N de 370 HP	1,00	100,00	100,00	4,00	400,00
Motosierra	2,00	2,00	4,00	4,00	16,00
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>418,82</b>

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD A	JORNAL HR B	COSTO HORA C = A x B	REND. R	COSTO D = C x R
Operador Equipo en general (Estr. Oc. C1)	1,00	3,82	3,82	4,00	15,28
Ayudate de maquinaria	1,00	3,45	3,45	4,00	13,80
Peón (Estr. Oc. E2)	2,00	3,41	6,82	4,00	27,28
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>56,36</b>

**MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	P. UNITARIO B	COSTO C = A x B
<b>SUBTOTAL O</b>				

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A x B
<b>SUBTOTAL P</b>				

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA Ambato, Mayo 2017  Andrés Renato López Yumiguano	<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>			475,18
	<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES:</b>			21,87%
	<b>OTROS INDIRECTOS:</b>			
	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO:</b>			579,10
	<b>VALOR OFERTADO:</b>			<b>\$579,10</b>

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

HOJA 02 de 41

**RUBRO #:** 2

**UNIDAD:** km

**DETALLE:** Replanteo y nivelación

**EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A x B	REND. R	COSTO D = C x R
Herramienta Menor 5% m.o					9,44
Equipo de topografía	1,00	25,00	25,00	13,33	333,25
<b>SUBTOTAL M</b>					342,69

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD A	JORNAL HR B	COSTO HORA C = A x B	REND. R	COSTO D = C x R
Topógrafo 2 (Estr. Oc. C1)	1,00	3,82	3,82	13,33	50,92
Cadenero (Estr. Oc. D2)	3,00	3,45	10,35	13,33	137,97
<b>SUBTOTAL N</b>					188,89

**MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	P. UNITARIO B	COSTO C = A x B
Estacas de madera	u	80,00	0,70	56,000
Pintura esmalte	galon	0,20	17,00	3,400
Mojones de H.S.	u	2,00	4,00	8,000
<b>SUBTOTAL O</b>				67,40

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A x B
<b>SUBTOTAL P</b>				

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA Ambato, Mayo 2017	<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>			598,98
	<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES:</b>			21,87%
	<b>OTROS INDIRECTOS:</b>			
	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO:</b>			729,98
	<b>VALOR OFERTADO:</b>			<b>\$729,98</b>

Andrés Renato López Yumiguano

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

HOJA 03 de 41

**RUBRO #: 3**

**UNIDAD: m3**

**DETALLE: Excavación en suelo**

**EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A x B	REND. R	COSTO D = C x R
Herramienta Menor 5% m.o					0,01
Tractor Cat D8N de 285 HP	1,00	100,00	100,00	0,0080	0,80
Volqueta 12 m3	0,50	25,00	12,50	0,0080	0,10
Cargadora frontal de 120 HP	0,50	35,00	17,50	0,0080	0,14
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>1,05</b>

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD A	JORNAL HR B	COSTO HORA C = A x B	REND. R	COSTO D = C x R
Operador Equipo en general (Estr. Oc. C1)	1,50	3,82	5,73	0,0080	0,05
Ayudate de maquinaria	1,00	3,45	3,45	0,0080	0,03
Chofer tipo E	0,50	5,00	2,50	0,01	0,02
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>0,10</b>

**MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	P. UNITARIO B	COSTO C = A x B
<b>SUBTOTAL O</b>				

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A x B
<b>SUBTOTAL P</b>				

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA Ambato, Mayo 2017  Andrés Renato López Yumiguano	<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	<b>1,15</b>
	<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES:</b> 21,87%	<b>0,25</b>
	<b>OTROS INDIRECTOS:</b>	
	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO:</b>	<b>1,40</b>
	<b>VALOR OFERTADO:</b>	<b>\$1,40</b>

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

HOJA 04 de 41

**RUBRO #:** 4

**UNIDAD:** m3

**DETALLE:** Excavación sin clasificación

**EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A x B	REND. R	COSTO D = C x R
Herramienta Menor 5% m.o					0,01
Tractor Cat D8N de 285 HP	1,00	100,00	100,00	0,0095	0,95
Cargadora frontal de 120 HP	0,40	35,00	14,00	0,0095	0,13
<b>SUBTOTAL M</b>					1,09

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD A	JORNAL HR B	COSTO HORA C = A x B	REND. R	COSTO D = C x R
Operador Equipo en general (Estr. Oc. C1)	1,00	3,82	3,82	0,0095	0,04
Ayudate de maquinaria	2,00	3,45	6,90	0,0095	0,07
<b>SUBTOTAL N</b>					0,11

**MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	P. UNITARIO B	COSTO C = A x B
<b>SUBTOTAL O</b>				

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A x B
<b>SUBTOTAL P</b>				

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA Ambato, Mayo 2017  Andrés Renato López Yumiguano	<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>			1,20
	<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES:</b> 21,87%			0,26
	<b>OTROS INDIRECTOS:</b>			
	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO:</b>			1,46
<b>VALOR OFERTADO:</b>			<b>\$1,46</b>	

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

HOJA 05 de 41

**RUBRO #:** 5

**UNIDAD:** m3

**DETALLE:** Excavación para cunetas y encauzamientos

**EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A x B	REND. R	COSTO D = C x R
Herramienta Menor 5% m.o					0,04
Volqueta 8 m3	1,00	20,00	20,00	0,025	0,50
Motoniveladora de 135 HP	1,00	45,00	45,00	0,025	1,13
Cargadora frontal de 120 HP	1,00	35,00	35,00	0,025	0,88
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>2,55</b>

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD A	JORNAL HR B	COSTO HORA C = A x B	REND. R	COSTO D = C x R
Operador Equipo en general (Estr. Oc. C1)	2,00	3,82	7,64	0,025	0,19
Ayudate de maquinaria	2,00	3,45	6,90	0,025	0,17
Peón (Estr. Oc. E2)	2,00	3,41	6,82	0,025	0,17
Maestro de obra (Est. Oc. C1)	1,00	3,82	3,82	0,025	0,10
Chofer tipo E	1,00	5,00	5,00	0,025	0,13
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>0,76</b>

**MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	P. UNITARIO B	COSTO C = A x B
<b>SUBTOTAL O</b>				

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A x B
<b>SUBTOTAL P</b>				

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA Ambato, Mayo 2017  Andrés Renato López Yumiguano	<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	3,31
	<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES:</b> 21,87%	0,72
	<b>OTROS INDIRECTOS:</b>	
	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO:</b>	4,03
	<b>VALOR OFERTADO:</b>	<b>\$4,03</b>

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

HOJA 06 de 41

**RUBRO #: 6**

**UNIDAD: m3**

**DETALLE: Excavación y relleno de Estructuras menores**

**EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A x B	REND. R	COSTO D = C x R
Herramienta Menor 5% m.o					0,06
Retroexcavadora	1,00	25,00	25,00	0,040	1,00
Compactador manual	1,00	4,00	4,00	0,040	0,16
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>1,22</b>

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD A	JORNAL HR B	COSTO HORA C = A x B	REND. R	COSTO D = C x R
Operador Equipo en general (Estr. Oc. C1)	1,00	3,82	3,82	0,040	0,15
Ayudate de maquinaria	1,00	3,45	3,45	0,040	0,14
Peón (Estr. Oc. E2)	1,00	3,41	3,41	0,040	0,14
Maestro de obra (Est. Oc. C1)	5,00	3,82	19,10	0,040	0,76
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>1,19</b>

**MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	P. UNITARIO B	COSTO C = A x B
Material para Relleno (Arena)	m3	0,50	8,88	4,44
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>4,44</b>

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A x B
<b>SUBTOTAL P</b>				

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA Ambato, Mayo 2017  Andrés Renato López Yumiguano	<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	<b>6,85</b>
	<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES:</b> 21,87%	<b>1,50</b>
	<b>OTROS INDIRECTOS:</b>	
	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO:</b>	<b>8,35</b>
	<b>VALOR OFERTADO:</b>	<b>\$8,35</b>



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

HOJA 07 de 41

**RUBRO #:** 7

**UNIDAD:** m3

**DETALLE:** Limpieza de derrumbes

**EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A x B	REND. R	COSTO D = C x R
Herramienta Menor 5% m.o					0,01
Tractor Cat D8N de 285 HP	0,50	100,00	50,00	0,0143	0,72
Cargadora frontal de 120 HP	1,00	35,00	35,00	0,0143	0,50
Volqueta 8 m3	1,00	20,00	20,00	0,0143	0,29
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>1,52</b>

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD A	JORNAL HR B	COSTO HORA C = A x B	REND. R	COSTO D = C x R
Operador Equipo en general (Estr. Oc. C1)	1,00	3,82	3,82	0,0143	0,05
Ayudate de maquinaria	1,00	3,45	3,45	0,0143	0,05
Chofer tipo E	1,00	5,00	5,00	0,0143	0,07
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>0,17</b>

**MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	P. UNITARIO B	COSTO C = A x B
<b>SUBTOTAL O</b>				

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A x B
<b>SUBTOTAL P</b>				

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA Ambato, Mayo 2017  Andrés Renato López Yumiguano	<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	1,69
	<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES:</b> 21,87%	0,37
	<b>OTROS INDIRECTOS:</b>	
	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO:</b>	2,06
	<b>VALOR OFERTADO:</b>	<b>\$2,06</b>

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

HOJA 08 de 41

**RUBRO #: 8**

**UNIDAD: m3-km**

**DETALLE: Transporte del material de excavación**

**EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A x B	REND. R	COSTO D = C x R
Herramienta Menor 5% m.o					0,01
Volqueta 8 m3	1,00	20,00	20,00	0,0192	0,38
<b>SUBTOTAL M</b>					0,39

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD A	JORNAL HR B	COSTO HORA C = A x B	REND. R	COSTO D = C x R
Chofer tipo E	1,00	5,00	5,00	0,0192	0,10
<b>SUBTOTAL N</b>					0,10

**MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	P. UNITARIO B	COSTO C = A x B
<b>SUBTOTAL O</b>				

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A x B
<b>SUBTOTAL P</b>				

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA Ambato, Mayo 2017  Andrés Renato López Yumiguano	<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>			0,49
	<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES:</b>			21,87%
	<b>OTROS INDIRECTOS:</b>			
	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO:</b>			0,60
	<b>VALOR OFERTADO:</b>			<b>\$0,60</b>

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

HOJA 09 de 41

**RUBRO #:** 9

**UNIDAD:** m3

**DETALLE:** Sub-Base Granular Clase 2

**EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A x B	REND. R	COSTO D = C x R
Herramienta Menor 5% m.o					0,02
Motoniveladora de 135 HP	1,00	45,00	45,00	0,0095	0,43
Rodillo vibratorio liso CS-431 de 107 HP	1,00	35,00	35,00	0,0095	0,33
Camion cisterna 6000 l. de 210 HP	1,00	20,00	20,00	0,0095	0,19
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0,97</b>

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD A	JORNAL HR B	COSTO HORA C = A x B	REND. R	COSTO D = C x R
Operador Equipo en general (Estr. Oc. C1)	1,00	3,82	3,82	0,0095	0,04
Operador (Estr. Oc. C2 - G2)	1,00	3,64	3,64	0,0095	0,03
Chofer tipo E	1,00	5,00	5,00	0,0095	0,05
Ayudate de maquinaria	2,00	3,45	6,90	0,0095	0,07
Peón (Estr. Oc. E2)	4,00	3,41	13,64	0,0095	0,13
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>0,32</b>

**MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	P. UNITARIO B	COSTO C = A x B
Material Sub base clase 2 (en obra)	m3	1,20	8,00	9,60
Agua	m3	0,30	0,80	0,24
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>9,84</b>

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A x B
<b>SUBTOTAL P</b>				

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA Ambato, Mayo 2017	<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	11,13
	<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES:</b> 21,87%	2,43
	<b>OTROS INDIRECTOS:</b>	
	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO:</b>	13,56
Andrés Renato López Yumiguano	<b>VALOR OFERTADO:</b>	<b>\$13,56</b>

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

HOJA 10 de 41

**RUBRO #:** 10

**UNIDAD:** m3-km

**DETALLE:** Transporte de Sub-Base granular y Base clase 2

**EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A x B	REND. R	COSTO D = C x R
Herramienta Menor 5% m.o Volqueta 8 m3	1,00	20,00	20,00	0,0192	0,01 0,38
SUBTOTAL M					0,39

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD A	JORNAL HR B	COSTO HORA C = A x B	REND. R	COSTO D = C x R
Chofer tipo E	1,00	5,00	5,00	0,0192	0,10
SUBTOTAL N					0,10

**MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	P. UNITARIO B	COSTO C = A x B
SUBTOTAL O				

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A x B
SUBTOTAL P				

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA Ambato, Mayo 2017  Andrés Renato López Yumiguano	<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>			0,49
	<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES:</b> 21,87%			0,11
	<b>OTROS INDIRECTOS:</b>			
	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO:</b>			0,60
<b>VALOR OFERTADO:</b>			<b>\$0,60</b>	

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

HOJA 11 de 41

**RUBRO #:** 11

**UNIDAD:** m3

**DETALLE:** Base clase 2

**EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A x B	REND. R	COSTO D = C x R
Herramienta Menor 5% m.o					0,02
Motoniveladora de 135 HP	1,00	45,00	45,00	0,0105	0,47
Rodillo vibratorio liso CS-431 de 107 HP	1,00	35,00	35,00	0,0105	0,37
Camion cisterna 6000 l. de 210 HP	1,00	20,00	20,00	0,0105	0,21
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>1,07</b>

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD A	JORNAL HR B	COSTO HORA C = A x B	REND. R	COSTO D = C x R
Operador Equipo en general (Estr. Oc. C1)	1,00	3,82	3,82	0,0105	0,04
Operador (Estr. Oc. C2 - G2)	1,00	3,64	3,64	0,0105	0,04
Chofer tipo E	1,00	5,00	5,00	0,0105	0,05
Ayudate de maquinaria	2,00	3,45	6,90	0,0105	0,07
Peón (Estr. Oc. E2)	4,00	3,41	13,64	0,0105	0,14
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>0,34</b>

**MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	P. UNITARIO B	COSTO C = A x B
Material Base clase 2 (en obra)	m3	1,20	9,50	11,40
Agua	m3	0,30	0,80	0,24
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>11,64</b>

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A x B
<b>SUBTOTAL P</b>				

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA Ambato, Mayo 2017	<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	13,05
	<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES:</b> 21,87%	2,85
	<b>OTROS INDIRECTOS:</b>	
	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO:</b>	15,90
Andrés Renato López Yumiguano	<b>VALOR OFERTADO:</b>	<b>\$15,90</b>

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

HOJA 12 de 41

**RUBRO #:** 12

**UNIDAD:** m2

**DETALLE:** Capa de rodadura de Hormigón Asfáltico mezclado en planta de e=15cm

**EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A x B	REND. R	COSTO D = C x R
Herramienta Menor 5% m.o					0,02
Planta asfáltica CEDARAPIS 120 TON.	1,00	155,00	155,00	0,0038	0,59
Generador de energia	1,00	15,00	15,00	0,0038	0,06
Terminadora de asfalto	1,00	100,00	100,00	0,0038	0,38
Rodillo de asfalto(dos tambores) CB-534C de 1	1,00	50,00	50,00	0,0038	0,19
Rodillo neumático PS-100 de 77 HP	1,00	40,00	40,00	0,0038	0,15
Cargadora frontal de 120 HP	1,00	35,00	35,00	0,0038	0,13
Escoba autopropulsada de 76 HP	1,00	23,00	23,00	0,0038	0,09
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>1,61</b>

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD A	JORNAL HR B	COSTO HORA C = A x B	REND. R	COSTO D = C x R
Operador Equipo en general (Estr. Oc. C1)	2,00	3,82	7,64	0,0038	0,03
Operador (Estr. Oc. C2 - G2)	3,00	3,64	10,92	0,0038	0,04
Chofer tipo E	1,00	5,00	5,00	0,0038	0,02
Ayudate de maquinaria	5,00	3,45	17,25	0,0038	0,07
Peón (Estr. Oc. E2)	12,00	3,41	40,92	0,0038	0,16
Maestro de obra (Est. Oc. C1)	2,00	3,82	7,64	0,0038	0,03
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>0,35</b>

**MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	P. UNITARIO B	COSTO C = A x B
Asfalto	lts	21,00	0,30	6,30
Arena (en obra)	m3	0,13	9,00	1,17
Ripio triturado (en obra)	m3	0,13	14,00	1,82
Diesel	gal	0,90	1,20	1,08
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>10,37</b>

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A x B
Asfalto	lts	21,00	0,044	0,92
Diesel	lts	3,40	0,001	0,00
<b>SUBTOTAL P</b>				<b>0,93</b>

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA  
 Ambato, Mayo 2017

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>		<b>13,25</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES:</b>	21,87%	2,90
<b>OTROS INDIRECTOS:</b>		
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO:</b>		<b>16,15</b>
<b>VALOR OFERTADO:</b>		<b>\$16,15</b>

Andrés Renato López Yumiguano

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

HOJA 13 de 41

**RUBRO #:** 13

**UNIDAD:** m3-km

**DETALLE:** Transporte de material para capa de rodadura (mezcla asfáltica)

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	REND.	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Herramienta Menor 5% m.o					0,00
Volqueta 8 m3	1,00	20,00	20,00	0,0133	0,27
<b>SUBTOTAL M</b>					0,27
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD	JORNAL HR	COSTO HORA	REND.	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Chofer tipo E	1,00	5,00	5,00	0,0133	0,07
<b>SUBTOTAL N</b>					0,07
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
		A	B	C = A x B	
<b>SUBTOTAL O</b>					
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C = A x B	
<b>SUBTOTAL P</b>					
<b>ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA</b>					
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					0,34
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES:</b> 21,87%					0,08
<b>OTROS INDIRECTOS:</b>					
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO:</b>					0,42
<b>VALOR OFERTADO:</b>					<b>\$0,42</b>

Ambato, Mayo 2017

Andrés Renato López Yumiguano

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

HOJA 14 de 41

**RUBRO #:** 14

**UNIDAD:** Its

**DETALLE:** Asfalto MC para imprimación (1.5 lt/m<sup>2</sup>)

**EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A x B	REND. R	COSTO D = C x R
Herramienta Menor 5% m.o					0,00
Distribuidor de asfalto de 300 HP	1,00	35,00	35,00	0,0017	0,06
Escoba autopropulsada de 76 HP	0,50	23,00	11,50	0,0017	0,02
<b>SUBTOTAL M</b>					0,08

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD A	JORNAL HR B	COSTO HORA C = A x B	REND. R	COSTO D = C x R
Operador (Estr. Oc. C2 - G2)	1,50	3,64	5,46	0,0017	0,01
Peón (Estr. Oc. E2)	2,00	3,41	6,82	0,0017	0,01
Ayudate de maquinaria	1,00	3,45	3,45	0,0017	0,01
<b>SUBTOTAL N</b>					0,03

**MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	P. UNITARIO B	COSTO C = A x B
Asfalto	Its	0,40 0,20	0,30	0,12
<b>SUBTOTAL O</b>				0,12

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A x B
Asfalto	Its	1,50	0,044	0,066
<b>SUBTOTAL P</b>				0,066

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA  
 Ambato, Mayo 2017

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	0,30
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES:</b> 21,87%	0,07
<b>OTROS INDIRECTOS:</b>	
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO:</b>	0,37
<b>VALOR OFERTADO:</b>	<b>\$0,37</b>

Andrés Renato López Yumiguano



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

HOJA 15 de 41

**RUBRO #:** 15

**UNIDAD:** Its

**DETALLE:** Asfalto diluido tipo MC grado 250 para riego de adherencia (0.40 lt/m<sup>2</sup>)

**EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A x B	REND. R	COSTO D = C x R
Herramienta Menor 5% m.o					0,00
Distribuidor de asfalto de 300 HP	1,00	35,00	35,00	0,0017	0,06
Escoba autopropulsada de 76 HP	0,50	23,00	11,50	0,0017	0,02
<b>SUBTOTAL M</b>					0,08

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD A	JORNAL HR B	COSTO HORA C = A x B	REND. R	COSTO D = C x R
Operador (Estr. Oc. C2 - G2)	1,50	3,64	5,46	0,0017	0,01
Peón (Estr. Oc. E2)	1,00	3,41	3,41	0,0017	0,01
<b>SUBTOTAL N</b>					0,02

**MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	P. UNITARIO B	COSTO C = A x B
Asfalto	Its	0,40	0,30	0,12
Diesel	gal	0,05	1,20	0,06
<b>SUBTOTAL O</b>				0,18

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A x B
Asfalto	Its	0,40	0,044	0,018
<b>SUBTOTAL P</b>				0,02

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Ambato, Mayo 2017

**TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)**

0,30

**INDIRECTOS Y UTILIDADES:** 21,87%

0,07

**OTROS INDIRECTOS:**

**COSTO TOTAL DEL RUBRO:**

0,37

Andrés Renato López Yumiguano

**VALOR OFERTADO:**

**\$0,37**

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

HOJA 16 de 41

**RUBRO #:** 16

**UNIDAD:** m3

**DETALLE:** Remoción de hormigón

**EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A x B	REND. R	COSTO D = C x R
Herramienta Menor 5% m.o					0,62
Martillo neumático	1,00	20,00	20,00	0,50	10,00
Compresor de aire	1,00	18,00	18,00	0,50	9,00
<b>SUBTOTAL M</b>					19,62

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD A	JORNAL HR B	COSTO HORA C = A x B	REND. R	COSTO D = C x R
Operador (Estr. Oc. C2 - G2)	2,00	3,64	7,28	0,50	3,64
Peón (Estr. Oc. E2)	4,00	3,41	13,64	0,50	6,82
Maestro de obra (Est. Oc. C1)	1,00	3,82	3,82	0,50	1,91
<b>SUBTOTAL N</b>					12,37

**MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	P. UNITARIO B	COSTO C = A x B
<b>SUBTOTAL O</b>				

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A x B
<b>SUBTOTAL P</b>				

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA Ambato, Mayo 2017  Andrés Renato López Yumiguano	<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>			31,99
	<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES:</b>			21,87%
	<b>OTROS INDIRECTOS:</b>			
	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO:</b>			38,99
<b>VALOR OFERTADO:</b>			<b>\$38,99</b>	

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

HOJA 17 de 41

**RUBRO #:** 17

**UNIDAD:** m3

**DETALLE:** Horm. Cemento portland clase B, f'c=210 kg/cm2 (Muros de ala, cabezales)

**EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A x B	REND. R	COSTO D = C x R
Herramienta Menor 5% m.o					2,25
Hormigonera (8HP)	1,00	6,25	6,25	1,00	6,25
Vibrador (8 HP)	1,00	5,00	5,00	1,00	5,00
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>13,50</b>

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD A	JORNAL HR B	COSTO HORA C = A x B	REND. R	COSTO D = C x R
Maestro de obra (Est. Oc. C1)	1,00	3,82	3,82	1,00	3,82
Albañil (Estr. Oc.D2)	4,00	3,45	13,80	1,00	13,80
Peón (Estr. Oc. E2)	8,00	3,41	27,28	1,00	27,28
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>44,90</b>

**MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	P. UNITARIO B	COSTO C = A x B
Cemento Chimborazo	Saco	7,40	7,56	55,94
Arena (en obra)	m3	0,60	9,00	5,40
Ripio triturado (en obra)	m3	0,90	14,00	12,60
Madera encofrado	global	0,80	18,00	14,40
Agua	m3	0,20	0,80	0,16
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>88,50</b>

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A x B
<b>SUBTOTAL P</b>				

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA Ambato, Mayo 2017	<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	146,90
	<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES:</b> 21,87%	32,13
	<b>OTROS INDIRECTOS:</b>	
	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO:</b>	179,03
Andrés Renato López Yumiguano	<b>VALOR OFERTADO:</b>	<b>\$179,03</b>

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

HOJA 18 de 41

**RUBRO #:** 18

**UNIDAD:** m3

**DETALLE:** Horm. Cemento portland clase B, f'c=180 kg/cm2 (cunetas laterales)

**EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	REND.	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Herramienta Menor 5% m.o					1,62
Hormigonera (8HP)	1,00	6,25	6,25	0,72	4,50
Vibrador (8 HP)	1,00	5,00	5,00	0,72	3,60
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>9,72</b>

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD	JORNAL HR	COSTO HORA	REND.	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Maestro de obra (Est. Oc. C1)	1,00	3,82	3,82	0,72	2,75
Albañil (Estr. Oc.D2)	4,00	3,45	13,80	0,72	9,94
Peón (Estr. Oc. E2)	8,00	3,41	27,28	0,72	19,64
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>32,33</b>

**MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
		A	B	C = A x B
Cemento Chimborazo	Saco	6,00	7,56	45,36
Arena (en obra)	m3	0,60	9,00	5,40
Ripio triturado (en obra)	m3	0,90	14,00	12,60
Madera encofrado	global	0,50	18,00	9,00
Agua	m3	0,20	0,80	0,16
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>72,52</b>

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
		A	B	C = A x B
<b>SUBTOTAL P</b>				

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA Ambato, Mayo 2017	<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	114,57
	<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES:</b> 21,87%	25,06
	<b>OTROS INDIRECTOS:</b>	
	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO:</b>	139,63
Andrés Renato López Yumiguano	<b>VALOR OFERTADO:</b>	<b>\$139,63</b>

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

HOJA 19 de 41

**RUBRO #:** 19

**UNIDAD:** ml

**DETALLE:** Tubería de acero corrugado, d=1.20 m, e=2 mm

**EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A x B	REND. R	COSTO D = C x R
Herramienta Menor 5% m.o Retroexcavadora	1,00	25,00	25,00	0,40	0,49 10,00
<b>SUBTOTAL M</b>					10,49

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD A	JORNAL HR B	COSTO HORA C = A x B	REND. R	COSTO D = C x R
Maestro de obra (Est. Oc. C1)	1,00	3,82	3,82	0,40	1,53
Peón (Estr. Oc. E2)	5,00	3,41	17,05	0,40	6,82
Operador Equipo en general (Estr. Oc. C1)	1,00	3,82	3,82	0,40	1,53
<b>SUBTOTAL N</b>					9,88

**MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	P. UNITARIO B	COSTO C = A x B
Tubería de Acero corrugado d=1.20, e=2 mm gal	m	1,00	160,00	160,00
<b>SUBTOTAL O</b>				160,00

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A x B
<b>SUBTOTAL P</b>				

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA Ambato, Mayo 2017  Andrés Renato López Yumiguano	<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	180,37
	<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES:</b> 21,87%	39,45
	<b>OTROS INDIRECTOS:</b>	
	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO:</b>	219,82
<b>VALOR OFERTADO:</b>		<b>\$219,82</b>

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

HOJA 20 de 41

**RUBRO #:** 20

**UNIDAD:** m

**DETALLE:** Marcas de Pavimento - (Pintura termoplastica amarilla línea central 15 cm)

**EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A x B	REND. R	COSTO D = C x R
Herramienta Menor 5% m.o					0,01
Franjadora para señalizacion	1,00	20,00	20,00	0,0033	0,07
Camion mediano de 120 HP	1,00	12,00	12,00	0,0033	0,04
Escoba autopropulsada de 76 HP	1,00	23,00	23,00	0,0033	0,08
Camioneta	2,00	10,00	20,00	0,0033	0,07
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0,27</b>

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD A	JORNAL HR B	COSTO HORA C = A x B	REND. R	COSTO D = C x R
Peón (Estr. Oc. E2)	3,00	3,41	10,23	0,0033	0,03
Operador (Estr. Oc. C2 - G2)	2,00	3,64	7,28	0,0033	0,02
Chofer tipo E	3,00	5,00	15,00	0,0033	0,05
Ayudate de maquinaria	2,00	3,45	6,90	0,0033	0,02
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>0,12</b>

**MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	P. UNITARIO B	COSTO C = A x B
Pintura termoplástica	gal	0,010	35,20	0,35
Diluyente (tiñer)	gal	0,003	13,33	0,04
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>0,39</b>

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A x B
<b>SUBTOTAL P</b>				

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA Ambato, Mayo 2017  Andrés Renato López Yumiguano	<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	<b>0,78</b>
	<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES:</b> 21,87%	<b>0,17</b>
	<b>OTROS INDIRECTOS:</b>	
	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO:</b>	<b>0,95</b>
	<b>VALOR OFERTADO:</b>	<b>\$0,95</b>

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

HOJA 21 de 41

**RUBRO #:** 21

**UNIDAD:** m

**DETALLE:** Marcas de Pavimento - (Pintura termoplastica blanca continúa 15 cm)

**EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A x B	REND. R	COSTO D = C x R
Herramienta Menor 5% m.o					0,01
Franjadora para señalizacion	1,00	20,00	20,00	0,0033	0,07
Camion mediano de 120 HP	1,00	12,00	12,00	0,0033	0,04
Escoba autopropulsada de 76 HP	1,00	23,00	23,00	0,0033	0,08
Camioneta	2,00	10,00	20,00	0,0033	0,07
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0,27</b>

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD A	JORNAL HR B	COSTO HORA C = A x B	REND. R	COSTO D = C x R
Peón (Estr. Oc. E2)	3,00	3,41	10,23	0,0033	0,03
Operador (Estr. Oc. C2 - G2)	2,00	3,64	7,28	0,0033	0,02
Chofer tipo E	3,00	5,00	15,00	0,0033	0,05
Ayudate de maquinaria	2,00	3,45	6,90	0,0033	0,02
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>0,12</b>

**MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	P. UNITARIO B	COSTO C = A x B
Pintura termoplástica	gal	0,010	35,20	0,35
Diluyente (tiñer)	gal	0,003	13,33	0,04
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>0,39</b>

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A x B
<b>SUBTOTAL P</b>				

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA Ambato, Mayo 2017	<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	<b>0,78</b>
	<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES:</b> 21,87%	<b>0,17</b>
	<b>OTROS INDIRECTOS:</b>	
	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO:</b>	<b>0,95</b>
Andrés Renato López Yumiguano	<b>VALOR OFERTADO:</b>	<b>\$0,95</b>

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

HOJA 22 de 41

**RUBRO #:** 22

**UNIDAD:** u

**DETALLE:** Marcas de Pavimento - (Señales Horizontales varias)

**EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A x B	REND. R	COSTO D = C x R
Herramienta Menor 5% m.o					0,07
Franjadora para señalizacion	1,00	20,00	20,00	0,0357	0,71
Camion mediano de 120 HP	1,00	12,00	12,00	0,0357	0,43
Escoba autopropulsada de 76 HP	1,00	23,00	23,00	0,0357	0,82
Camioneta	2,00	10,00	20,00	0,0357	0,71
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>2,74</b>

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD A	JORNAL HR B	COSTO HORA C = A x B	REND. R	COSTO D = C x R
Peón (Estr. Oc. E2)	3,00	3,41	10,23	0,0357	0,37
Operador (Estr. Oc. C2 - G2)	2,00	3,64	7,28	0,0357	0,26
Chofer tipo E	3,00	5,00	15,00	0,0357	0,54
Ayudate de maquinaria	2,00	3,45	6,90	0,0357	0,25
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>1,42</b>

**MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	P. UNITARIO B	COSTO C = A x B
Pintura termoplástica	gal	0,150	35,20	5,28
Diluyente (tiñer)	gal	0,050	13,33	0,67
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>5,95</b>

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A x B
<b>SUBTOTAL P</b>				

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA Ambato, Mayo 2017	<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	10,11
	<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES:</b> 21,87%	2,21
	<b>OTROS INDIRECTOS:</b>	
	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO:</b>	12,32
Andrés Renato López Yumiguano	<b>VALOR OFERTADO:</b>	<b>\$12,32</b>



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

HOJA 23 de 41

**RUBRO #:** 23

**UNIDAD:** u

**DETALLE:** Marcas sobresalidas de pavimento (tachas reflect. unidireccionales)

**EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A x B	REND. R	COSTO D = C x R
Herramienta Menor 5% m.o					0,02
<b>SUBTOTAL M</b>					0,02

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD A	JORNAL HR B	COSTO HORA C = A x B	REND. R	COSTO D = C x R
Peón (Estr. Oc. E2)	2,00	3,41	6,82	0,0250	0,17
Albañil (Estr. Oc.D2)	2,00	3,45	6,90	0,0250	0,17
<b>SUBTOTAL N</b>					0,34

**MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	P. UNITARIO B	COSTO C = A x B
Tacha unidireccional reflectiva	u	1,000	3,10	3,10
Pegamento asfáltico	kg	0,031	23,00	0,71
<b>SUBTOTAL O</b>				3,81

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A x B
<b>SUBTOTAL P</b>				

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA Ambato, Mayo 2017  Andrés Renato López Yumiguano	<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	4,17
	<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES:</b> 21,87%	0,91
	<b>OTROS INDIRECTOS:</b>	
	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO:</b>	5,08
	<b>VALOR OFERTADO:</b>	<b>\$5,08</b>

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

HOJA 24 de 41

**RUBRO #:** 24

**UNIDAD:** u

**DETALLE:** Señales al lado de la carretera - (preventivas 0.75 x 0.75)

**EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A x B	REND. R	COSTO D = C x R
Herramienta Menor 5% m.o					0,16
Volqueta 8 m3	1,00	20,00	20,00	0,1250	2,50
Aplicador	1,00	4,00	4,00	0,1250	0,50
Cortadora de hierro	1,00	2,00	2,00	0,1250	0,25
Soldadora eléctrica	1,00	3,00	3,00	0,1250	0,38
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>3,79</b>

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD A	JORNAL HR B	COSTO HORA C = A x B	REND. R	COSTO D = C x R
Albañil (Estr. Oc.D2)	2,00	3,45	6,90	0,1250	0,86
Peón (Estr. Oc. E2)	2,00	3,41	6,82	0,1250	0,85
Chofer tipo E	1,00	5,00	5,00	0,1250	0,63
Maestro de obra (Est. Oc. C1)	1,00	3,82	3,82	0,1250	0,48
Soldador (Estr. Oc. D2)	1,00	3,45	3,45	0,1250	0,43
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>3,25</b>

**MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	P. UNITARIO B	COSTO C = A x B
Lámina de tool galv.(2.44x1.22)m e=1.4 mm	m2	0,563	33,40	18,80
Tubo galv. 2"x6m (postes) ASTM	m	3,50	16,45	57,58
Pernos inoxidables	u	2,00	0,40	0,80
Señal diamante cubo DG3 (ASTM D4956 tipo X)	m2	0,563	84,00	47,29
Material electrocorte (sobrelaminacion y pictogramas)	m2	0,563	30,00	16,89
Hormigón claseB f'c=180 kg/cm2 (plintos 80x30x30)cm	m3	0,070	90,00	6,30
Varios	set	1,00	3,50	3,50
Angulos 30x3 mm	m	3,00	2,14	6,42
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>157,58</b>

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A x B
<b>SUBTOTAL P</b>				

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA Ambato, Mayo 2017  Andrés Renato López Yumiguano	<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	164,62
	<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES:</b> 21,87%	36,00
	<b>OTROS INDIRECTOS:</b>	
	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO:</b>	200,62
	<b>VALOR OFERTADO:</b>	<b>\$200,62</b>

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

HOJA 25 de 41

**RUBRO #:** 25

**UNIDAD:** u

**DETALLE:** Señales al lado de la carretera - (reglamentarias 0.75 x 0.75)

**EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A x B	REND. R	COSTO D = C x R
Herramienta Menor 5% m.o					0,16
Volqueta 8 m3	1,00	20,00	20,00	0,1250	2,50
Aplicador	1,00	4,00	4,00	0,1250	0,50
Cortadora de hierro	1,00	2,00	2,00	0,1250	0,25
Soldadora eléctrica	1,00	3,00	3,00	0,1250	0,38
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>3,79</b>

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD A	JORNAL HR B	COSTO HORA C = A x B	REND. R	COSTO D = C x R
Albañil (Estr. Oc.D2)	2,00	3,45	6,90	0,1250	0,86
Peón (Estr. Oc. E2)	2,00	3,41	6,82	0,1250	0,85
Chofer tipo E	1,00	5,00	5,00	0,1250	0,63
Maestro de obra (Est. Oc. C1)	1,00	3,82	3,82	0,1250	0,48
Soldador (Estr. Oc. D2)	1,00	3,45	3,45	0,1250	0,43
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>3,25</b>

**MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	P. UNITARIO B	COSTO C = A x B
Lámina de tool galv.(2.44x1.22)m e=1.4 mm	m2	0,563	33,40	18,80
Tubo galv. 2"x6m (postes) ASTM	m	3,50	16,45	57,58
Pernos inoxidables	u	2,00	0,40	0,80
Señal diamante cubo DG3 (ASTM D4956 tipo X)	m2	0,563	84,00	47,29
Material electrocorte (sobrelaminacion y pictogramas)	m2	0,563	30,00	16,89
Hormigón claseB f'c=180 kg/cm2 (plintos 80x30x30)cm	m3	0,070	90,00	6,30
Varios	set	1,00	3,50	3,50
Angulos 30x3 mm	m	3,00	2,14	6,42
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>157,58</b>

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A x B
<b>SUBTOTAL P</b>				

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA Ambato, Mayo 2017  Andrés Renato López Yumiguano	<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	164,62
	<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES:</b> 21,87%	36,00
	<b>OTROS INDIRECTOS:</b>	
	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO:</b>	200,62
	<b>VALOR OFERTADO:</b>	<b>\$200,62</b>

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

HOJA 26 de 41

**RUBRO #:** 26

**UNIDAD:** u

**DETALLE:** Señales al lado de la carretera - (informativas 2,20 x 1,55)

**EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A x B	REND. R	COSTO D = C x R
Herramienta Menor 5% m.o					0,65
Volqueta 8 m3	1,00	20,00	20,00	0,500	10,00
Aplicador	1,00	4,00	4,00	0,500	2,00
Cortadora de hierro	1,00	2,00	2,00	0,500	1,00
Soldadora eléctrica	1,00	3,00	3,00	0,500	1,50
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>15,15</b>

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD A	JORNAL HR B	COSTO HORA C = A x B	REND. R	COSTO D = C x R
Albañil (Estr. Oc.D2)	2,00	3,45	6,90	0,500	3,45
Peón (Estr. Oc. E2)	2,00	3,41	6,82	0,500	3,41
Chofer tipo E	1,00	5,00	5,00	0,500	2,50
Maestro de obra (Est. Oc. C1)	1,00	3,82	3,82	0,500	1,91
Soldador (Estr. Oc. D2)	1,00	3,45	3,45	0,500	1,73
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>13,00</b>

**MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	P. UNITARIO B	COSTO C = A x B
Lámina de tool galv.(2.44x1.22)m e=1.4 mm	m2	3,410	33,40	113,89
Tubo galv. 2"x6m (postes) ASTM	m	7,00	16,45	115,15
Pernos inoxidables	u	4,00	0,40	1,60
Señal diamante cubo DG3 (ASTM D4956 tipo X)	m2	3,410	84,00	286,44
Material electrocorte (sobrelaminacion y pictogramas)	m2	3,410	30,00	102,30
Hormigón claseB f'c=180 kg/cm2 (plintos 80x30x30)cm	m3	0,140	90,00	12,60
Varios	set	2,00	3,50	7,00
Angulos 30x3 mm	m	8,40	2,14	17,98
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>656,96</b>

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A x B
<b>SUBTOTAL P</b>				

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA  
 Ambato, Mayo 2017

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>		<b>685,11</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES:</b>	21,87%	149,83
<b>OTROS INDIRECTOS:</b>		
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO:</b>		<b>834,94</b>
<b>VALOR OFERTADO:</b>		<b>\$834,94</b>

Andrés Renato López Yumiguano

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

HOJA 27 de 41

**RUBRO #:** 27

**UNIDAD:** u

**DETALLE:** Señales al lado de la carretera - (preventivas 0.75 x 0.90) tipo chevron doble

**EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A x B	REND. R	COSTO D = C x R
Herramienta Menor 5% m.o					0,16
Volqueta 8 m3	1,00	20,00	20,00	0,1250	2,50
Aplicador	1,00	4,00	4,00	0,1250	0,50
Cortadora de hierro	1,00	2,00	2,00	0,1250	0,25
Soldadora eléctrica	1,00	3,00	3,00	0,1250	0,38
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>3,79</b>

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD A	JORNAL HR B	COSTO HORA C = A x B	REND. R	COSTO D = C x R
Albañil (Estr. Oc.D2)	2,00	3,45	6,90	0,1250	0,86
Peón (Estr. Oc. E2)	2,00	3,41	6,82	0,1250	0,85
Chofer tipo E	1,00	5,00	5,00	0,1250	0,63
Maestro de obra (Est. Oc. C1)	1,00	3,82	3,82	0,1250	0,48
Soldador (Estr. Oc. D2)	1,00	3,45	3,45	0,1250	0,43
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>3,25</b>

**MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	P. UNITARIO B	COSTO C = A x B
Lámina de tool galv.(2.44x1.22)m e=1.4 mm	m2	1,350	33,40	45,09
Tubo galv. 2"x6m (postes) ASTM	m	3,50	16,45	57,58
Pernos inoxidables	u	10,00	0,40	4,00
Señal diamante cubo DG3 (ASTM D4956 tipo X)	m2	1,350	84,00	113,40
Material electrocorte (sobrelaminacion y pictogramas)	m2	1,350	30,00	40,50
Hormigón claseB f'c=180 kg/cm2 (plintos 80x30x30)cm	m3	0,070	90,00	6,30
Varios	set	1,00	3,50	3,50
Angulos 30x3 mm	m	7,20	2,14	15,41
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>285,78</b>

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A x B
<b>SUBTOTAL P</b>				

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA Ambato, Mayo 2017  Andrés Renato López Yumiguano	<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	292,82
	<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES:</b> 21,87%	64,04
	<b>OTROS INDIRECTOS:</b>	
	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO:</b>	356,86
	<b>VALOR OFERTADO:</b>	<b>\$356,86</b>

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

HOJA 28 de 41

**RUBRO #:** 28

**UNIDAD:** m3

**DETALLE:** Agua para el control de polvo

**EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A x B	REND. R	COSTO D = C x R
Camion cisterna 10000 l.	1,00	25,00	25,00	0,1000	2,50
SUBTOTAL M					2,50

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD A	JORNAL HR B	COSTO HORA C = A x B	REND. R	COSTO D = C x R
Chofer tipo E	1,00	5,00	5,00	0,1000	0,50
SUBTOTAL N					0,50

**MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	P. UNITARIO B	COSTO C = A x B
Agua	m3	1,00	0,80	0,80
SUBTOTAL O				0,80

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A x B
SUBTOTAL P				

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA Ambato, Mayo 2017  Andrés Renato López Yumiguano	<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	3,80
	<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES:</b> 21,87%	0,83
	<b>OTROS INDIRECTOS:</b>	
	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO:</b>	4,63
	<b>VALOR OFERTADO:</b>	<b>\$4,63</b>

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

HOJA 29 de 41

**RUBRO #:** 29

**UNIDAD:** u

**DETALLE:** Señalización Preventiva (letrero de hombres trabajando y vía en construcción 0.90 x 0.90)

**EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A x B	REND. R	COSTO D = C x R
Herramienta Menor 5% m.o					0,16
Volqueta 8 m3	1,00	20,00	20,00	0,1250	2,50
Aplicador	1,00	4,00	4,00	0,1250	0,50
Cortadora de hierro	1,00	2,00	2,00	0,1250	0,25
Soldadora eléctrica	1,00	3,00	3,00	0,1250	0,38
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>3,79</b>

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD A	JORNAL HR B	COSTO HORA C = A x B	REND. R	COSTO D = C x R
Albañil (Estr. Oc.D2)	2,00	3,45	6,90	0,1250	0,86
Peón (Estr. Oc. E2)	2,00	3,41	6,82	0,1250	0,85
Chofer tipo E	1,00	5,00	5,00	0,1250	0,63
Maestro de obra (Est. Oc. C1)	1,00	3,82	3,82	0,1250	0,48
Soldador (Estr. Oc. D2)	1,00	3,45	3,45	0,1250	0,43
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>3,25</b>

**MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	P. UNITARIO B	COSTO C = A x B
Lámina de tool galv.(2.44x1.22)m e=1.4 mm	m2	0,81	33,40	27,05
Tubo galv. 2"x6m (postes) ASTM	m	3,50	16,45	57,58
Pernos inoxidables	u	2,00	0,40	0,80
Señal diamante cubo DG3 (ASTM D4956 tipo X)	m2	0,81	84	68,04
Material electrocorte (sobrelaminacion y pictogramas)	m2	0,81	30	24,30
Hormigón claseB f'c=180 kg/cm2 (plintos 80x30x30)cm	m3	0,14	90	12,60
Varios	set	1,00	3,5	3,50
Angulos 30x3 mm	m	3,60	2,14	7,70
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>201,57</b>

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A x B
<b>SUBTOTAL P</b>				

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Ambato, Mayo 2017

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	208,61
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES:</b> 21,87%	45,62
<b>OTROS INDIRECTOS:</b>	
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO:</b>	254,23
<b>VALOR OFERTADO:</b>	<b>\$254,23</b>

Andrés Renato López Yumiguano

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

HOJA 30 de 41

**RUBRO #:** 30

**UNIDAD:** m

**DETALLE:** Cintas de peligro

**EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A x B	REND. R	COSTO D = C x R
Herramienta Menor 5% m.o	1,00			0,0192	0,00
<b>SUBTOTAL M</b>					0,00

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD A	JORNAL HR B	COSTO HORA C = A x B	REND. R	COSTO D = C x R
Peón (Estr. Oc. E2)	1,00	3,41	3,41	0,0020	0,01
<b>SUBTOTAL N</b>					0,01

**MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	P. UNITARIO B	COSTO C = A x B
Cinta de peligro	m	1,00	0,10	0,10
<b>SUBTOTAL O</b>				0,10

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A x B
<b>SUBTOTAL P</b>				

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA Ambato, Mayo 2017  Andrés Renato López Yumiguano	<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>			0,11
	<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES:</b> 21,87%			0,02
	<b>OTROS INDIRECTOS:</b>			
	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO:</b>			0,13
<b>VALOR OFERTADO:</b>			<b>\$0,13</b>	



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

HOJA 31 de 41

RUBRO #: 31

UNIDAD: u

DETALLE: Charlas de concientización (1 hora)

**EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A x B	REND. R	COSTO D = C x R
SUBTOTAL M					

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD A	JORNAL HR B	COSTO HORA C = A x B	REND. R	COSTO D = C x R
Inspector de obra (Estr. Oc. B3)	1,00	3,83	3,83	5,8824	22,53
Confencista	1,00	30,00	30,00	5,8824	176,47
SUBTOTAL N					199,00

**MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	P. UNITARIO B	COSTO C = A x B
Equipo de proyección	u	1,00	9,00	9,00
Laminas, diapositivas	u	1,00	20,00	20,00
SUBTOTAL O				29,00

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A x B
SUBTOTAL P				

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA Ambato, Mayo 2017  Andrés Renato López Yumiguano	<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	228,00
	<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES:</b> 21,87%	49,86
	<b>OTROS INDIRECTOS:</b>	
	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO:</b>	277,86
<b>VALOR OFERTADO:</b>		<b>\$277,86</b>

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

HOJA 32 de 41

RUBRO #: 32

UNIDAD: u

DETALLE: Comunicados radiales (2 minutos)

**EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A x B	REND. R	COSTO D = C x R
SUBTOTAL M					

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD A	JORNAL HR B	COSTO HORA C = A x B	REND. R	COSTO D = C x R
SUBTOTAL N					

**MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	P. UNITARIO B	COSTO C = A x B
Cuñas radiales	min	2,00	6,00	12,00
SUBTOTAL O				12,00

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A x B
SUBTOTAL P				

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA Ambato, Mayo 2017  Andrés Renato López Yumiguano	<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	12,00
	<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES:</b> 21,87%	2,62
	<b>OTROS INDIRECTOS:</b>	
	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO:</b>	14,62
<b>VALOR OFERTADO:</b>		<b>\$14,62</b>

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

HOJA 33 de 41

**RUBRO #:** 33

**UNIDAD:** m3

**DETALLE:** Bacheo asfáltico menor

**EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A x B	REND. R	COSTO D = C x R
Herramienta Menor 5% m.o					0,38
Cortadora de asfalto	1,00	5,00	5,00	0,2500	1,25
Volqueta 8 m3	0,50	20,00	10,00	0,2500	2,50
Retroexcavadora	0,50	25,00	12,50	0,2500	3,13
Rodillo vibratorio liso CS-431 de 107 HP	0,50	35,00	17,50	0,2500	4,38
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>11,64</b>

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD A	JORNAL HR B	COSTO HORA C = A x B	REND. R	COSTO D = C x R
Operador Equipo en general (Estr. Oc. C1)	1,00	3,82	3,82	0,2500	0,96
Operador (Estr. Oc. C2 - G2)	2,00	3,64	7,28	0,2500	1,82
Ayudate de maquinaria	1,00	3,45	3,45	0,2500	0,86
Peón (Estr. Oc. E2)	4,00	3,41	13,64	0,2500	3,41
Chofer tipo E	0,50	5,00	2,50	0,2500	0,63
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>7,68</b>

**MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	P. UNITARIO B	COSTO C = A x B
Mezcla asfáltica	m3	1,000	90,00	90,00
Disco de corte	u	0,025	375,00	9,38
Asfalto	lts	8,000	0,30	2,40
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>101,78</b>

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A x B
<b>SUBTOTAL P</b>				

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA Ambato, Mayo 2017  Andrés Renato López Yumiguano	<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	121,10
	<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES:</b> 21,87%	26,49
	<b>OTROS INDIRECTOS:</b>	
	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO:</b>	147,59
	<b>VALOR OFERTADO:</b>	<b>\$147,59</b>

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

HOJA 34 de 41

**RUBRO #:** 34

**UNIDAD:** Its

**DETALLE:** Sellado de fisuras superficiales

**EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A x B	REND. R	COSTO D = C x R
Herramienta Menor 5% m.o					0,01
Compresor de aire	0,50	18,00	9,00	0,0111	0,10
Camioneta	0,50	10,00	5,00	0,0111	0,06
<b>SUBTOTAL M</b>					0,17

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD A	JORNAL HR B	COSTO HORA C = A x B	REND. R	COSTO D = C x R
Operador Equipo en general (Estr. Oc. C1)	1,00	3,82	3,82	0,0111	0,04
Peón (Estr. Oc. E2)	2,00	3,41	6,82	0,0111	0,08
Chofer tipo E	1,00	5,00	5,00	0,0111	0,06
<b>SUBTOTAL N</b>					0,18

**MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	P. UNITARIO B	COSTO C = A x B
Asfalto	Its	0,080	0,30	0,02
Arena (en obra)	m3	0,005	9,00	0,05
<b>SUBTOTAL O</b>				0,07

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A x B
Asfalto	Its	0,08	0,044	0,004
<b>SUBTOTAL P</b>				0,004

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA  
 Ambato, Mayo 2017

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>		0,42
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES:</b>	21,87%	0,09
<b>OTROS INDIRECTOS:</b>		
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO:</b>		0,51
<b>VALOR OFERTADO:</b>		<b>\$0,51</b>

Andrés Renato López Yumiguano

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

HOJA 35 de 41

RUBRO #: 35

UNIDAD: m3

DETALLE: Limpieza de cunetas y encauzamientos a mano

**EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A x B	REND. R	COSTO D = C x R
Herramienta Menor 5% m.o					0,27
SUBTOTAL M					0,27

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD A	JORNAL HR B	COSTO HORA C = A x B	REND. R	COSTO D = C x R
Maestro de obra (Est. Oc. C1)	1,00	3,82	3,82	0,1429	0,55
Peón (Estr. Oc. E2)	10,00	3,41	34,10	0,1429	4,87
SUBTOTAL N					5,42

**MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	P. UNITARIO B	COSTO C = A x B
SUBTOTAL O				

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A x B
SUBTOTAL P				

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA Ambato, Mayo 2017  Andrés Renato López Yumiguano	<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>			5,69
	<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES:</b> 21,87%			1,24
	<b>OTROS INDIRECTOS:</b>			
	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO:</b>			6,93
<b>VALOR OFERTADO:</b>			<b>\$6,93</b>	

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

HOJA 36 de 41

**RUBRO #:** 36

**UNIDAD:** m3

**DETALLE:** Limpieza de alcantarillas

**EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A x B	REND. R	COSTO D = C x R
Herramienta Menor 5% m.o					0,86
<b>SUBTOTAL M</b>					0,86

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD A	JORNAL HR B	COSTO HORA C = A x B	REND. R	COSTO D = C x R
Maestro de obra (Est. Oc. C1)	1,00	3,82	3,82	0,4545	1,74
Peón (Estr. Oc. E2)	10,00	3,41	34,10	0,4545	15,50
<b>SUBTOTAL N</b>					17,24

**MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	P. UNITARIO B	COSTO C = A x B
<b>SUBTOTAL O</b>				

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A x B
<b>SUBTOTAL P</b>				

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA Ambato, Mayo 2017  Andrés Renato López Yumiguano	<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>			18,10
	<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES:</b>			21,87%
	<b>OTROS INDIRECTOS:</b>			3,96
	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO:</b>			22,06
<b>VALOR OFERTADO:</b>			<b>\$22,06</b>	

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

HOJA 37 de 41

**RUBRO #:** 37

**UNIDAD:** ha

**DETALLE:** Roza a mano

**EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A x B	REND. R	COSTO D = C x R
Herramienta Menor 5% m.o					1,96
Tractor Cat D8N de 285 HP	1,00	100,00	100,00	2,7778	277,78
Motosierra	2,00	2,00	4,00	2,7778	11,11
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>290,85</b>

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD A	JORNAL HR B	COSTO HORA C = A x B	REND. R	COSTO D = C x R
Operador Equipo en general (Estr. Oc. C1)	1,00	3,82	3,82	2,7778	10,61
Ayudate de maquinaria	1,00	3,45	3,45	2,7778	9,58
Peón (Estr. Oc. E2)	2,00	3,41	6,82	2,7778	18,94
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>39,13</b>

**MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	P. UNITARIO B	COSTO C = A x B
<b>SUBTOTAL O</b>				

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A x B
<b>SUBTOTAL P</b>				

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA Ambato, Mayo 2017  Andrés Renato López Yumiguano	<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	329,98
	<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES:</b> 21,87%	72,17
	<b>OTROS INDIRECTOS:</b>	
	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO:</b>	402,15
	<b>VALOR OFERTADO:</b>	<b>\$402,15</b>

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

HOJA 38 de 41

**RUBRO #:** 38

**UNIDAD:** u

**DETALLE:** Mantenimiento de señalización vertical

**EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A x B	REND. R	COSTO D = C x R
Herramienta Menor 5% m.o					0,39
Volqueta 8 m3	1,00	20,00	20,00	0,5000	10,00
Aplicador	1,00	4,00	4,00	0,5000	2,00
Cortadora de hierro	1,00	2,00	2,00	0,5000	1,00
Soldadora eléctrica	1,00	3,00	3,00	0,5000	1,50
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>14,89</b>

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD A	JORNAL HR B	COSTO HORA C = A x B	REND. R	COSTO D = C x R
Peón (Estr. Oc. E2)	1,00	3,41	3,41	0,5000	1,71
Chofer tipo E	1,00	5,00	5,00	0,5000	2,50
Maestro de obra (Est. Oc. C1)	1,00	3,82	3,82	0,5000	1,91
Soldador (Estr. Oc. D2)	1,00	3,45	3,45	0,5000	1,73
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>7,85</b>

**MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	P. UNITARIO B	COSTO C = A x B
Hormigón claseB f'c=180 kg/cm2 (plintos 80x30x30)cm	m3	0,100	90,00	9,00
Varios	set	1,000	3,50	3,50
Pernos inoxidables	u	2,000	0,40	0,80
Señal diamante cubo DG3 (ASTM D4956 tipo X)	m2	0,750	84,00	63,00
Material electrocorte (sobrelaminacion y pictogramas)	m2	0,750	30,00	22,50
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>98,80</b>

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A x B
<b>SUBTOTAL P</b>				

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA Ambato, Mayo 2017	<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	121,54
	<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES:</b> 21,87%	26,58
	<b>OTROS INDIRECTOS:</b>	
	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO:</b>	148,12
Andrés Renato López Yumiguano	<b>VALOR OFERTADO:</b>	<b>\$148,12</b>



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

HOJA 39 de 41

**RUBRO #:** 39

**UNIDAD:** m

**DETALLE:** Mantenimiento de señalización horizontal

**EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A x B	REND. R	COSTO D = C x R
Herramienta Menor 5% m.o					0,00
Franjadora para señalizacion	1,00	20,00	20,00	0,0010	0,02
Camion mediano de 120 HP	1,00	12,00	12,00	0,0010	0,01
Escoba autopropulsada de 76 HP	1,00	23,00	23,00	0,0010	0,02
Camioneta	2,00	10,00	20,00	0,0010	0,02
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0,07</b>

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD A	JORNAL HR B	COSTO HORA C = A x B	REND. R	COSTO D = C x R
Peón (Estr. Oc. E2)	3,00	3,41	10,23	0,0010	0,01
Operador (Estr. Oc. C2 - G2)	1,00	3,64	3,64	0,0010	
Chofer tipo E	3,00	5,00	15,00	0,0010	0,02
Ayudate de maquinaria	2,00	3,45	6,90	0,0010	0,01
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>0,04</b>

**MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	P. UNITARIO B	COSTO C = A x B
Pintura tipo tráfico reflectiva	gal	0,006	28,00	0,17
Microesferas de vidrio	kg	0,575	0,77	0,44
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>0,61</b>

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A x B
<b>SUBTOTAL P</b>				

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA Ambato, Mayo 2017	<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	0,72
	<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES:</b> 21,87%	0,16
	<b>OTROS INDIRECTOS:</b>	
	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO:</b>	0,88
Andrés Renato López Yumiguano	<b>VALOR OFERTADO:</b>	<b>\$0,88</b>

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

HOJA 40 de 41

**RUBRO #:** 40

**UNIDAD:** m3

**DETALLE:** Limpieza de derrumbes a máquina

**EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	REND.	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Herramienta Menor 5% m.o					0,05
Volqueta 8 m3	1,00	20,00	20,00	0,0400	0,80
Tractor Cat D6H de 165 HP	1,00	60,00	60,00	0,0400	2,40
Cargadora frontal de 120 HP	1,00	35,00	35,00	0,0400	1,40
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>4,65</b>

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD	JORNAL HR	COSTO HORA	REND.	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Chofer tipo E	1,00	5,00	5,00	0,0400	0,20
Peón (Estr. Oc. E2)	2,00	3,41	6,82	0,0400	0,27
Operador Equipo en general (Estr. Oc. C1)	1,00	3,82	3,82	0,0400	0,15
Operador (Estr. Oc. C2 - G2)	2,00	3,64	7,28	0,0400	0,29
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>0,91</b>

**MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
		A	B	C = A x B
<b>SUBTOTAL O</b>				

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
		A	B	C = A x B
<b>SUBTOTAL P</b>				

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA Ambato, Mayo 2017  Andrés Renato López Yumiguano	<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	<b>5,56</b>
	<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES:</b> 21,87%	<b>1,21</b>
	<b>OTROS INDIRECTOS:</b>	
	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO:</b>	<b>6,77</b>
	<b>VALOR OFERTADO:</b>	<b>\$6,77</b>

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

HOJA 41 de 41

**RUBRO #:** 41

**UNIDAD:** m3

**DETALLE:** Limpieza de derrumbes a mano

**EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A x B	REND. R	COSTO D = C x R
Herramienta Menor 5% m.o					0,13
Volqueta 8 m3	1,00	20,00	20,00	0,0625	1,25
<b>SUBTOTAL M</b>					1,38

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD A	JORNAL HR B	COSTO HORA C = A x B	REND. R	COSTO D = C x R
Chofer tipo E	1,00	5,00	5,00	0,0625	0,31
Peón (Estr. Oc. E2)	10,00	3,41	34,10	0,0625	2,13
Ayudate de maquinaria	1,00	3,45	3,45	0,0625	0,22
<b>SUBTOTAL N</b>					2,66

**MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	P. UNITARIO B	COSTO C = A x B
<b>SUBTOTAL O</b>				



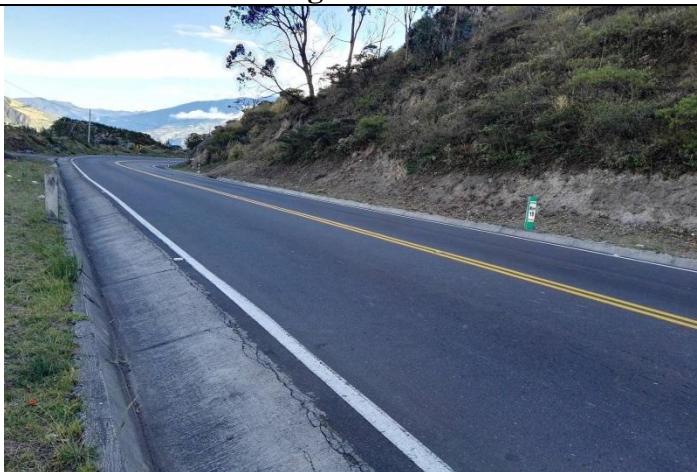
**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A x B
<b>SUBTOTAL P</b>				

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA Ambato, Mayo 2017  Andrés Renato López Yumiguano	<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>			4,04
	<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES:</b> 21,87%			0,88
	<b>OTROS INDIRECTOS:</b>			
	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO:</b>			4,92
<b>VALOR OFERTADO:</b>			<b>\$4,92</b>	




# **Anexo E**




## **Archivo Fotográfico**

<p style="text-align: center;"><b>Fotografía N.-1</b></p> 	<p style="text-align: center;"><b>Información</b></p> <p style="text-align: center;">Proyecto Pelileo-Luna Bonsay: Inicio-Pelileo Viejo</p>
<p style="text-align: center;"><b>Fotografía N.-2</b></p> 	<p style="text-align: center;"><b>Información</b></p> <p style="text-align: center;">Proyecto Pelileo-Luna Bonsái</p>
<p style="text-align: center;"><b>Fotografía N.-3</b></p> 	<p style="text-align: center;"><b>Información</b></p> <p style="text-align: center;">Proyecto Pelileo-Luna Bonsái</p>

Fotografía N.-4	Información
	<p>Toma de datos de la vía actual</p>
	<p>Toma de datos de la vía actual</p>
	<p>Toma de datos de la vía actual</p>






Fotografía N.-7	Información
	<p>Toma de Muestras para Estudio de Suelos</p>
Fotografía N.-8	Información
	<p>Toma de Muestras para Estudio de Suelos</p>
Fotografía N.-9	Información
	<p>Toma de Muestras para Estudio de Suelos</p>




Fotografía N.-10	Información
	<p>Secado de Muestras para el Estudio de Suelos</p>
Fotografía N.-11	Información
	<p>Determinación del Contenido de Humedad</p>
Fotografía N.-12	Información
	<p>Determinación de los límites de Atterberg</p>



Fotografía N.-13	Información
	<p>Determinación de los límites de Atterberg</p>
Fotografía N.-14	Información
	<p>Ensayos de Granulometría</p>
Fotografía N.-15	Información
	<p>Ensayos de Granulometría</p>

Fotografía N.-16	Información
	<p>Ensayo Proctor Modificado</p>
	<p>Ensayo Proctor Modificado</p>
	<p>Ensayo de Compactación (CBR)</p>



<p style="text-align: center;"><b>Fotografía N.-19</b></p> 	<p style="text-align: center;"><b>Información</b></p> <p style="text-align: center;">Ensayo de Compactación (CBR)</p>
<p style="text-align: center;"><b>Fotografía N.-20</b></p> 	<p style="text-align: center;"><b>Información</b></p> <p style="text-align: center;">Conteo del tránsito vehicular</p>
<p style="text-align: center;"><b>Fotografía N.-21</b></p> 	<p style="text-align: center;"><b>Información</b></p> <p style="text-align: center;">Conteo del tránsito vehicular</p>

# **Anexo F**

## **Planos del Proyecto**







**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**

**PROYECTO:**  
 INSTRUCTIVO TÉCNICO PARA LA EVALUACIÓN, REPARACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL, UTILIZANDO LA METODOLOGÍA TÉCNICA Y TEÓRICA DEL PROYECTO "MANTENIMIENTO VIAL POR RESULTADOS DE LA RED VIAL ESTATAL E30, TRAMO PELILEO - LUNA BONSAÏ".

**ESCALA:**  
 H: 1:5000  
 V: 1:500  
**FECHA:**  
 MAYO - 2017

**CONTIENE:**  
 - DISEÑO HORIZONTAL ACTUAL  
 - DISEÑO VERTICAL ACTUAL

**TRAMO:**  
 - KM 4+000 AL KM 7+000

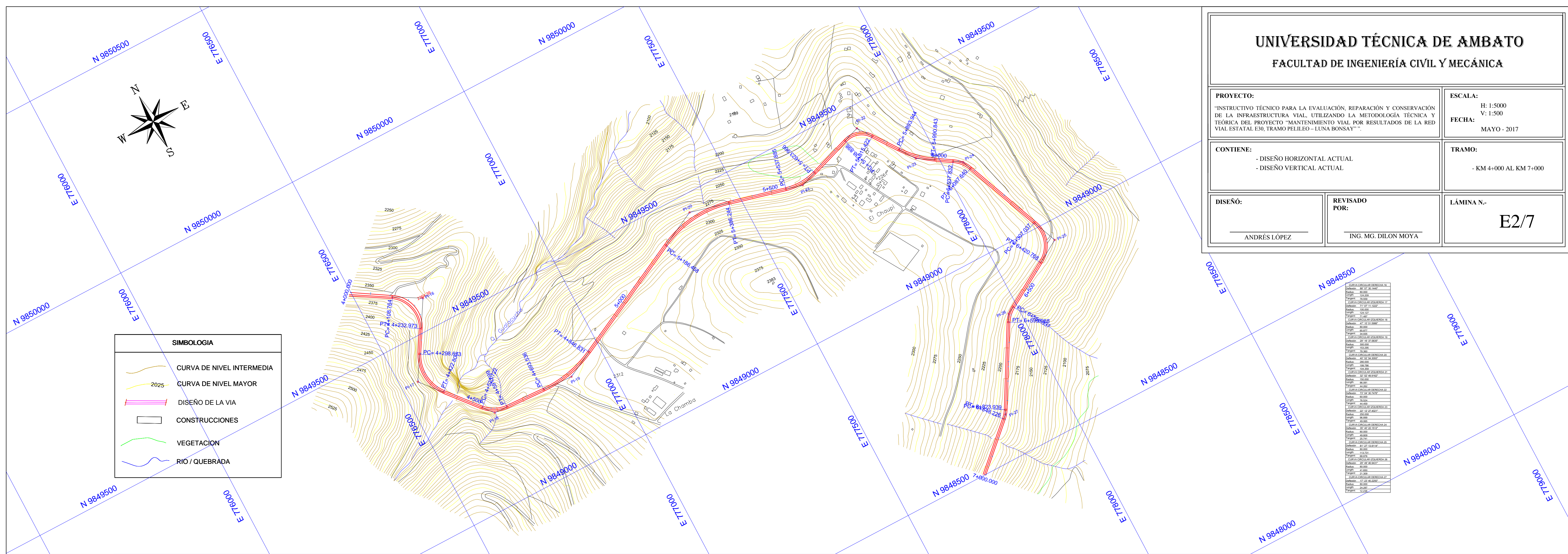
**DISEÑO:**  
 ANDRÉS LÓPEZ

**REVISADO POR:**  
 ING. MG. DILON MOYA

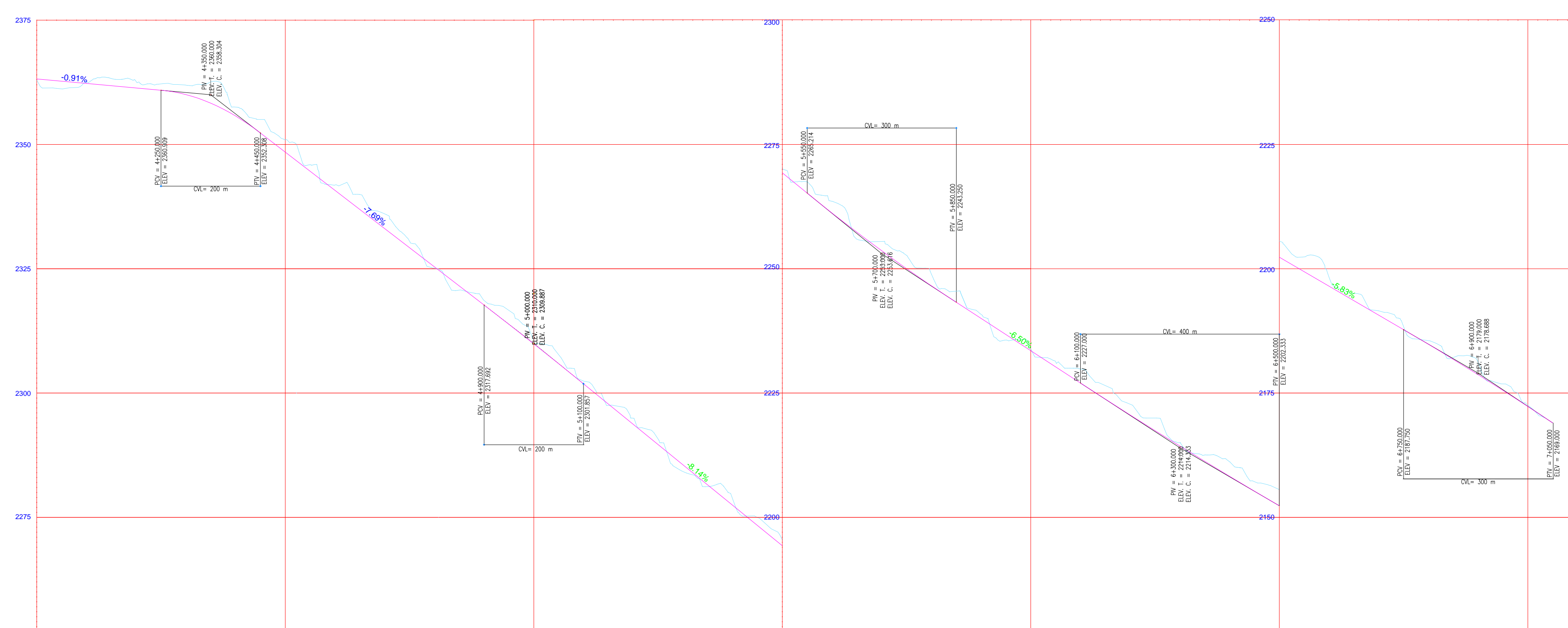
**LÁMINA N.º:**  
 E2/7

**SIMBOLOGIA**

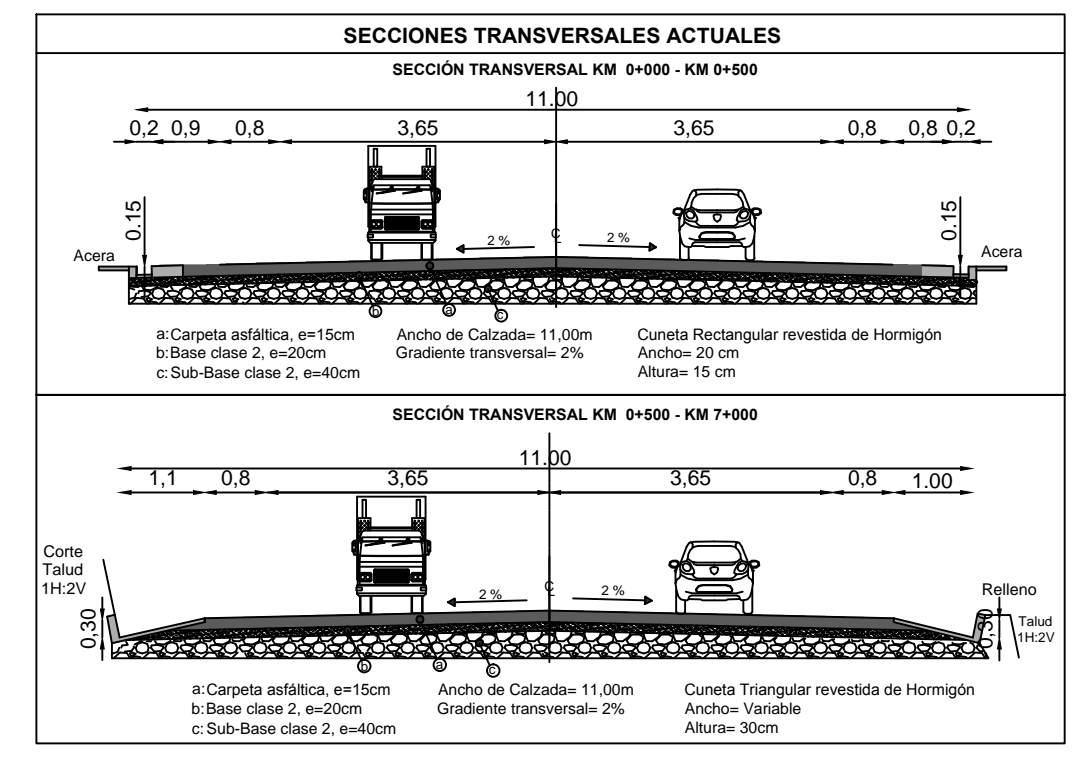
- CURVA DE NIVEL INTERMEDIA
- CURVA DE NIVEL MAYOR
- DISEÑO DE LA VIA
- CONSTRUCCIONES
- VEGETACION
- RIO / QUEBRADA



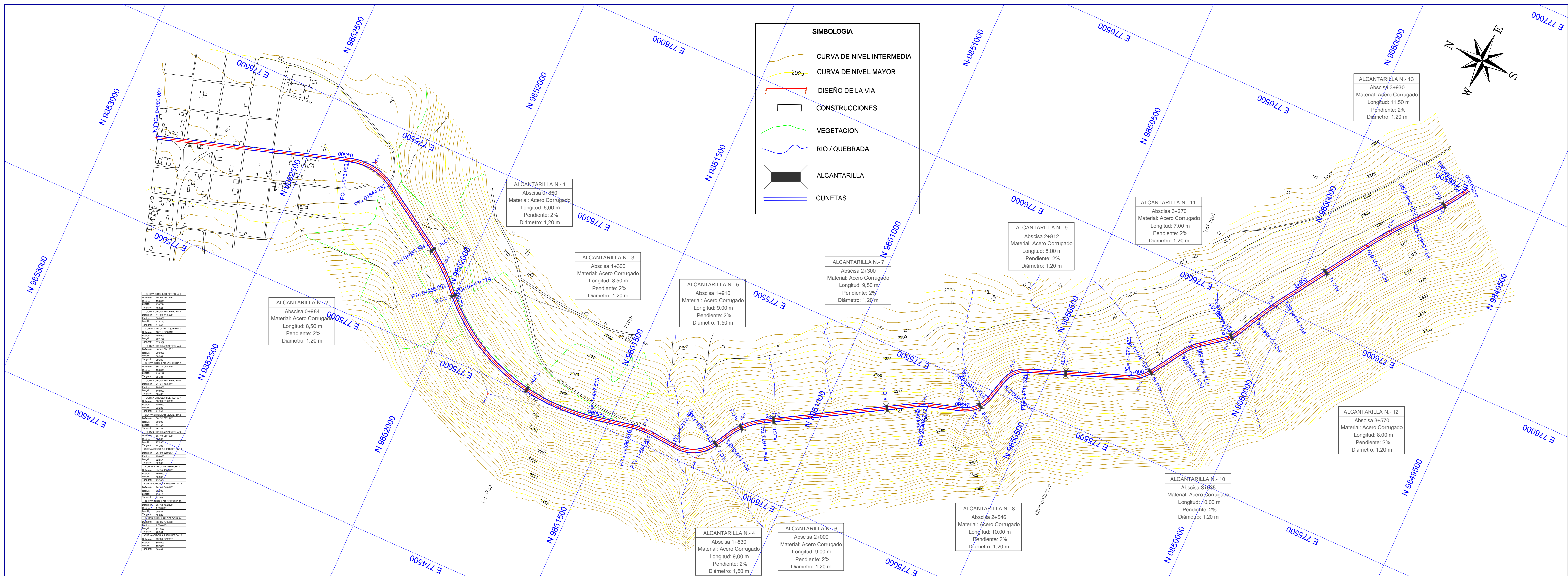
ESTACION	ALTIMETRIA	TIPO DE TERRENO
4+000	2375	TIPO 1
4+050	2370	TIPO 1
4+100	2365	TIPO 1
4+150	2360	TIPO 1
4+200	2355	TIPO 1
4+250	2350	TIPO 1
4+300	2345	TIPO 1
4+350	2340	TIPO 1
4+400	2335	TIPO 1
4+450	2330	TIPO 1
4+500	2325	TIPO 1
4+550	2320	TIPO 1
4+600	2315	TIPO 1
4+650	2310	TIPO 1
4+700	2305	TIPO 1
4+750	2300	TIPO 1
4+800	2295	TIPO 1
4+850	2290	TIPO 1
4+900	2285	TIPO 1
4+950	2280	TIPO 1
5+000	2275	TIPO 1
5+050	2270	TIPO 1
5+100	2265	TIPO 1
5+150	2260	TIPO 1
5+200	2255	TIPO 1
5+250	2250	TIPO 1
5+300	2245	TIPO 1
5+350	2240	TIPO 1
5+400	2235	TIPO 1
5+450	2230	TIPO 1
5+500	2225	TIPO 1
5+550	2220	TIPO 1
5+600	2215	TIPO 1
5+650	2210	TIPO 1
5+700	2205	TIPO 1
5+750	2200	TIPO 1
5+800	2195	TIPO 1
5+850	2190	TIPO 1
5+900	2185	TIPO 1
5+950	2180	TIPO 1
6+000	2175	TIPO 1
6+050	2170	TIPO 1
6+100	2165	TIPO 1
6+150	2160	TIPO 1
6+200	2155	TIPO 1
6+250	2150	TIPO 1
6+300	2145	TIPO 1
6+350	2140	TIPO 1
6+400	2135	TIPO 1
6+450	2130	TIPO 1
6+500	2125	TIPO 1
6+550	2120	TIPO 1
6+600	2115	TIPO 1
6+650	2110	TIPO 1
6+700	2105	TIPO 1
6+750	2100	TIPO 1
6+800	2095	TIPO 1
6+850	2090	TIPO 1
6+900	2085	TIPO 1
6+950	2080	TIPO 1
7+000	2075	TIPO 1



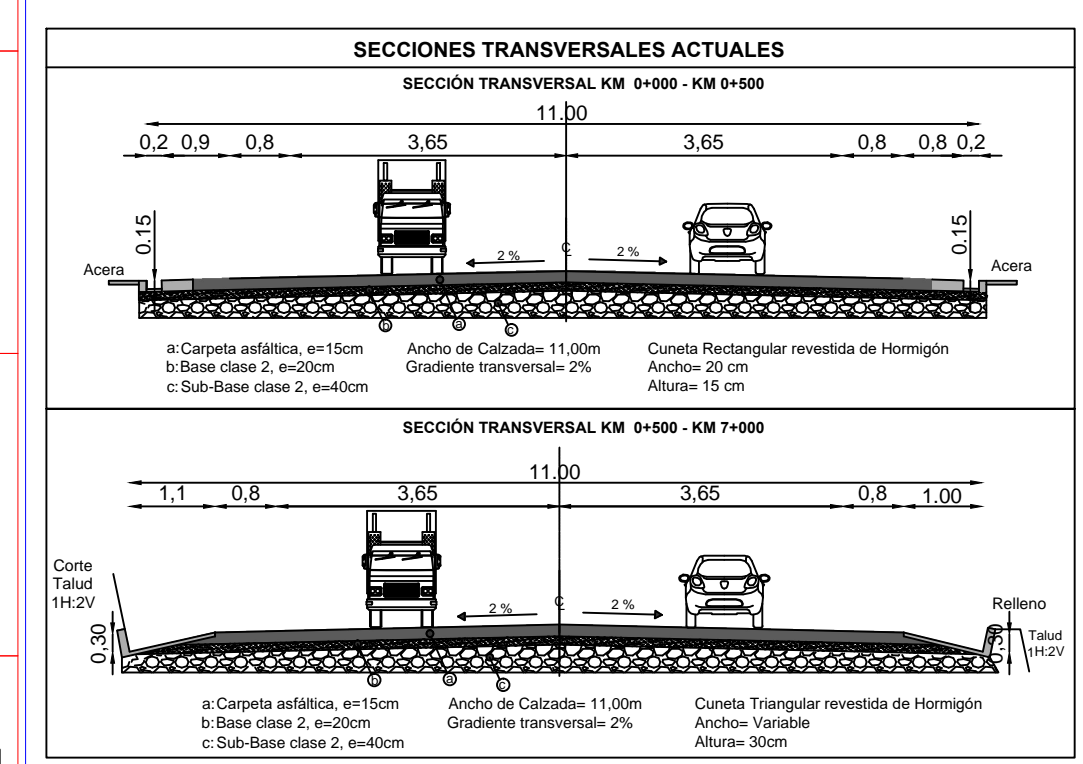
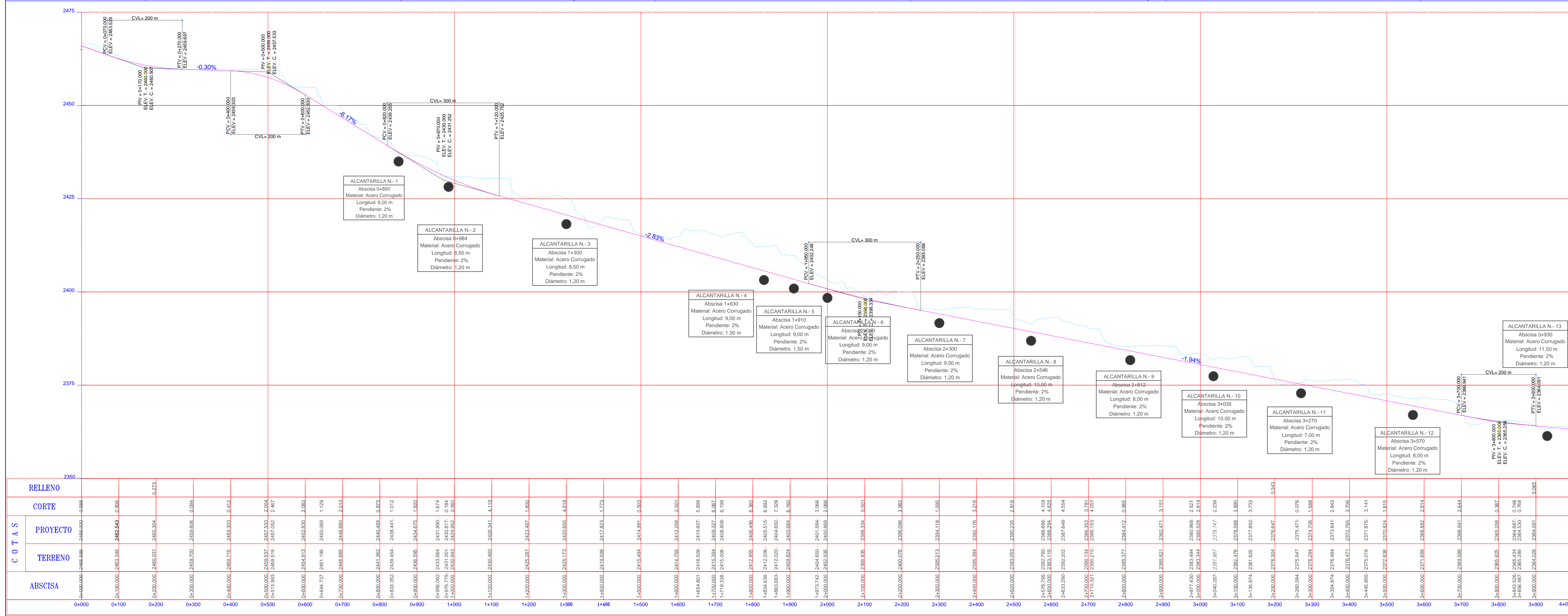
COTAS	RELLENO	
	PROYECTO	TERRENO
	ABCISAS	
	4+000	7+100
4+000	2375	2375
4+100	2370	2370
4+200	2365	2365
4+300	2360	2360
4+400	2355	2355
4+500	2350	2350
4+600	2345	2345
4+700	2340	2340
4+800	2335	2335
4+900	2330	2330
5+000	2325	2325
5+100	2320	2320
5+200	2315	2315
5+300	2310	2310
5+400	2305	2305
5+500	2300	2300
5+600	2295	2295
5+700	2290	2290
5+800	2285	2285
5+900	2280	2280
6+000	2275	2275
6+100	2270	2270
6+200	2265	2265
6+300	2260	2260
6+400	2255	2255
6+500	2250	2250
6+600	2245	2245
6+700	2240	2240
6+800	2235	2235
6+900	2230	2230
7+000	2225	2225
7+100	2220	2220







ALCANTARILLA N-1	ALCANTARILLA N-2	ALCANTARILLA N-3	ALCANTARILLA N-4	ALCANTARILLA N-5	ALCANTARILLA N-6	ALCANTARILLA N-7	ALCANTARILLA N-8	ALCANTARILLA N-9	ALCANTARILLA N-10	ALCANTARILLA N-11	ALCANTARILLA N-12	ALCANTARILLA N-13
Abscisa 0+850 Material: Acero Corrugado Longitud: 6,00 m Pendiente: 2% Diámetro: 1,20 m	Abscisa 0+984 Material: Acero Corrugado Longitud: 8,50 m Pendiente: 2% Diámetro: 1,20 m	Abscisa 1+300 Material: Acero Corrugado Longitud: 9,00 m Pendiente: 2% Diámetro: 1,20 m	Abscisa 1+830 Material: Acero Corrugado Longitud: 9,00 m Pendiente: 2% Diámetro: 1,50 m	Abscisa 1+910 Material: Acero Corrugado Longitud: 9,00 m Pendiente: 2% Diámetro: 1,50 m	Abscisa 2+000 Material: Acero Corrugado Longitud: 9,00 m Pendiente: 2% Diámetro: 1,20 m	Abscisa 2+300 Material: Acero Corrugado Longitud: 9,50 m Pendiente: 2% Diámetro: 1,20 m	Abscisa 2+546 Material: Acero Corrugado Longitud: 10,00 m Pendiente: 2% Diámetro: 1,20 m	Abscisa 2+812 Material: Acero Corrugado Longitud: 8,00 m Pendiente: 2% Diámetro: 1,20 m	Abscisa 3+035 Material: Acero Corrugado Longitud: 10,00 m Pendiente: 2% Diámetro: 1,20 m	Abscisa 3+270 Material: Acero Corrugado Longitud: 7,00 m Pendiente: 2% Diámetro: 1,20 m	Abscisa 3+570 Material: Acero Corrugado Longitud: 8,00 m Pendiente: 2% Diámetro: 1,20 m	Abscisa 3+930 Material: Acero Corrugado Longitud: 11,50 m Pendiente: 2% Diámetro: 1,20 m



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

<b>PROYECTO:</b> "RESTRUCTIVO TÉCNICO PARA LA EVALUACIÓN, REPARACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL, UTILIZANDO LA METODOLOGÍA TÉCNICA Y TEÓRICA DEL PROYECTO "MANTENIMIENTO VIAL POR RESULTADOS DE LA RED VIAL ESTADAL EN TRAMO PUEBLO - LUNA ROSA".	<b>ESCALA:</b> H: 1:500 V: 1:500
<b>CONTIENE:</b> - DISEÑO HORIZONTAL ACTUAL DE ALCANTARILLAS - DISEÑO VERTICAL ACTUAL DE ALCANTARILLAS	<b>FECHA:</b> MAYO - 2017
<b>DISEÑO:</b> ANDRÉS LÓPEZ	<b>TRAMO:</b> - KM 0+000 AL KM 4+000
<b>REVISADO POR:</b> ING. MG. DILON MOYA	<b>LÁMINA N.º:</b> E3/7



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**

**PROYECTO:**  
 "INSTRUCTIVO TÉCNICO PARA LA EVALUACIÓN, REPARACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL, UTILIZANDO LA METODOLOGÍA TÉCNICA Y TEÓRICA DEL PROYECTO "MANTENIMIENTO VIAL POR RESULTADOS DE LA RED VIAL ESTATAL E30, TRAMO PELILEO - LUNA BONSAÏ".

**ESCALA:**  
 H: 1:5000  
 V: 1:500  
**FECHA:**  
 MAYO - 2017

**CONTIENE:**  
 - DISEÑO HORIZONTAL ACTUAL DE ALCANTARILLAS  
 - DISEÑO VERTICAL ACTUAL DE ALCANTARILLAS









**TRAMO:**  
 - KM 4+000 AL KM 7+000

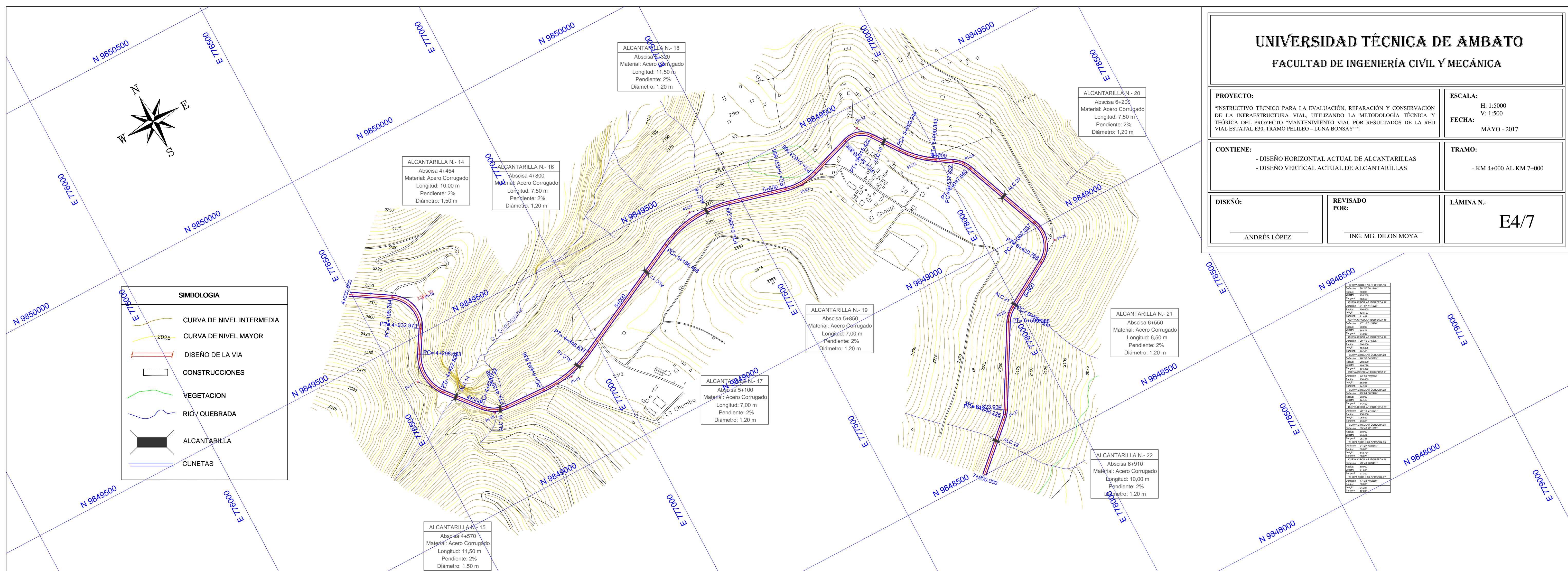
**DISEÑO:**  
 ANDRÉS LÓPEZ

**REVISADO POR:**  
 ING. MG. DILON MOYA

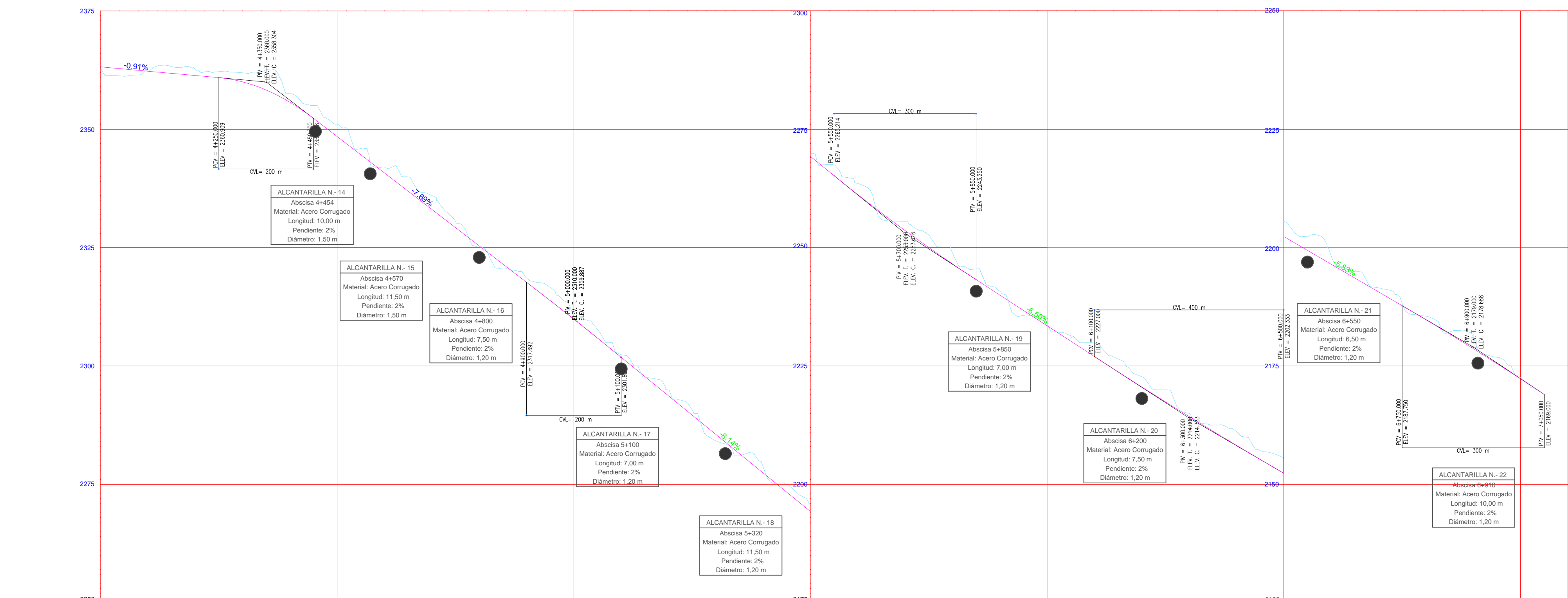
**LÁMINA N.º**  
 E4/7

**SIMBOLOGIA**

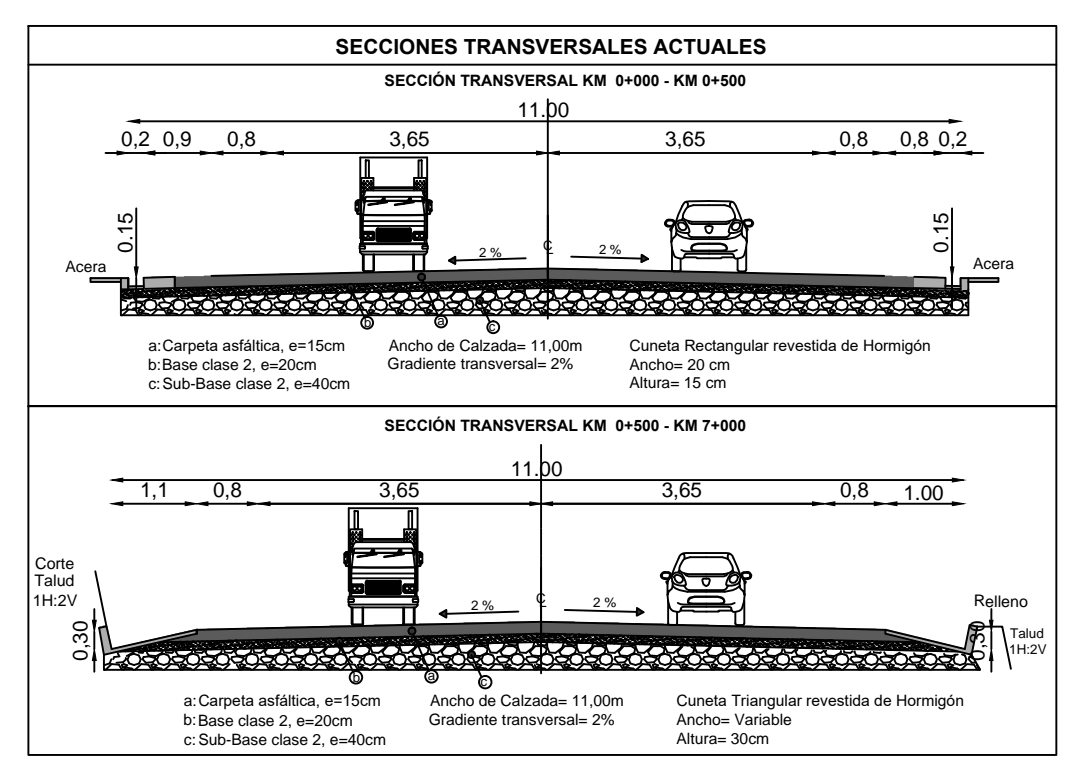
-  CURVA DE NIVEL INTERMEDIA
-  CURVA DE NIVEL MAYOR
-  DISEÑO DE LA VIA
-  CONSTRUCCIONES
-  VEGETACION
-  RIO / QUEBRADA
-  ALCANTARILLA
-  CUNETAS



ALCANTARILLA	ABSCISA	MATERIAL	LONGITUD	PENDIENTE	DIÁMETRO
N-14	4+454	Acero Corrugado	10,00 m	2%	1,50 m
N-15	4+570	Acero Corrugado	11,50 m	2%	1,50 m
N-16	4+800	Acero Corrugado	7,50 m	2%	1,20 m
N-17	5+100	Acero Corrugado	7,00 m	2%	1,20 m
N-18	5+320	Acero Corrugado	11,50 m	2%	1,20 m
N-19	5+850	Acero Corrugado	7,00 m	2%	1,20 m
N-20	6+200	Acero Corrugado	7,50 m	2%	1,20 m
N-21	6+550	Acero Corrugado	6,50 m	2%	1,20 m
N-22	6+910	Acero Corrugado	10,00 m	2%	1,20 m



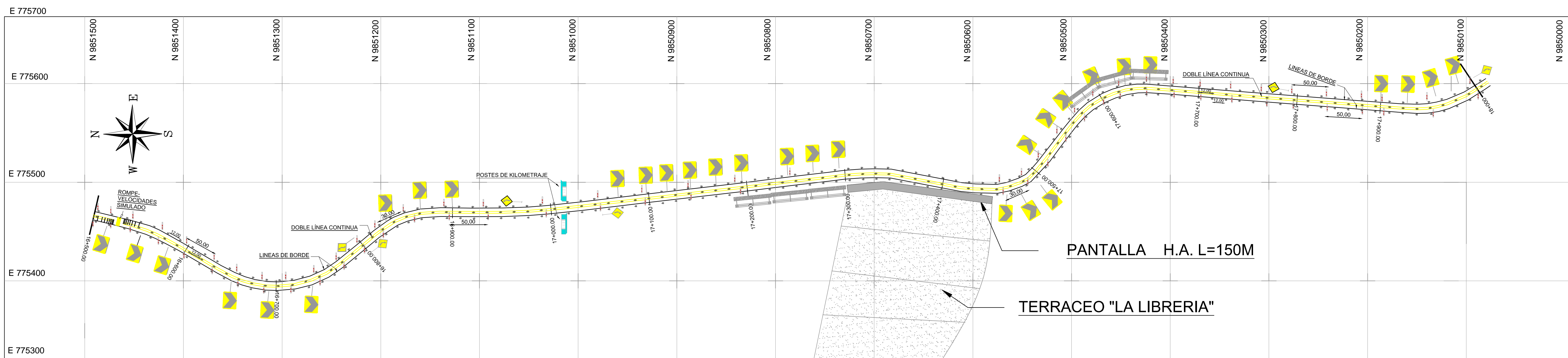
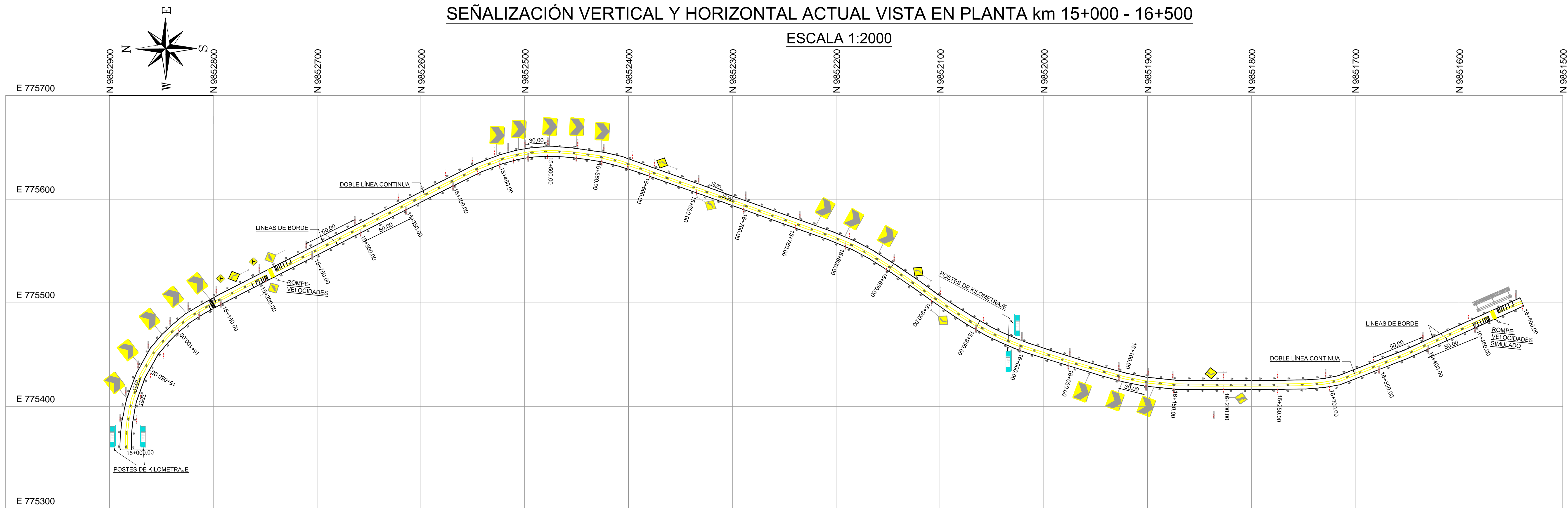
COTAS	RELLENO		CORTE	
	PROYECTO	TERRENO	PROYECTO	TERRENO
4+000	0,00	0,00	0,00	0,00
4+100	0,00	0,00	0,00	0,00
4+200	0,00	0,00	0,00	0,00
4+300	0,00	0,00	0,00	0,00
4+400	0,00	0,00	0,00	0,00
4+500	0,00	0,00	0,00	0,00
4+600	0,00	0,00	0,00	0,00
4+700	0,00	0,00	0,00	0,00
4+800	0,00	0,00	0,00	0,00
4+900	0,00	0,00	0,00	0,00
5+000	0,00	0,00	0,00	0,00
5+100	0,00	0,00	0,00	0,00
5+200	0,00	0,00	0,00	0,00
5+300	0,00	0,00	0,00	0,00
5+400	0,00	0,00	0,00	0,00
5+500	0,00	0,00	0,00	0,00
5+600	0,00	0,00	0,00	0,00
5+700	0,00	0,00	0,00	0,00
5+800	0,00	0,00	0,00	0,00
5+900	0,00	0,00	0,00	0,00
6+000	0,00	0,00	0,00	0,00
6+100	0,00	0,00	0,00	0,00
6+200	0,00	0,00	0,00	0,00
6+300	0,00	0,00	0,00	0,00
6+400	0,00	0,00	0,00	0,00
6+500	0,00	0,00	0,00	0,00
6+600	0,00	0,00	0,00	0,00
6+700	0,00	0,00	0,00	0,00
6+800	0,00	0,00	0,00	0,00
6+900	0,00	0,00	0,00	0,00
7+000	0,00	0,00	0,00	0,00
7+100	0,00	0,00	0,00	0,00





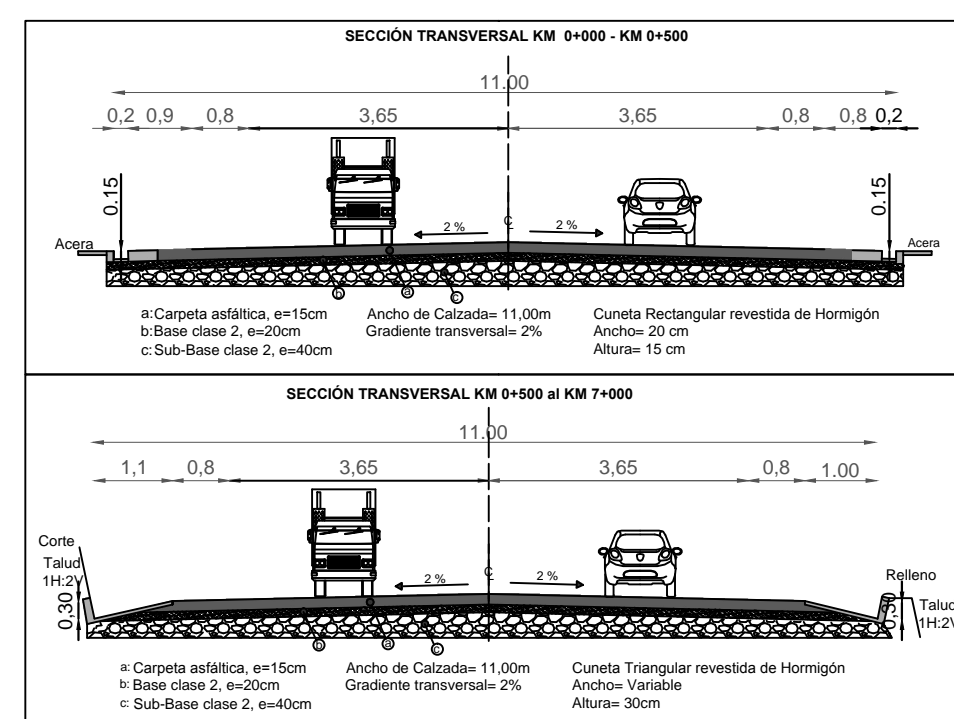
### SEÑALIZACIÓN VERTICAL Y HORIZONTAL ACTUAL VISTA EN PLANTA km 15+000 - 16+500

ESCALA 1:2000



### SEÑALIZACIÓN VERTICAL Y HORIZONTAL ACTUAL VISTA EN PLANTA km 16+500 - 18+000

ESCALA 1:2000



SIMBOLOGÍA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	DOBLE LÍNEA CONTINUA COLOR AMARILLO
	LINEAS DE BORDE COLOR BLANCO
	PASO CEBRA COLOR BLANCO
	LINEAS DE PARRE COLOR BLANCO
	TACUAS REFLECTIVAS BIRECCIONAL Y UNIRECCIONALES
	LINEAS DE APROXIMACIÓN COLOR BLANCO
	REDUCTOR DE VELOCIDAD REDUCTOR DE VELOCIDAD SIMULADO COLOR AMARILLO
	POSTE DE KILOMETRAJE COLOR AMARILLO
	DELINEADOR HORIZONTAL O CHEVRON COLOR AMARILLO
	CURVA ABIERTA DERECHA - IZQUIERDA COLOR AMARILLO
	VIA SERVIDA PRIMERA IZQUIERDA - PRIMERA DERECHA, COLOR AMARILLO
	CURVA Y CONTRA CURVA ABIERTA, IZQUIERDA DERECHA, COLOR AMARILLO
	RESALTO O REDUCTOR DE VELOCIDAD COLOR AMARILLO
	EMPALME LATERAL IZQUIERDO - DERECHO COLOR AMARILLO
	POSTE DELINEADOR COLOR BLANCO
	GUARDAVÍA DOBLES METÁLICO

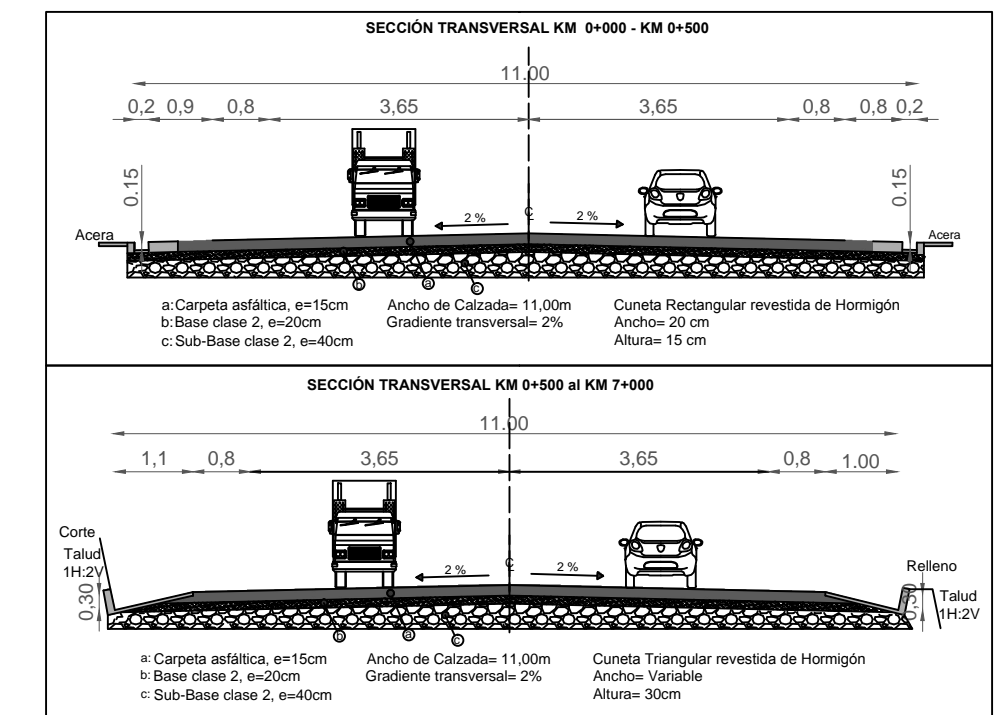
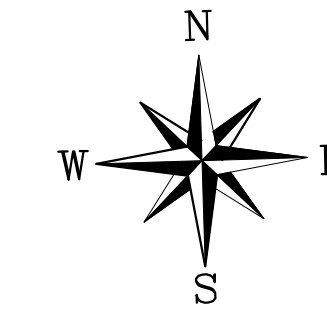
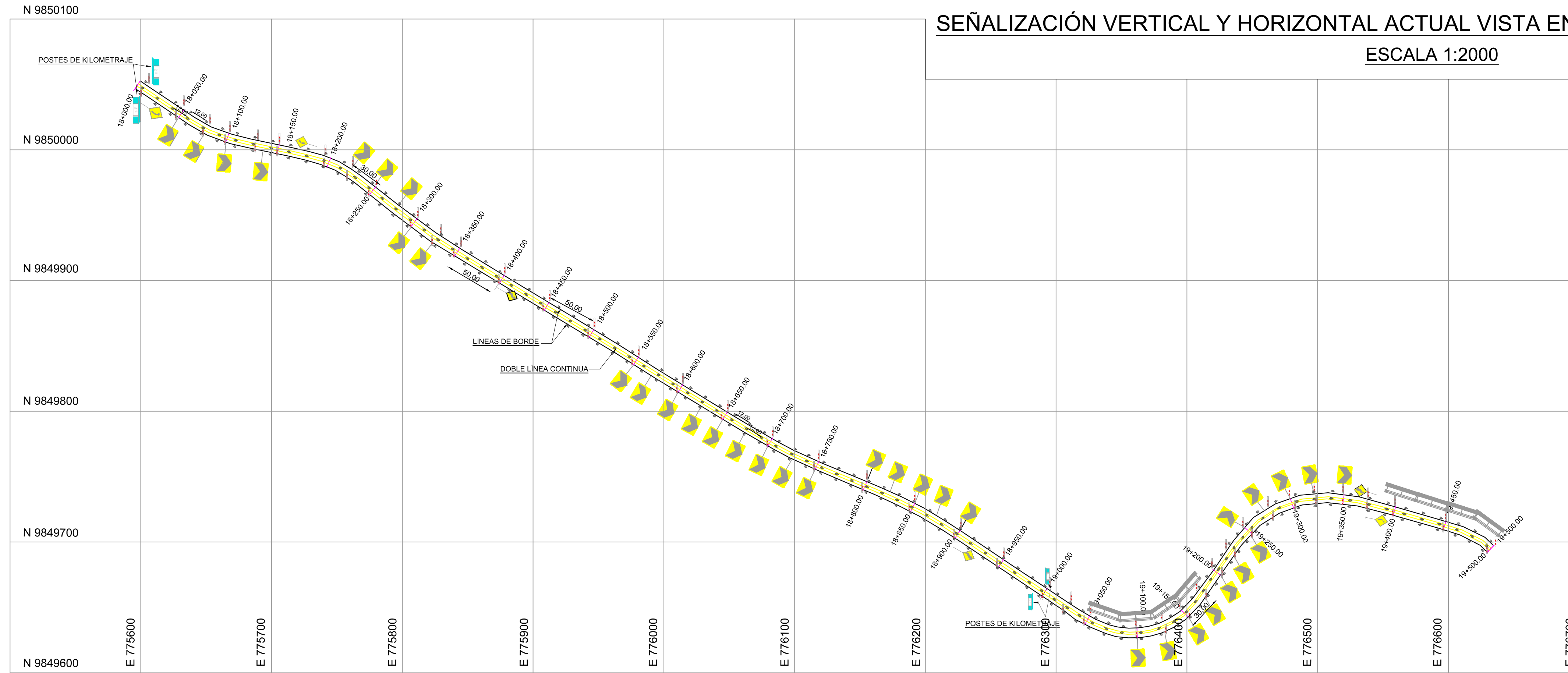
**NOTA:** LAS ABCISAS COLOCADAS INICIAN EN EL KM 15+000 DEBIDO A QUE ES UN KILOMETRAJE ACUMULADO, PERO ESTA ABCISIA EQUIVALE EN EL PROYECTO AL KM 0+000

**NOTA:** LA CANTIDAD TOTAL Y DETALLES DE SEÑALIZACIONES EXISTENTES SE ENCUENTRA EN EL PLANO E7/7

<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA	
<b>PROYECTO:</b> INSTRUCTIVO TÉCNICO PARA LA EVALUACIÓN, REPARACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL, UTILIZANDO LA METODOLOGÍA TÉCNICA Y TEÓRICA DEL PROYECTO "MANTENIMIENTO VIAL POR RESULTADOS DE LA RED VIAL EN TALLERES DE TRAMO PLELEO - LUISA BONNAY"	<b>ESCALA:</b> INDICADAS
<b>CONTIENE:</b> - SEÑALÉTICA HORIZONTAL ACTUAL - SEÑALÉTICA VERTICAL ACTUAL - UBICACIÓN DE SEÑALÉTICA ACTUAL	<b>FECHA:</b> MAYO - 2017
<b>DISEÑO:</b> ANDRÉS LÓPEZ	<b>REVISADO POR:</b> ING. MG. DILÓN MOYA
<b>TRAMO:</b> - KM 15+000 AL KM 16+500 - KM 16+500 AL KM 18+000	<b>LÁMINA N.º:</b> E5/7

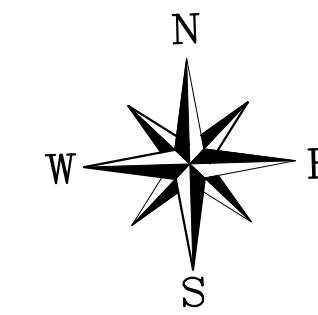
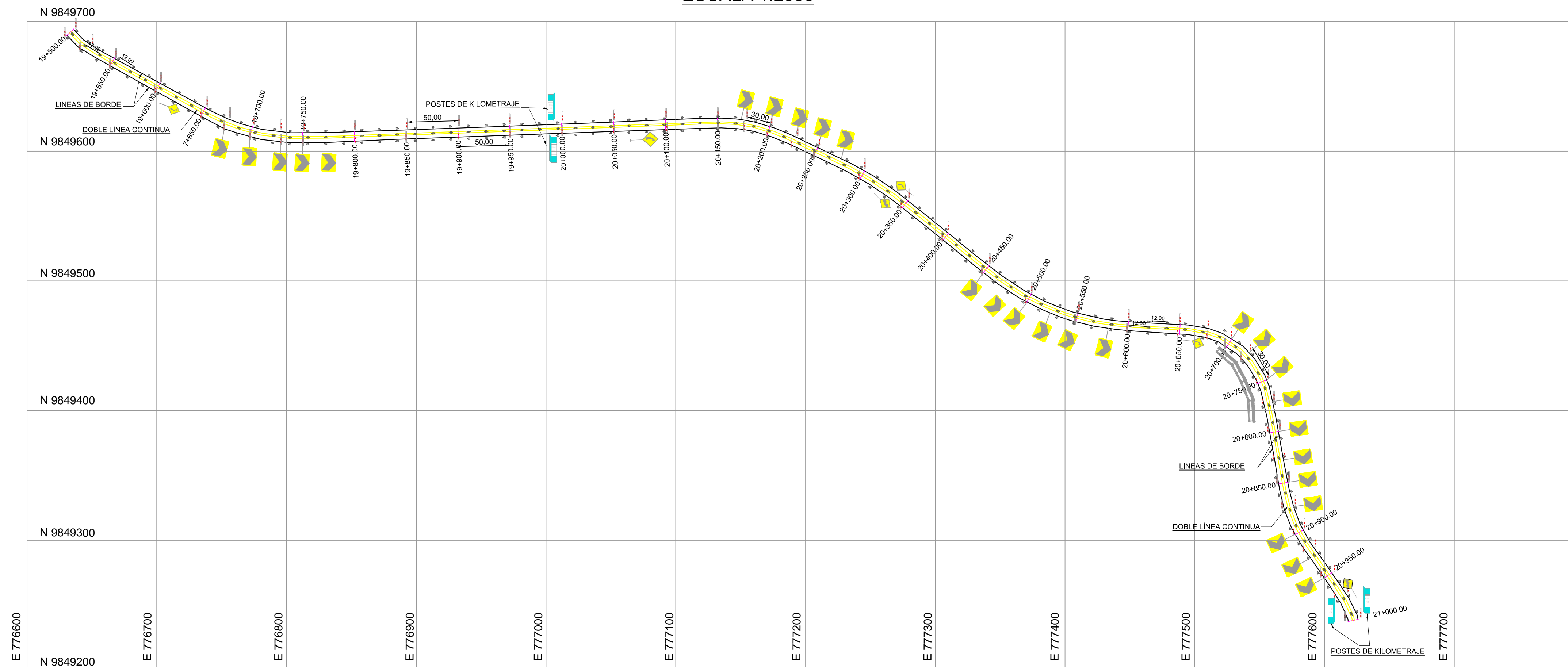
## SEÑALIZACIÓN VERTICAL Y HORIZONTAL ACTUAL VISTA EN PLANTA km 18+000 - 19+500

ESCALA 1:2000



## SEÑALIZACIÓN VERTICAL Y HORIZONTAL ACTUAL VISTA EN PLANTA km 19+500 - 21+000

ESCALA 1:2000



SIMBOLOGIA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	DOBLE LINEA CONTINUA COLOR AMARILLO
	LINEAS DE BORDE COLOR BLANCO
	PASO CEBRA COLOR BLANCO
	LINEAS DE PARE COLOR BLANCO
	TACAS REFLECTIVAS BIRECCIONAL Y UNIRECCIONALES
	LINEAS DE APROXIMACION COLOR BLANCO
	REDUCTOR DE VELOCIDAD REDUCTOR DE VELOCIDAD BALIZADO COLOR AMARILLO
	POSTE DE KILOMETRAJE COLOR VERDE
	DELINTEADOR HORIZONTAL O CHEVRON COLOR AMARILLO
	CURVA ABIERTA DERECHA - IZQUIERDA COLOR AMARILLO
	VIA SINUOSA PRIMERA IZQUIERDA - PRIMERA DERECHA, COLOR AMARILLO
	CURVA Y CONTRA CURVA ABIERTA IZQUIERDA - DERECHA, COLOR AMARILLO
	RESALTO O REDUCTOR DE VELOCIDAD COLOR AMARILLO
	EMPALME LATERAL IZQUIERDO - DERECHO, COLOR AMARILLO
	POSTE DELINTEADOR COLOR BLANCO
	GUARDAVIA DOBLES METALICO

### UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

<b>PROYECTO:</b> INSTRUCTIVO TÉCNICO PARA LA EVALUACIÓN, REPARACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL, UTILIZANDO LA METODOLOGÍA TÉCNICA Y TEÓRICA DEL PROYECTO "MANTENIMIENTO VIAL POR RESULTADOS DE LA RED VIAL INSTALADA EN TRAMO PELLERU - LUISA BONNAY"	<b>ESCALA:</b> INDICADAS
<b>CONTIENE:</b> - SEÑALÉTICA HORIZONTAL ACTUAL - SEÑALÉTICA VERTICAL ACTUAL - UBICACIÓN DE SEÑALÉTICA ACTUAL	<b>FECHA:</b> MAYO - 2017
<b>DESEÑO:</b> ANDRÉS LÓPEZ	<b>REVISADO POR:</b> ING. MG. DILÓN MOYA
<b>TRAMO:</b> - KM 18+000 AL KM 19+500 - KM 19+500 AL KM 21+000	<b>LÁMINA N.º:</b> E6/7

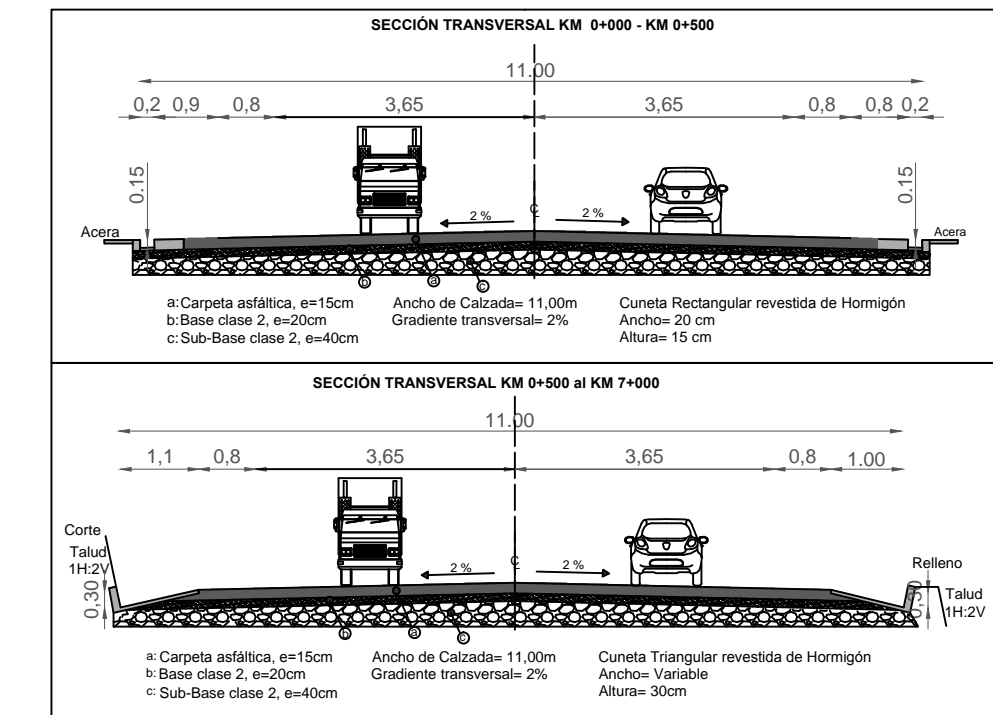
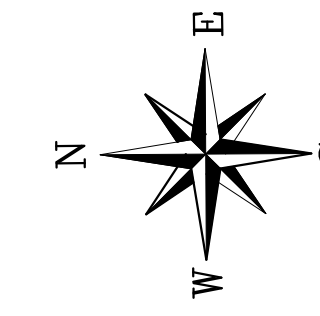
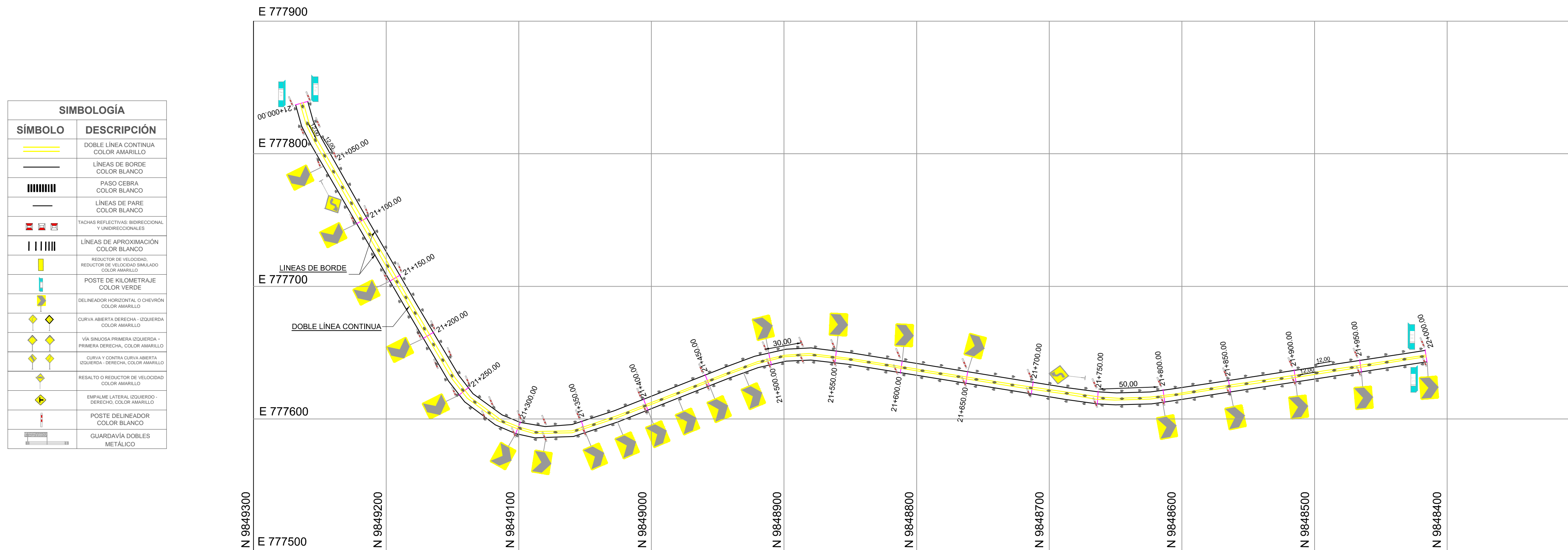
NOTA: LAS ABCISAS COLOCADAS INICIAN EN EL KM 18+000 DEBIDO A QUE ES UN KILOMETRAJE ACUMULADO, PERO ESTA ABCISCA EQUIVALE EN EL PROYECTO AL KM 3+000

NOTA: LA CANTIDAD TOTAL Y DETALLES DE SEÑALIZACIONES EXISTENTES SE ENCUENTRA EN EL PLANO E7/7



# SEÑALIZACIÓN VERTICAL Y HORIZONTAL ACTUAL VISTA EN PLANTA km 21+000 - 22+000

ESCALA 1:2000

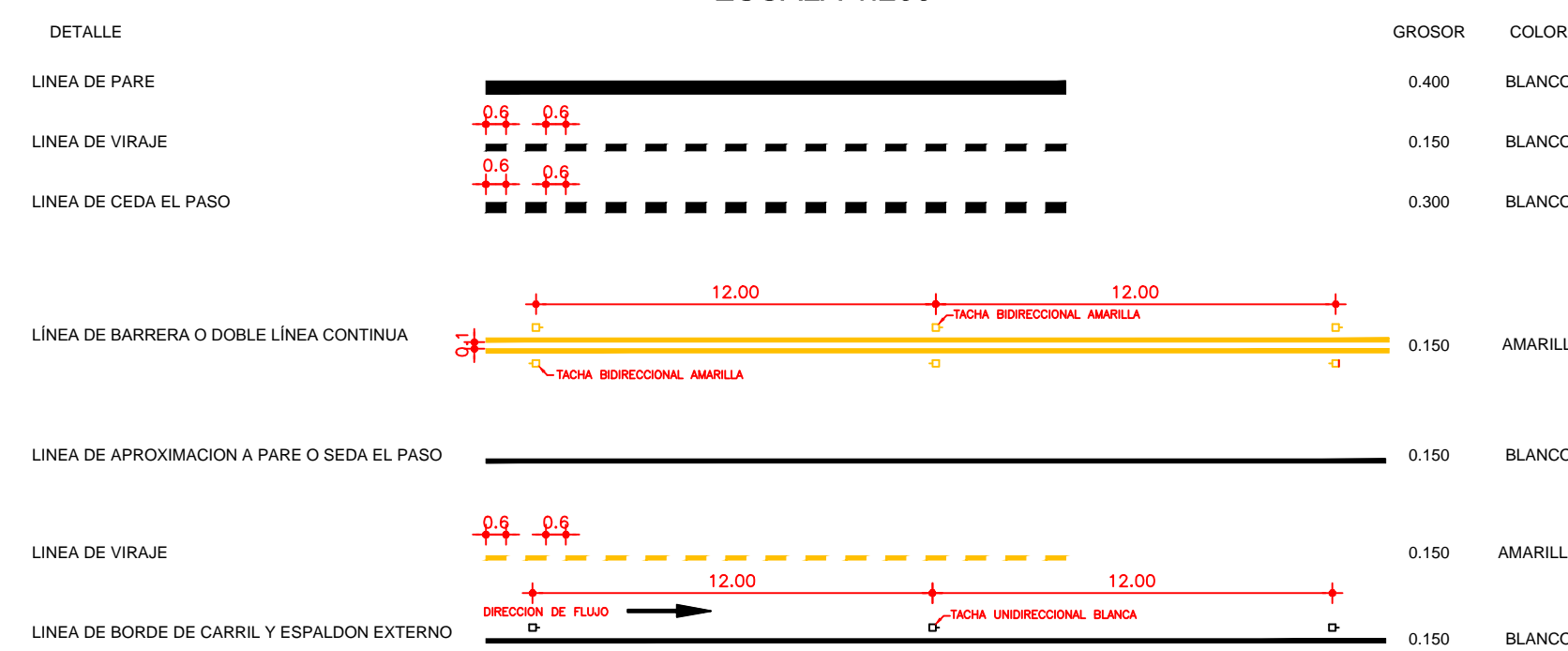


NOTA: LAS ABCISAS COLOCADAS INICIAN EN EL KM 21+000 DEBIDO A QUE ES UN KILOMETRAJE ACUMULADO, PERO ESTA ABCISCA EQUIVALE EN EL PROYECTO AL KM 6+000

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	DOBLE LÍNEA CONTINUA COLOR AMARILLO
	LÍNEAS DE BORDE COLOR BLANCO
	PASO CEBRA COLOR BLANCO
	LÍNEAS DE PARE COLOR BLANCO
	TACHAS REFLECTIVAS BIDIRECCIONAL Y UNIDIRECCIONALES
	LÍNEAS DE APROXIMACIÓN COLOR BLANCO
	REDUCTOR DE VELOCIDAD REDUCTOR DE VELOCIDAD SIMILADO COLOR AMARILLO
	POSTE DE KILOMETRAJE COLOR VERDE
	DELINADOR HORIZONTAL O CHEVRON COLOR AMARILLO
	CURVA ABIERTA DERECHA - IZQUIERDA
	VÍA SINUOSA PRIMERA IZQUIERDA - PRIMERA DERECHA, COLOR AMARILLO
	CURVA Y CONTRA CURVA ABIERTA IZQUIERDA - DERECHA COLOR AMARILLO
	RESALTO O REDUCTOR DE VELOCIDAD COLOR AMARILLO
	EMPALME LATERAL IZQUIERDO DERECHO COLOR AMARILLO
	POSTE DELINADOR COLOR BLANCO
	GUARDAVÍA DOBLES METÁLICO

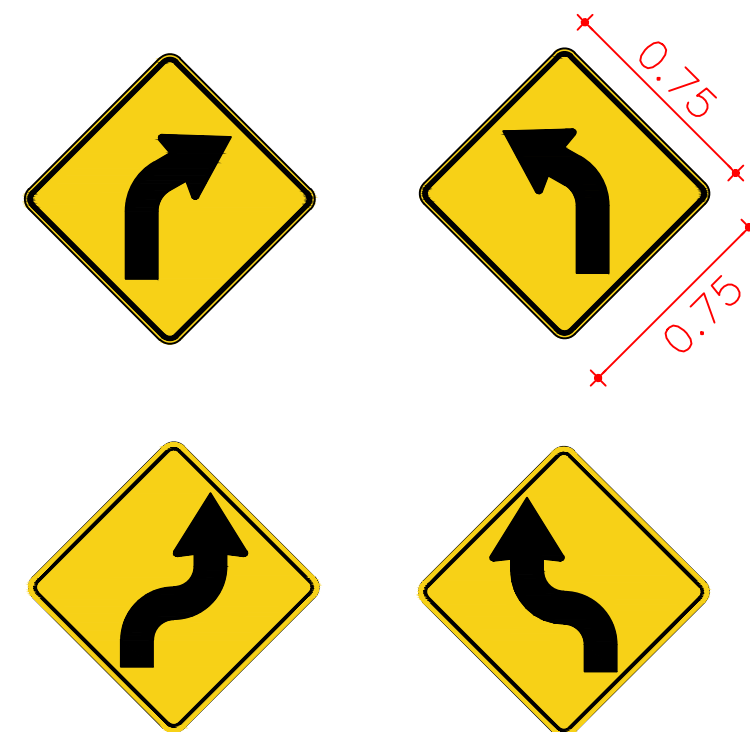
## DETALLE DE SEÑALES HORIZONTALES

ESCALA 1:200



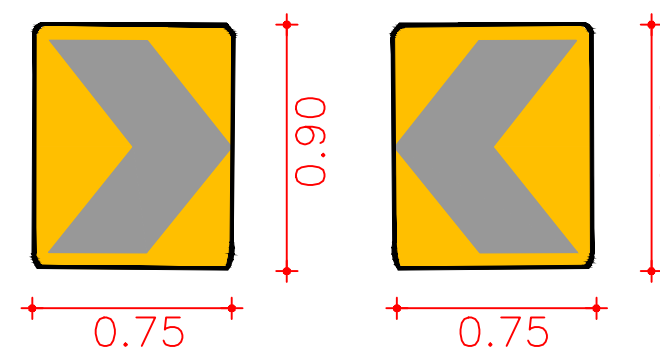
## SEÑALES PREVENTIVAS

ESCALA 1:25



## DELINADORES DE PELIGRO

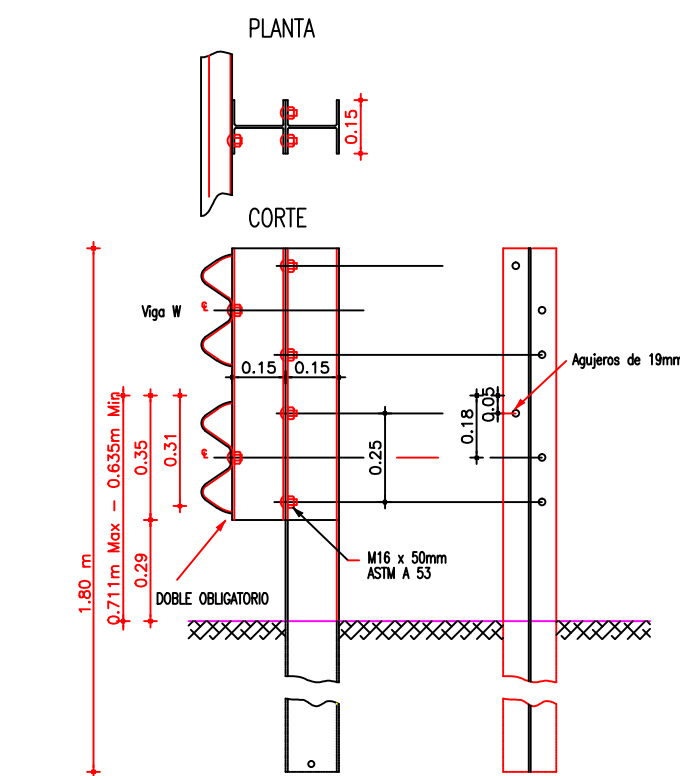
ESCALA 1:25



SEÑALIZACIÓN	CANTIDAD DE SEÑALIZACIONES POR ABCISAS							TOTAL
	Km 15 - 16	Km 16 - 17	Km 17 - 18	Km 18 - 19	Km 19 - 20	Km 20 - 21	Km 21 - 22	
Doble Línea Continua (m)	970	980	1000	1000	1000	1000	1000	6950
Líneas de Borde (m)	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	14000
Paso Cebra (U)	1	0	0	0	0	0	0	1
Líneas de Pare (U)	2	0	0	0	0	0	0	2
Tachas Reflectivas Bidireccionales (U)	76	76	72	61	61	60	74	480
Tachas Reflectivas Unidireccionales (U)	148	152	144	122	122	120	148	956
Líneas de Aproximación (U)	2	4	0	0	0	0	0	6
Reductores de Velocidad (U)	1	2	0	0	0	0	0	3
Postes de Kilometraje (U)	2	2	2	2	2	2	4	16
Delinadores Horizontales o Chevrons (U)	26	24	44	46	34	44	44	262
Curva Abierta Derecha - Izquierda (U)	5	2	2	2	2	3	0	16
Vía Sinuosa Primera Izquierda - Primera Derecha (U)	0	0	0	0	0	0	2	2
Curva y Contra Curva Abierta Izquierda - Derecha (U)	0	2	0	2	1	2	0	7
Resaltos o Reductores de Velocidad (U)	2	0	0	0	0	0	0	2
Empalme Lateral Izquierdo - Derecho (U)	2	0	0	0	0	0	0	2
Poste Delinador (U)	56	54	45	48	62	60	52	377
Guardavías Dobles (U)	0	2	9	0	8	4	0	23

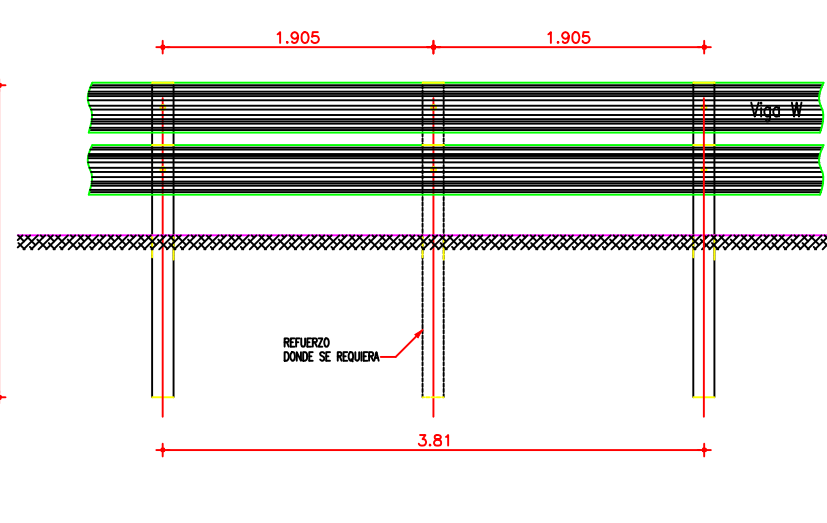
## DETALLE DEL GUARDACAMINO

ESCALA 1:20



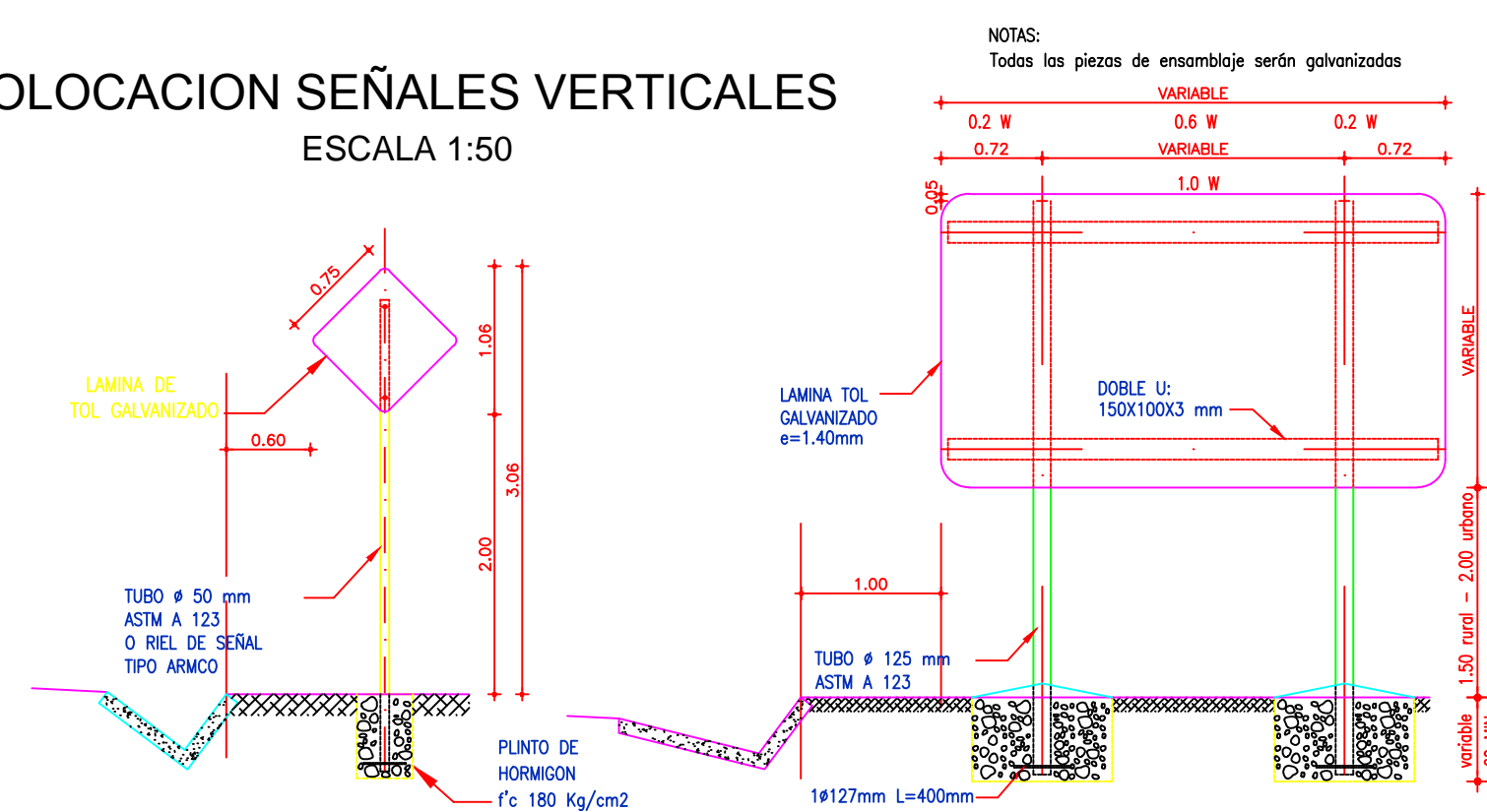
## GUARDACAMINO

ESCALA 1:50

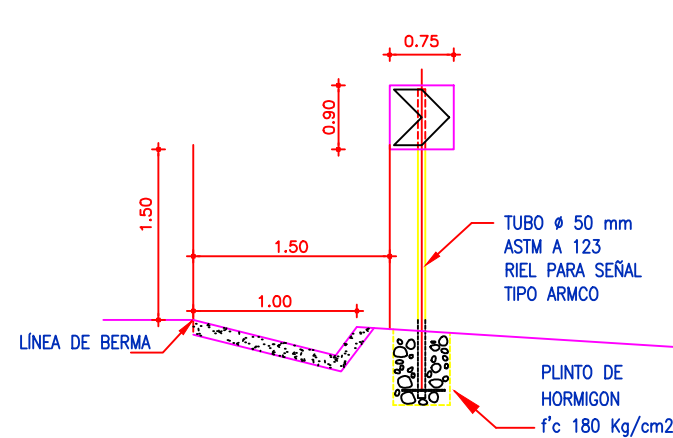


## COLOCACION SEÑALES VERTICALES

ESCALA 1:50



## DELINADOR



<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA	
PROYECTO: INSTRUMENTACIÓN TÉCNICA PARA LA EVALUACIÓN, REPARACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL, UTILIZANDO LA METODOLOGÍA TÉCNICA Y TEÓRICA DEL PROYECTO "MANTENIMIENTO VIAL POR RESULTADOS DE LA RED VIAL INSTALADA EN TRAMO PELLEJO - LUISA BONNAY"	ESCALA: INDICADAS
CONTIENE: - SEÑALÉTICA HORIZONTAL ACTUAL - SEÑALÉTICA VERTICAL ACTUAL - UBICACIÓN DE SEÑALÉTICA ACTUAL - CANTIDADES DE SEÑALÉTICA ACTUAL - DETALLES DE SEÑALÉTICA ACTUAL	FECHA: MAYO - 2017
DESIGNADO: ANDRÉS LÓPEZ	REVISADO POR: ING. MG. DILÓN MOYA
LÁMINA N- <b>E7/7</b>	







**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**

**PROYECTO:**  
 INSTRUCTIVO TÉCNICO PARA LA EVALUACIÓN, REPARACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL, UTILIZANDO LA METODOLOGÍA TÉCNICA Y TEÓRICA DEL PROYECTO "MANTENIMIENTO VIAL POR RESULTADOS DE LA RED VIAL ESTATAL E30, TRAMO PELILEO - LUNA BONSAÏ".

**ESCALA:**  
 H: 1:5000  
 V: 1:500  
**FECHA:**  
 MAYO - 2017

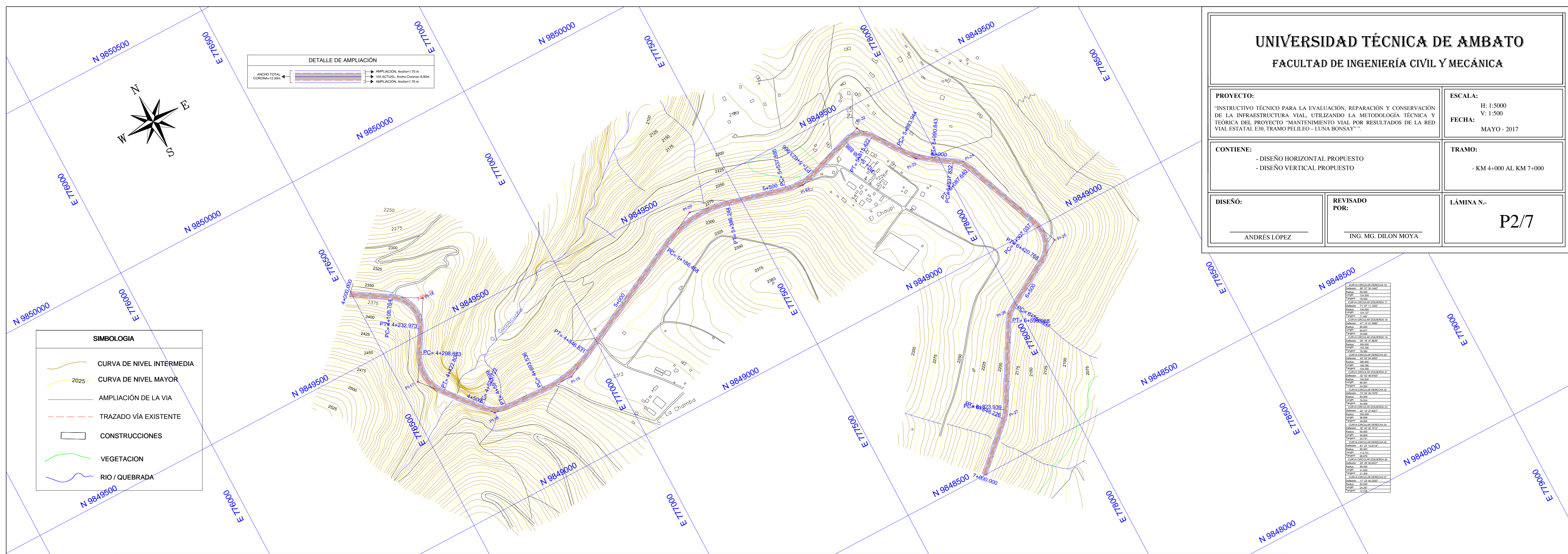
**CONTIENE:**  
 - DISEÑO HORIZONTAL PROPUESTO  
 - DISEÑO VERTICAL PROPUESTO

**TRAMO:**  
 - KM 4+000 AL KM 7+000

**DISEÑO:**  
 ANDRÉS LÓPEZ

**REVISADO POR:**  
 ING. MG. DILON MOYA

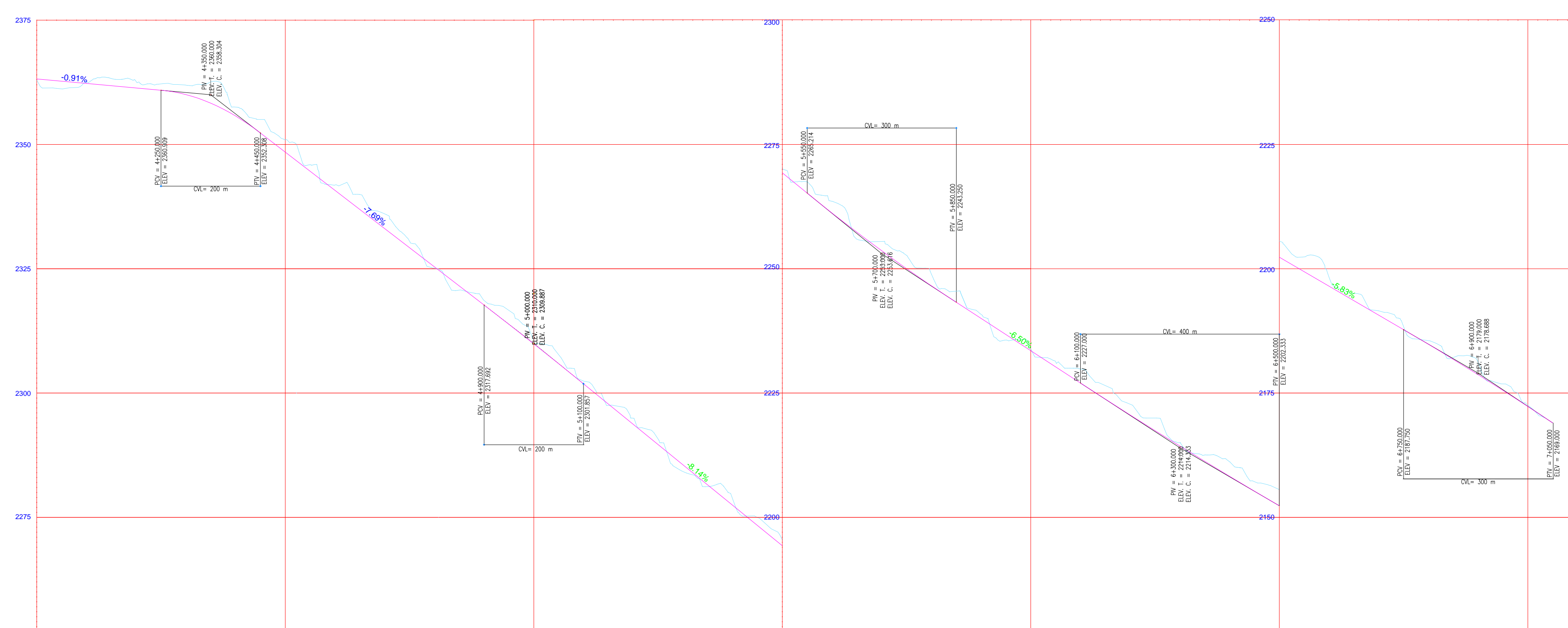
**LÁMINA N.º**  
 P2/7



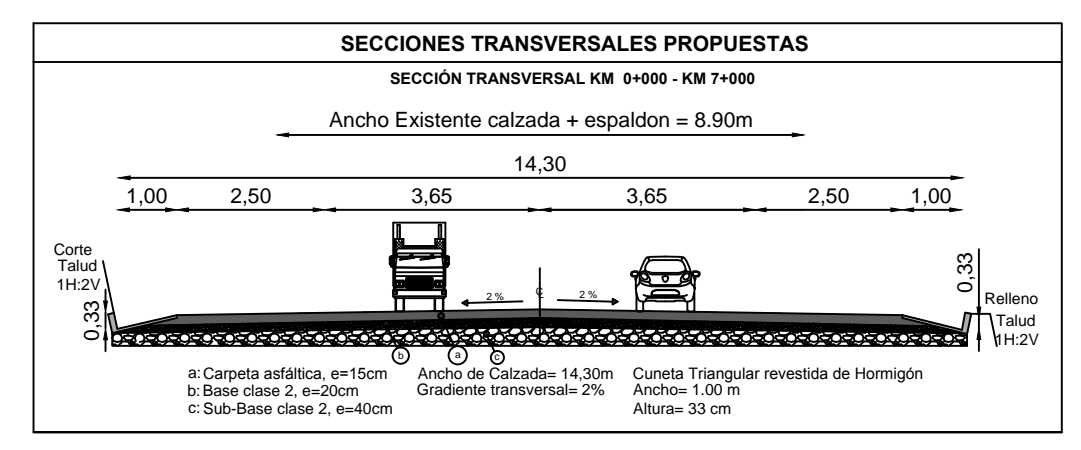
**SIMBOLOGÍA**

- CURVA DE NIVEL INTERMEDIA
- CURVA DE NIVEL MAYOR
- AMPLIACIÓN DE LA VÍA
- TRAZADO VÍA EXISTENTE
- CONSTRUCCIONES
- VEGETACION
- RIO / QUEBRADA

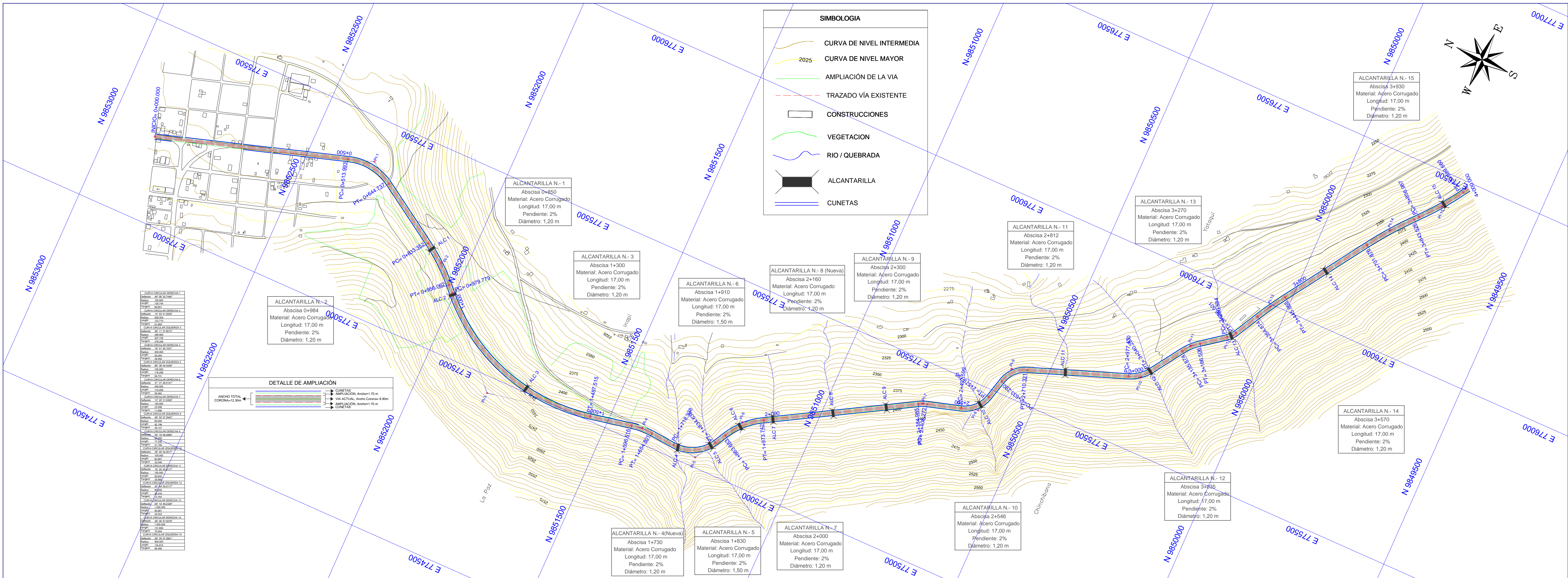
Curva	Inicio	Fin	Radio	Longitud
1	4+000	4+050	1000	50
2	4+050	4+100	1000	50
3	4+100	4+150	1000	50
4	4+150	4+200	1000	50
5	4+200	4+250	1000	50
6	4+250	4+300	1000	50
7	4+300	4+350	1000	50
8	4+350	4+400	1000	50
9	4+400	4+450	1000	50
10	4+450	4+500	1000	50
11	4+500	4+550	1000	50
12	4+550	4+600	1000	50
13	4+600	4+650	1000	50
14	4+650	4+700	1000	50
15	4+700	4+750	1000	50
16	4+750	4+800	1000	50
17	4+800	4+850	1000	50
18	4+850	4+900	1000	50
19	4+900	4+950	1000	50
20	4+950	5+000	1000	50



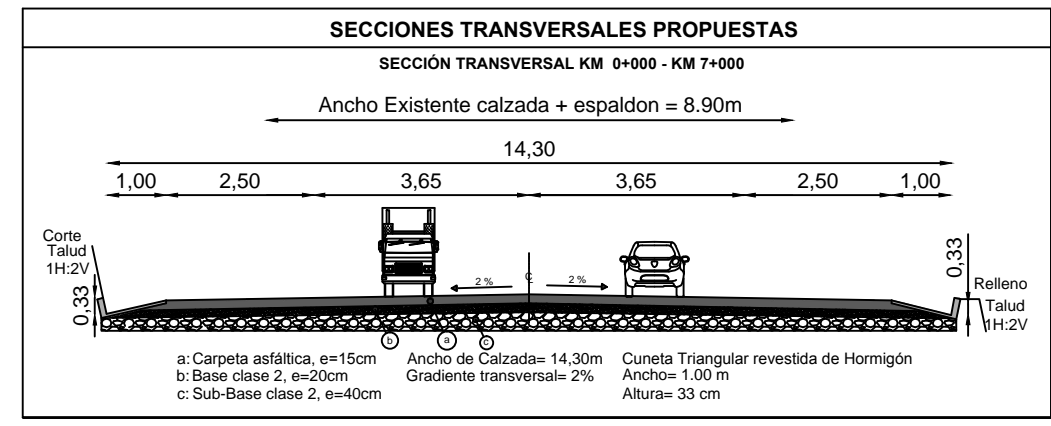
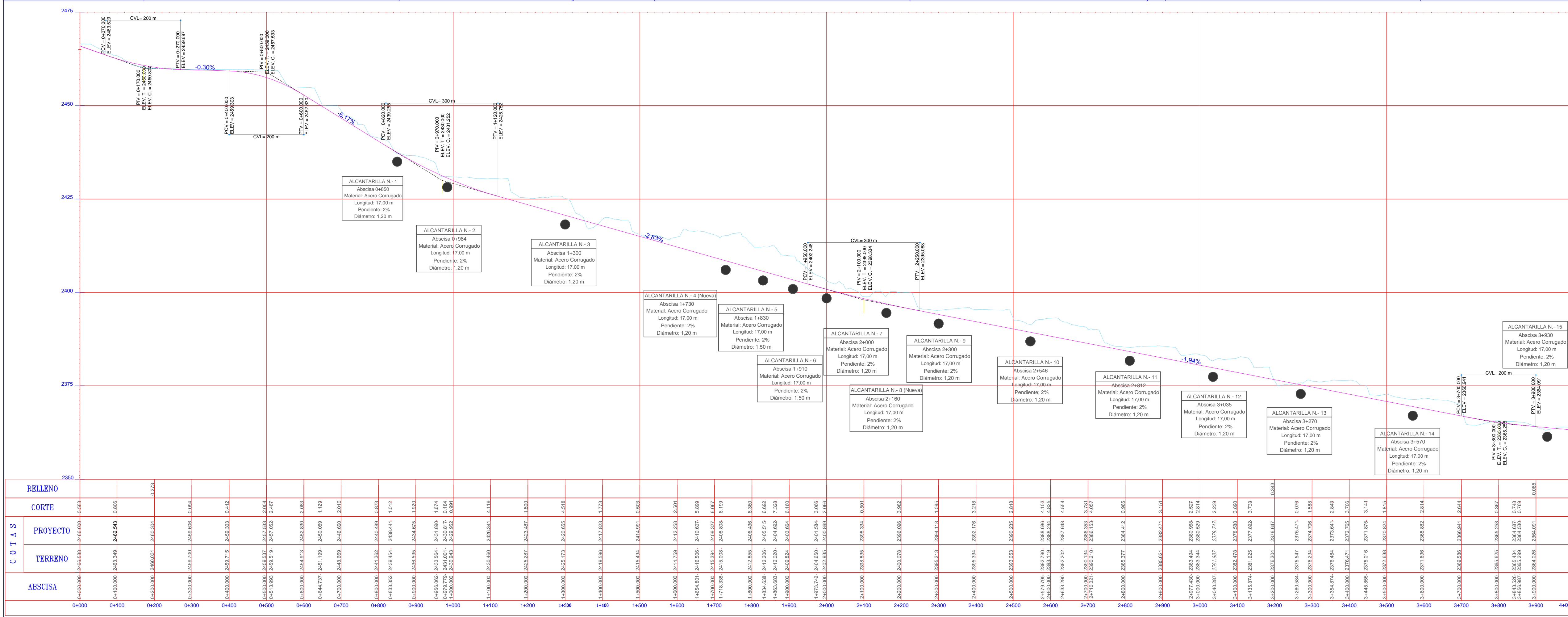
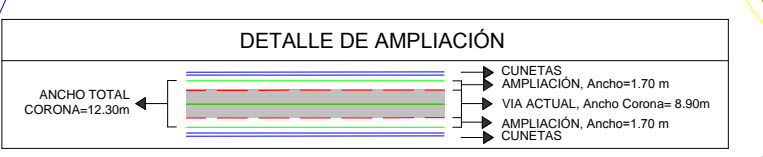
COTAS	RELLENO	
	PROYECTO	TERRENO
	ABSCISA	
	PROYECTO	TERRENO
4+000	0.00	0.00
4+100	0.00	0.00
4+200	0.00	0.00
4+300	0.00	0.00
4+400	0.00	0.00
4+500	0.00	0.00
4+600	0.00	0.00
4+700	0.00	0.00
4+800	0.00	0.00
4+900	0.00	0.00
5+000	0.00	0.00
5+100	0.00	0.00
5+200	0.00	0.00
5+300	0.00	0.00
5+400	0.00	0.00
5+500	0.00	0.00
5+600	0.00	0.00
5+700	0.00	0.00
5+800	0.00	0.00
5+900	0.00	0.00
6+000	0.00	0.00
6+100	0.00	0.00
6+200	0.00	0.00
6+300	0.00	0.00
6+400	0.00	0.00
6+500	0.00	0.00
6+600	0.00	0.00
6+700	0.00	0.00
6+800	0.00	0.00
6+900	0.00	0.00
7+000	0.00	0.00
7+100	0.00	0.00







ALCANTARILLA	ABSCISA	LONGITUD	PENDIENTE	DIÁMETRO
ALCANTARILLA N-1	0+850	17,00	2%	1,20
ALCANTARILLA N-2	0+984	17,00	2%	1,20
ALCANTARILLA N-3	1+300	17,00	2%	1,20
ALCANTARILLA N-4 (Nueva)	1+730	17,00	2%	1,20
ALCANTARILLA N-5	1+830	17,00	2%	1,50
ALCANTARILLA N-6	1+910	17,00	2%	1,50
ALCANTARILLA N-7	2+000	17,00	2%	1,20
ALCANTARILLA N-8 (Nueva)	2+160	17,00	2%	1,20
ALCANTARILLA N-9	2+300	17,00	2%	1,20
ALCANTARILLA N-10	2+546	17,00	2%	1,20
ALCANTARILLA N-11	2+812	17,00	2%	1,20
ALCANTARILLA N-12	3+035	17,00	2%	1,20
ALCANTARILLA N-13	3+270	17,00	2%	1,20
ALCANTARILLA N-14	3+570	17,00	2%	1,20
ALCANTARILLA N-15	3+930	17,00	2%	1,20



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

<b>PROYECTO:</b> "RESTRUCTIVO TÉCNICO PARA LA EVALUACIÓN, REPARACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL, UTILIZANDO LA METODOLOGÍA TÉCNICA Y TEÓRICA DEL PROYECTO "MANTENIMIENTO VIAL POR RESULTADOS DE LA RED VIAL ESTADAL EN TRAMO PELUDO - LUNA BONSAV"	<b>ESCALA:</b> H: 1:500 V: 1:500
<b>CONTIENE:</b> - DISEÑO HORIZONTAL PROPUESTO DE ALCANTARILLAS - DISEÑO VERTICAL PROPUESTO DE ALCANTARILLAS	<b>FECHA:</b> MAYO - 2017
<b>DISEÑO:</b> ANDRÉS LÓPEZ	<b>TRAMO:</b> - KM 0+000 AL KM 4+000
<b>REVISADO POR:</b> ING. MG. DILÓN MOYA	<b>LÁMINA N.º:</b> P3/7



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**

**PROYECTO:**  
 "INSTRUCTIVO TÉCNICO PARA LA EVALUACIÓN, REPARACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL, UTILIZANDO LA METODOLOGÍA TÉCNICA Y TEÓRICA DEL PROYECTO "MANTENIMIENTO VIAL POR RESULTADOS DE LA RED VIAL ESTATAL E30, TRAMO PELILEO - LUNA BONSAÏ" "

**ESCALA:**  
 H: 1:5000  
 V: 1:500  
**FECHA:**  
 MAYO - 2017

**CONTIENE:**  
 - DISEÑO HORIZONTAL PROPUESTO DE ALCANTARILLAS  
 - DISEÑO VERTICAL PROPUESTO DE ALCANTARILLAS

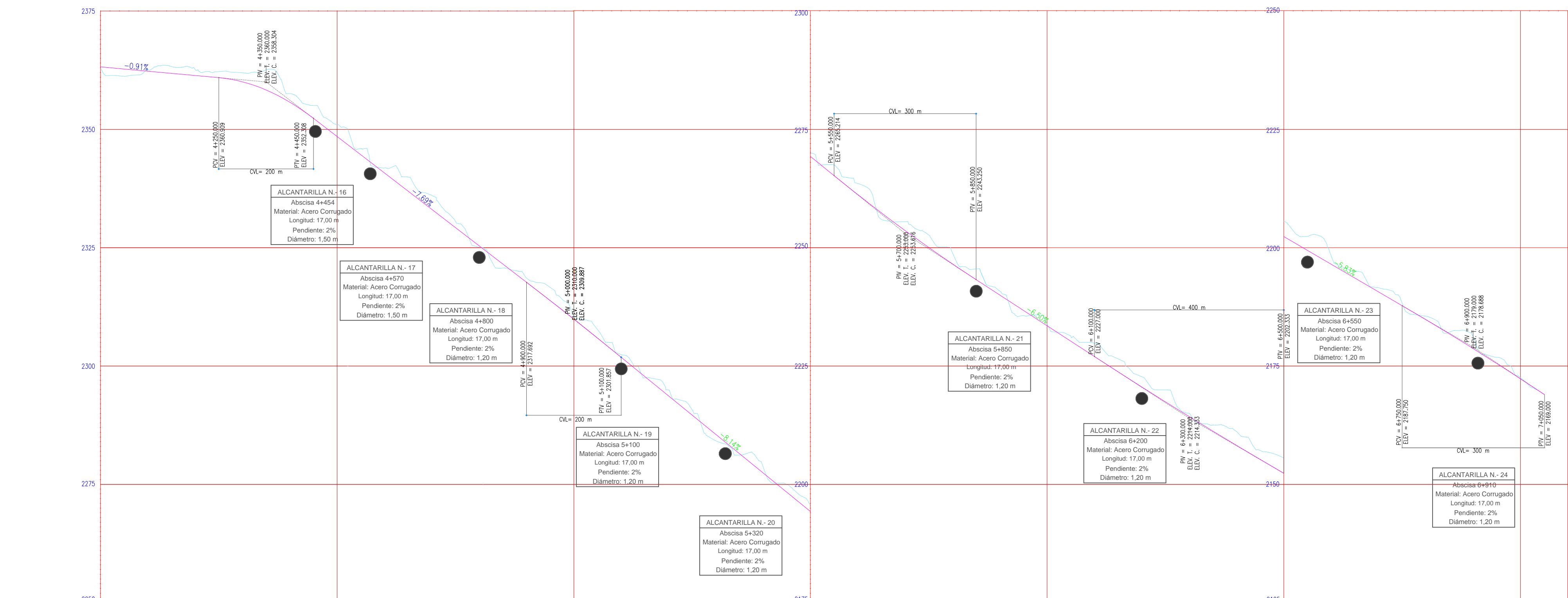
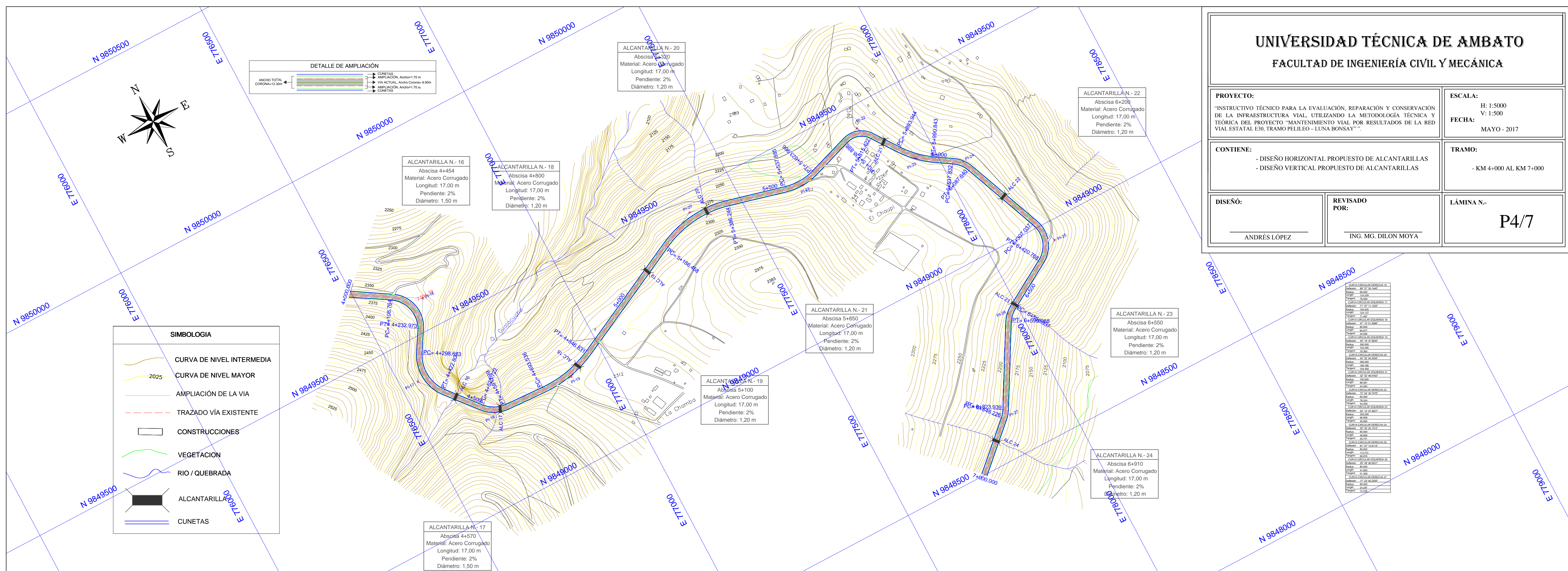
**TRAMO:**  
 - KM 4+000 AL KM 7+000

**DISEÑO:**  
 ANDRÉS LÓPEZ

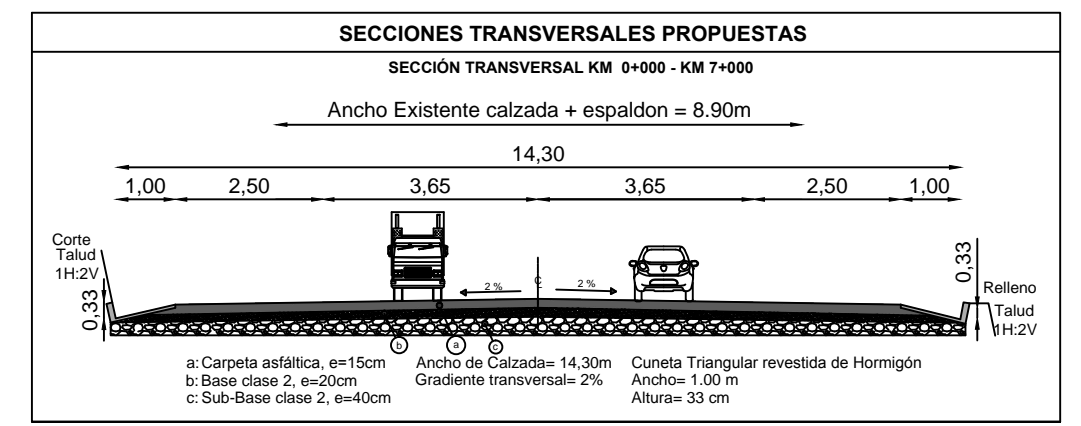
**REVISADO POR:**  
 ING. MG. DILON MOYA

**LÁMINA N.º**  
 P4/7

ALCANTARILLA	ABSCISA	DIÁMETRO	PENDIENTE	LONGITUD	MATERIAL
ALCANTARILLA N.º 16	4+454	1,50 m	2%	17,00 m	Acero Corrugado
ALCANTARILLA N.º 17	4+570	1,50 m	2%	17,00 m	Acero Corrugado
ALCANTARILLA N.º 18	4+800	1,20 m	2%	17,00 m	Acero Corrugado
ALCANTARILLA N.º 19	5+100	1,20 m	2%	17,00 m	Acero Corrugado
ALCANTARILLA N.º 20	5+320	1,20 m	2%	17,00 m	Acero Corrugado
ALCANTARILLA N.º 21	5+850	1,20 m	2%	17,00 m	Acero Corrugado
ALCANTARILLA N.º 22	6+200	1,20 m	2%	17,00 m	Acero Corrugado
ALCANTARILLA N.º 23	6+550	1,20 m	2%	17,00 m	Acero Corrugado
ALCANTARILLA N.º 24	6+910	1,20 m	2%	17,00 m	Acero Corrugado



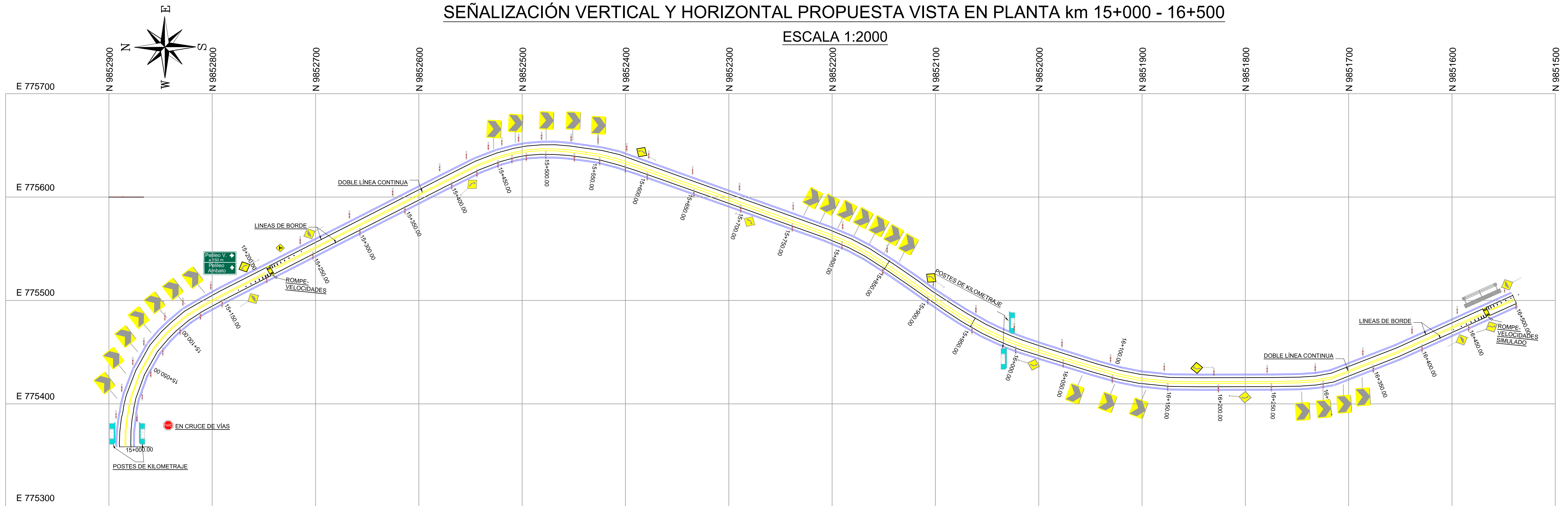
COTAS	RELLENO		CORTE	
	PROYECTO	TERRENO	PROYECTO	TERRENO
4+000	0,00	0,00	0,00	0,00
4+100	0,00	0,00	0,00	0,00
4+200	0,00	0,00	0,00	0,00
4+300	0,00	0,00	0,00	0,00
4+400	0,00	0,00	0,00	0,00
4+500	0,00	0,00	0,00	0,00
4+600	0,00	0,00	0,00	0,00
4+700	0,00	0,00	0,00	0,00
4+800	0,00	0,00	0,00	0,00
4+900	0,00	0,00	0,00	0,00
5+000	0,00	0,00	0,00	0,00
5+100	0,00	0,00	0,00	0,00
5+200	0,00	0,00	0,00	0,00
5+300	0,00	0,00	0,00	0,00
5+400	0,00	0,00	0,00	0,00
5+500	0,00	0,00	0,00	0,00
5+600	0,00	0,00	0,00	0,00
5+700	0,00	0,00	0,00	0,00
5+800	0,00	0,00	0,00	0,00
5+900	0,00	0,00	0,00	0,00
6+000	0,00	0,00	0,00	0,00
6+100	0,00	0,00	0,00	0,00
6+200	0,00	0,00	0,00	0,00
6+300	0,00	0,00	0,00	0,00
6+400	0,00	0,00	0,00	0,00
6+500	0,00	0,00	0,00	0,00
6+600	0,00	0,00	0,00	0,00
6+700	0,00	0,00	0,00	0,00
6+800	0,00	0,00	0,00	0,00
6+900	0,00	0,00	0,00	0,00
7+000	0,00	0,00	0,00	0,00
7+100	0,00	0,00	0,00	0,00





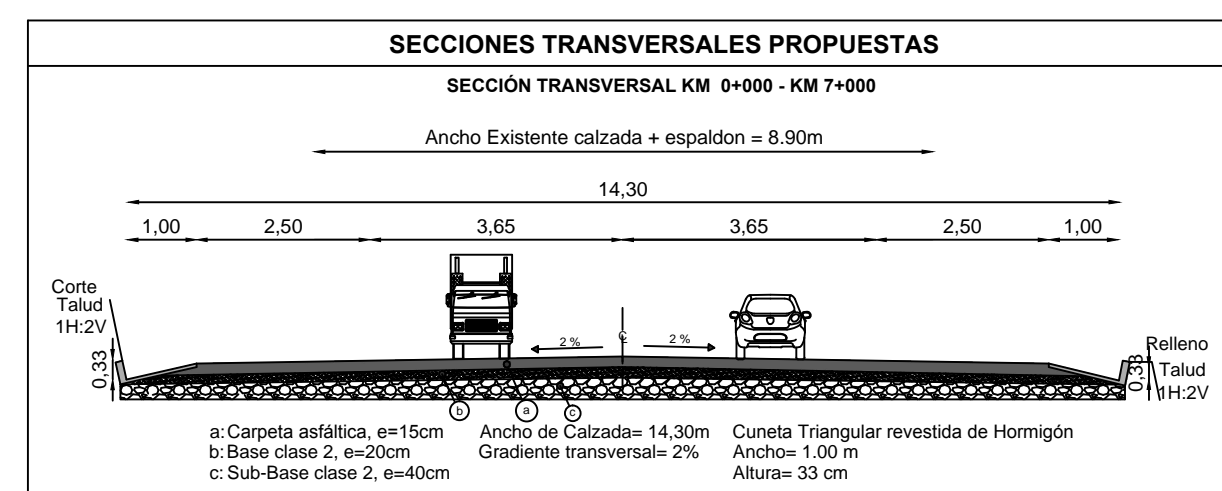
## SEÑALIZACIÓN VERTICAL Y HORIZONTAL PROPUESTA VISTA EN PLANTA km 15+000 - 16+500

ESCALA 1:2000



## SEÑALIZACIÓN VERTICAL Y HORIZONTAL PROPUESTA VISTA EN PLANTA km 16+500 - 18+000

ESCALA 1:2000



SIMBOLOGÍA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	DOBLE LÍNEA CONTINUA COLOR AMARILLO
	LINEAS DE BORDE COLOR BLANCO
	PASO CEBRA COLOR BLANCO
	LINEAS DE PARE COLOR BLANCO
	TACAS REFLECTIVAS BIREFLECTORA Y UNIDIRECCIONALES
	LINEAS DE APROXIMACIÓN COLOR BLANCO
	REDUCTOR DE VELOCIDAD REDUCTOR DE VELOCIDAD SIMULADO COLOR AMARILLO
	POSTE DE KILOMETRAJE COLOR VERDE
	DELINEADOR HORIZONTAL O CHEVRON COLOR AMARILLO
	CURVA ABIERTA DERECHA - IZQUIERDA COLOR AMARILLO
	VIA SERVICIA PRIMARIA IZQUIERDA - PRIMERA DERECHA, COLOR AMARILLO
	CURVA Y CONTRA CURVA ABIERTA, DERECHA - IZQUIERDA, COLOR AMARILLO
	RESALTO O REDUCTOR DE VELOCIDAD COLOR AMARILLO
	EMPALME LATERAL IZQUIERDO - IZQUIERDO, COLOR AMARILLO
	POSTE DELINEADOR COLOR BLANCO
	GUARDAVÍA DOBLES METÁLICO

**NOTA:** LAS ABCISAS COLOCADAS INICIAN EN EL KM 15+000 DEBIDO A QUE ES UN KILOMETRAJE ACUMULADO, PERO ESTA ABCISIA EQUIVALE EN EL PROYECTO AL KM 0+000

**NOTA:** LA CANTIDAD TOTAL DE SEÑALIZACIONES EXISTENTES SE ENCUENTRA EN EL PLANO E7/7

**NOTA:** LAS ABCISAS COLOCADAS INICIAN EN EL KM 15+000 DEBIDO A QUE ES UN KILOMETRAJE ACUMULADO, PERO ESTA ABCISIA EQUIVALE EN EL PROYECTO AL KM 0+000

**NOTA:** LOS DETALLES Y CANTIDADES PARA CADA SEÑAL SE ENCUENTRAN EN EL PLANO E7/7

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		
<b>PROYECTO:</b> INSTRUCTIVO TÉCNICO PARA LA EVALUACIÓN, REPARACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL UTILIZANDO LA METODOLOGÍA TÉCNICA Y TEÓRICA DEL PROYECTO "MANTENIMIENTO VIAL POR RESULTADOS DE LA RED VIAL EN TALAMBO EN EL TRAMO PILEADO - LUISA BONNAY"	<b>ESCALA:</b> INDICADAS	<b>FECHA:</b> MAYO - 2017
<b>CONTIENE:</b> - SEÑALÉTICA HORIZONTAL PROPUESTA - SEÑALÉTICA VERTICAL PROPUESTA - UBICACIÓN DE SEÑALÉTICA PROPUESTA	<b>TRAMO:</b> - KM 15+000 AL KM 16+500 - KM 16+500 AL KM 18+000	<b>LÁMINA N.º:</b> P5/7
<b>DISEÑO:</b> ANDRÉS LÓPEZ	<b>REVISADO POR:</b> ING. M.G. DILÓN MOYA	



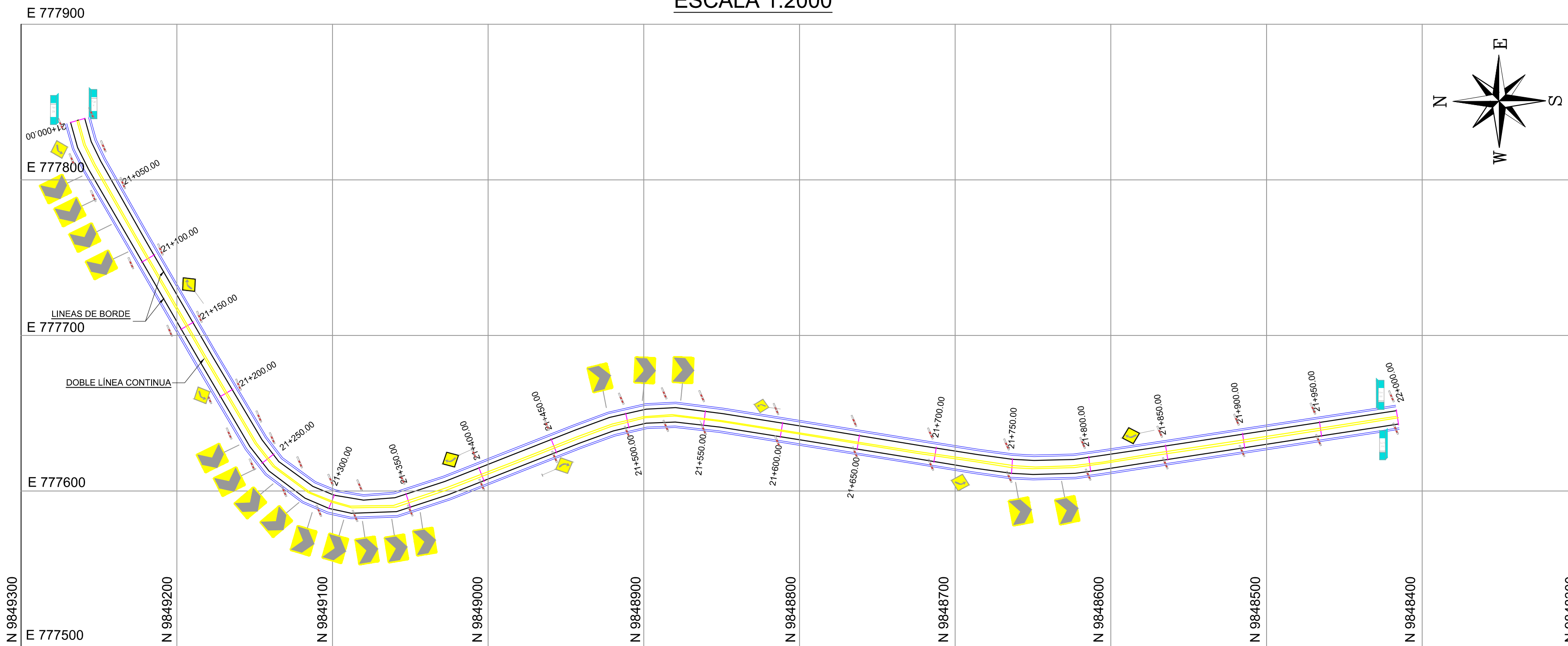




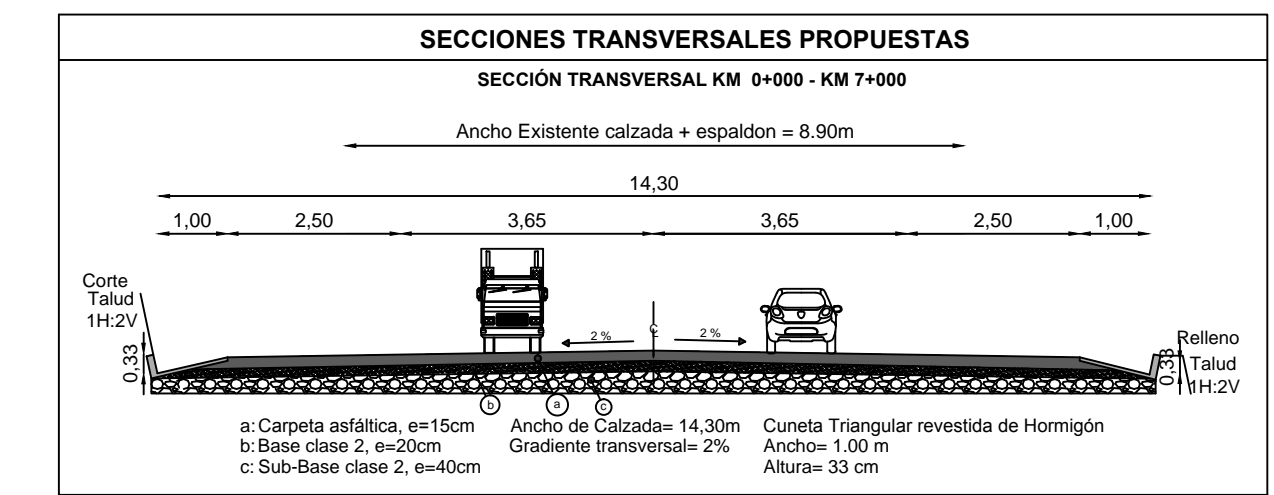
# SEÑALIZACIÓN VERTICAL Y HORIZONTAL PROPUESTA VISTA EN PLANTA km 21+000 - 22+000

ESCALA 1:2000

SIMBOLOGÍA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	DOBLE LÍNEA CONTINUA COLOR AMARILLO
	LÍNEAS DE BORDE COLOR BLANCO
	PASO CEBRA COLOR BLANCO
	LÍNEAS DE PARED COLOR BLANCO
	TACHAS REFLECTIVAS BIDIRECCIONAL FANIFORMES
	LÍNEAS DE APROXIMACIÓN COLOR AMARILLO
	REDUCTOR DE VELOCIDAD COLOR AMARILLO
	POSTE DE KILOMETRAJE COLOR VERDE
	DELINEADOR HORIZONTAL O CHEVRON COLOR AMARILLO
	CURVA ABIERTA DERECHA - IZQUIERDA COLOR AMARILLO
	VÍA SINUOSA PRIMERA IZQUIERDA - PRIMERA DERECHA - COLOR AMARILLO
	CURVA Y CONTRA CURVA ABIERTA IZQUIERDA - DERECHA - COLOR AMARILLO
	RESALTO REDUCTOR DE VELOCIDAD COLOR AMARILLO
	EMPALME LATERAL IZQUIERDO - DERECHA - COLOR AMARILLO
	POSTE DE DELINEADOR COLOR BLANCO
	GUARDAVÍA DOBLES METÁLICO



NOTA: LAS ABCISAS COLOCADAS INICIAN EN EL KM 21+000 DEBIDO A QUE ES UN KILOMETRAJE ACUMULADO, PERO ESTA ABCISCA EQUIVALE EN EL PROYECTO AL KM 6+000



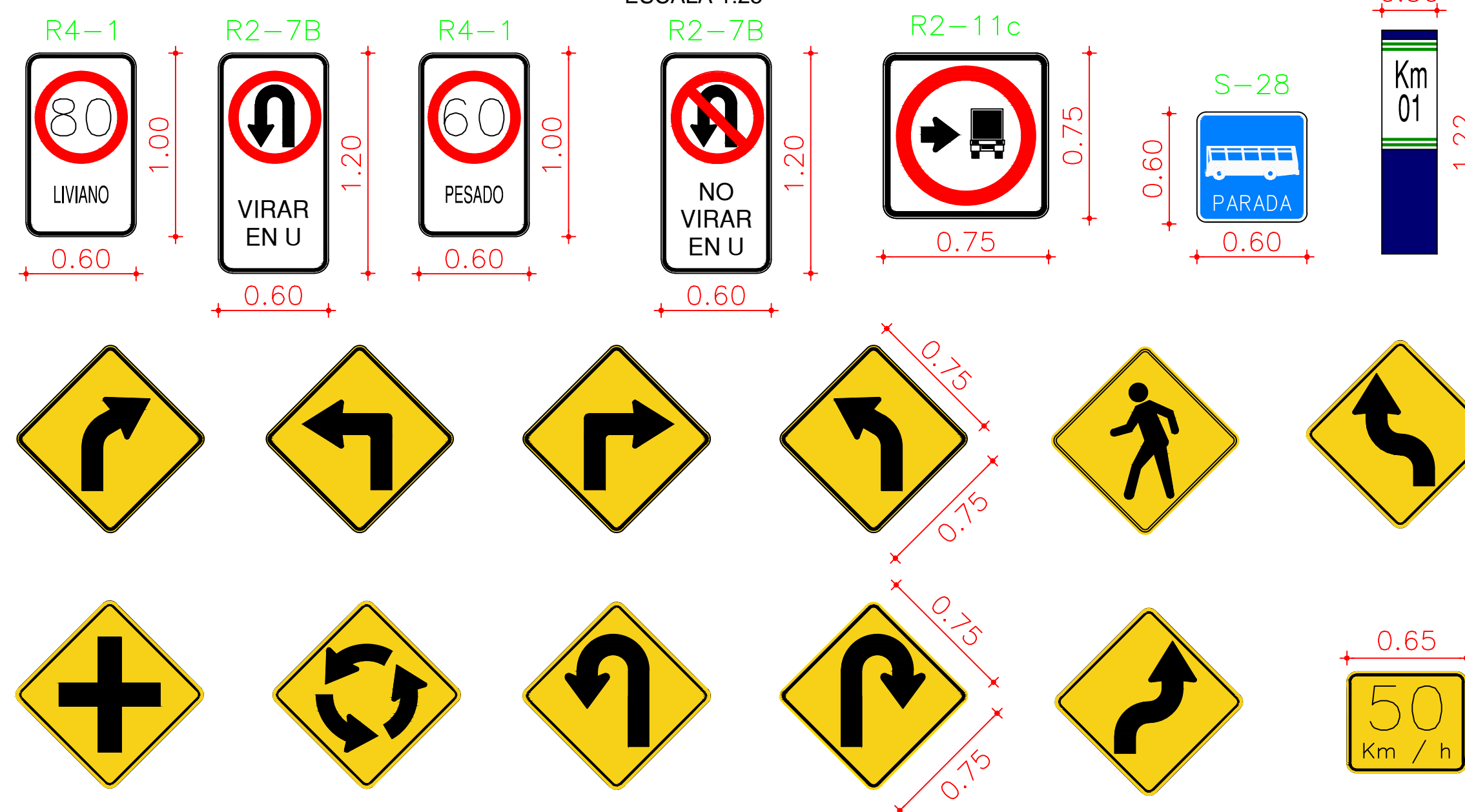
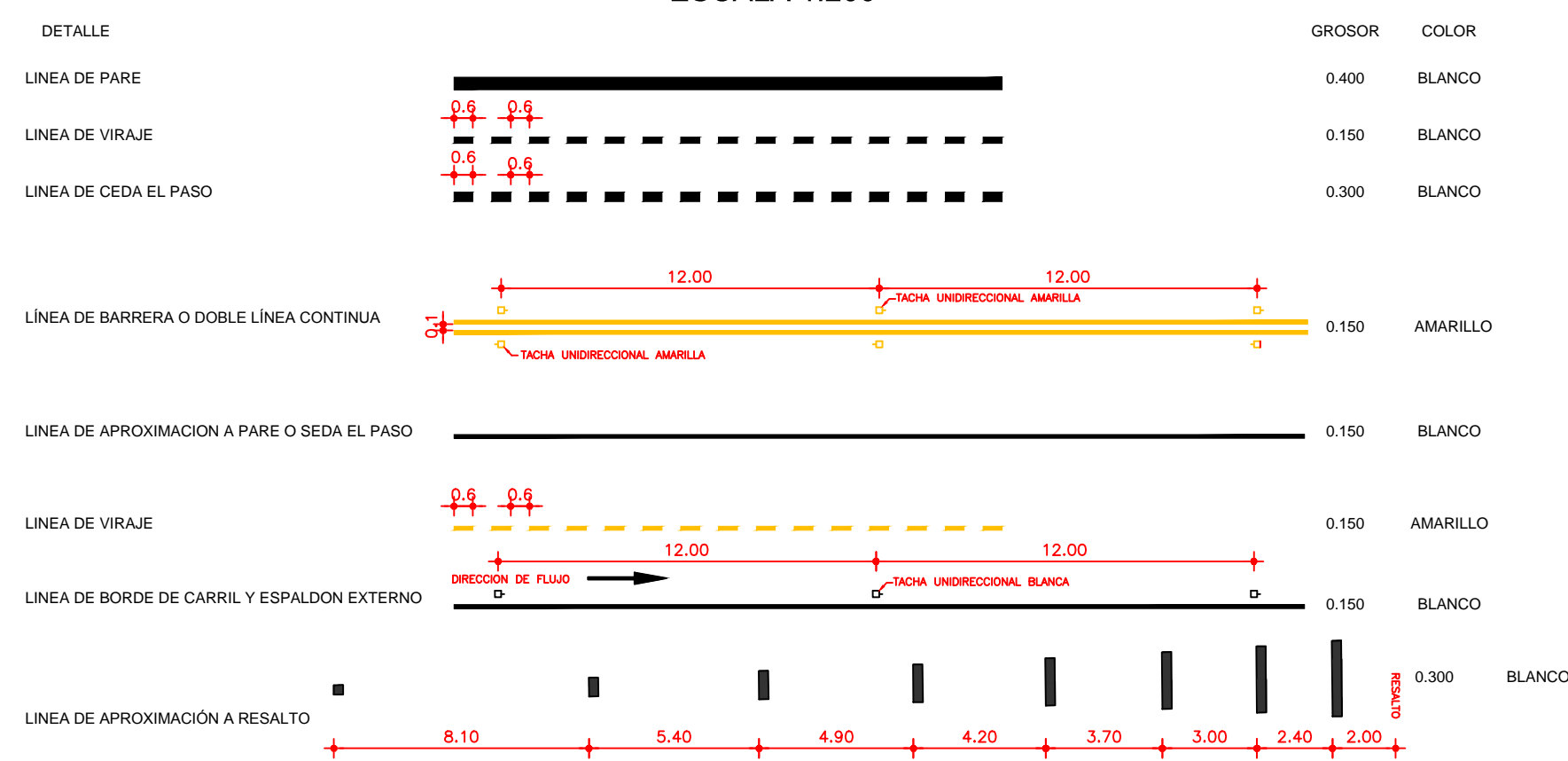
SEÑALIZACIÓN	CANTIDAD DE SEÑALIZACIONES PROPUESTAS POR ABCISAS						TOTAL
	Km 15 - 16	Km 16 - 17	Km 17 - 18	Km 18 - 19	Km 19 - 20	Km 20 - 21	
Doble Línea Continua (m)	990	990	1000	1000	1000	1000	6980
Líneas de Borde (m)	2000	2000	2000	2000	2000	2000	14000
Tachas Reflectivas Unidireccionales (U)	250	250	250	250	250	250	1750
Líneas de Aproximación (U)	2	2	0	0	0	0	4
Reductores de Velocidad (U)	1	1	0	0	0	0	2
Postes de Kilometraje (U)	2	2	2	2	2	2	16
Delineadores Horizontales o Chevrón (U)	38	42	46	38	44	54	298
Curva Abierta Derecha - Izquierda (U)	5	5	3	7	3	10	41
Vía Sinuosa Primera Izquierda - Primera Derecha (U)	0	1	2	0	0	0	3
Curva y Contra Curva Abierta Izquierda - Derecha (U)	0	2	0	3	1	0	6
Resaltos o Reductores de Velocidad (U)	2	2	0	0	0	0	4
Empalme Lateral Izquierdo - Derecho (U)	1	0	0	0	0	0	1
Poste Delineador (U)	56	54	45	48	62	60	377
Guardavía Dobles (U)	1	2	6	0	8	4	21
Señales Informativas (U)	1	0	0	0	1	1	3
Pare (U)	1	0	0	0	1	1	3

## SEÑALES PREVENTIVAS

ESCALA 1:25

## DETALLE DE SEÑALES HORIZONTALES

ESCALA 1:200

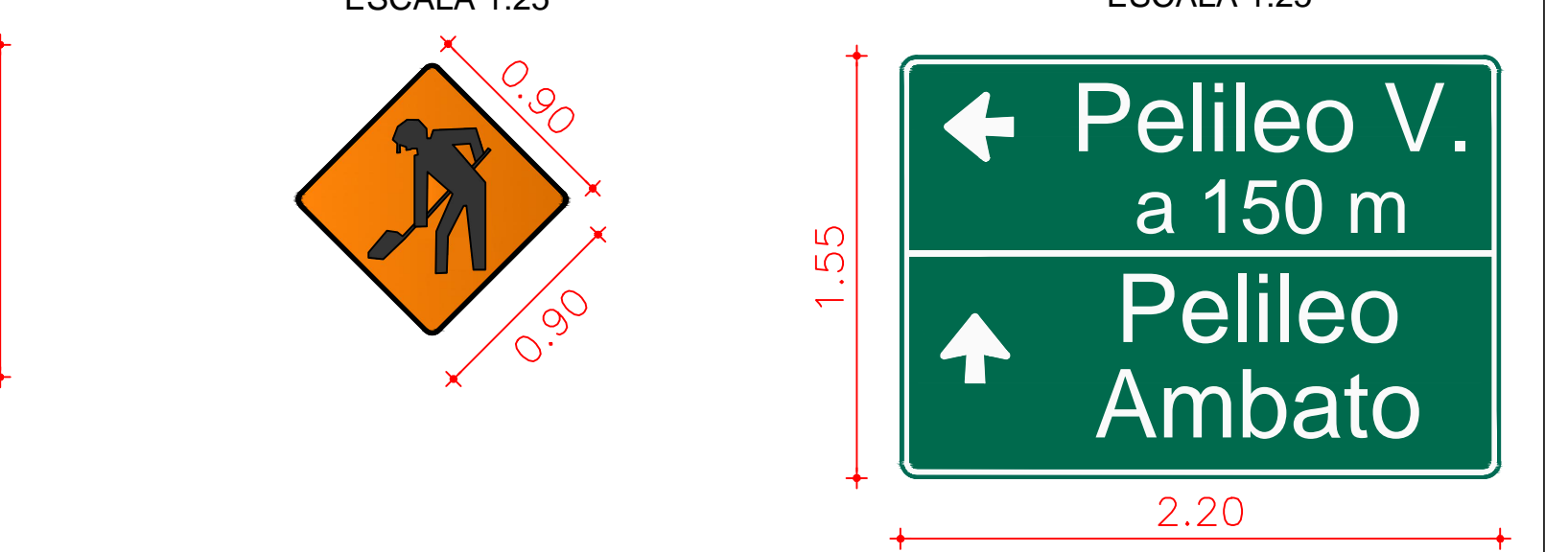


## SEÑALES PARA TRABAJOS VIALES

ESCALA 1:25

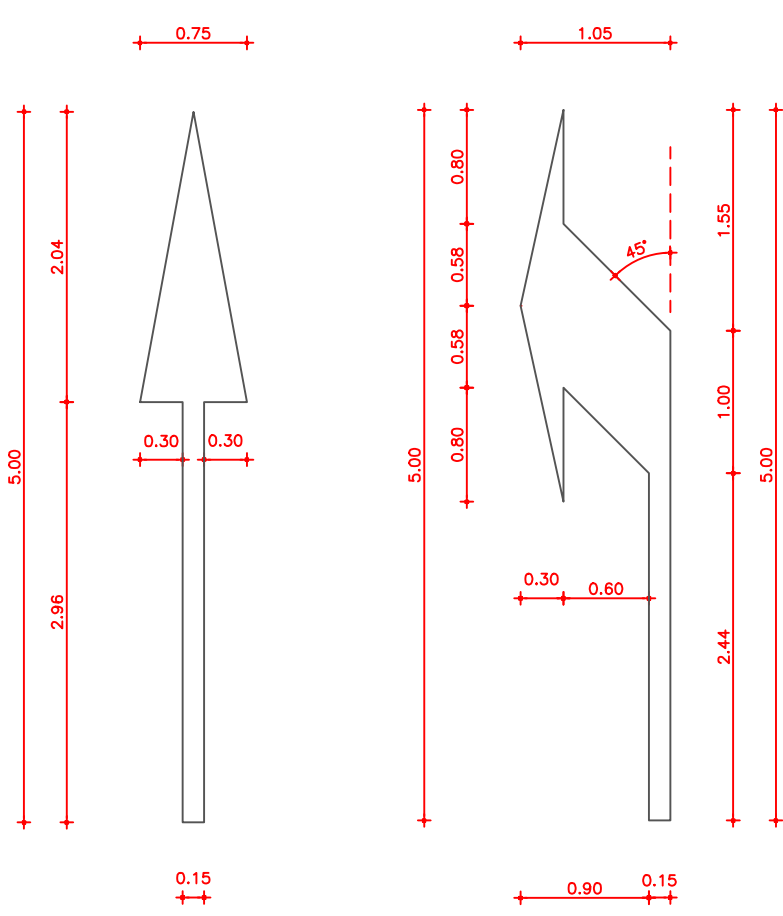
## SEÑALES INFORMATIVAS

ESCALA 1:25



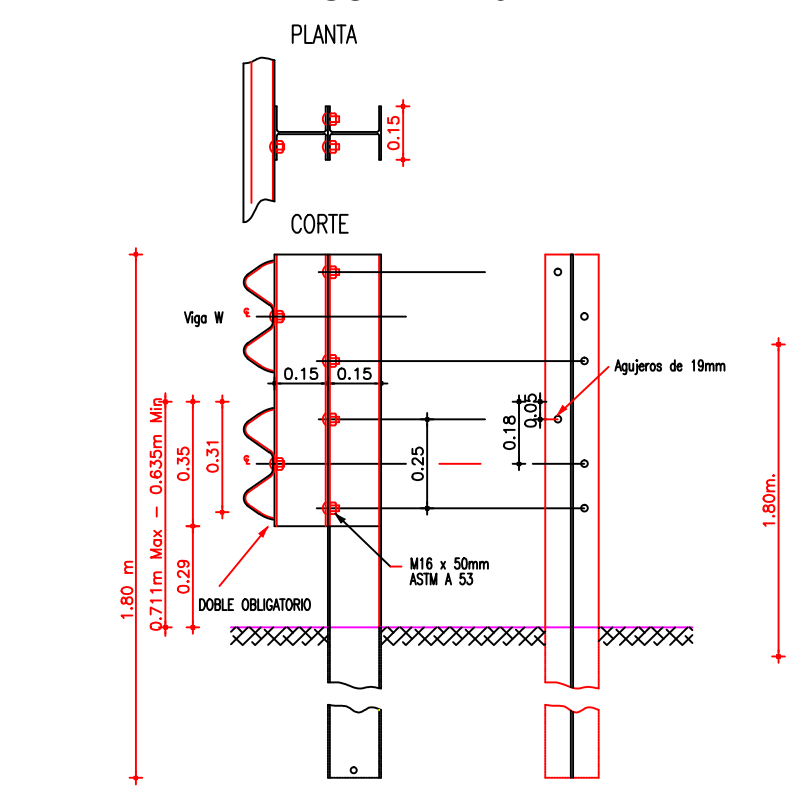
## DETALLES DE FLECHAS DIRECCIONALES EN PAVIMENTO

ESCALA 1:50



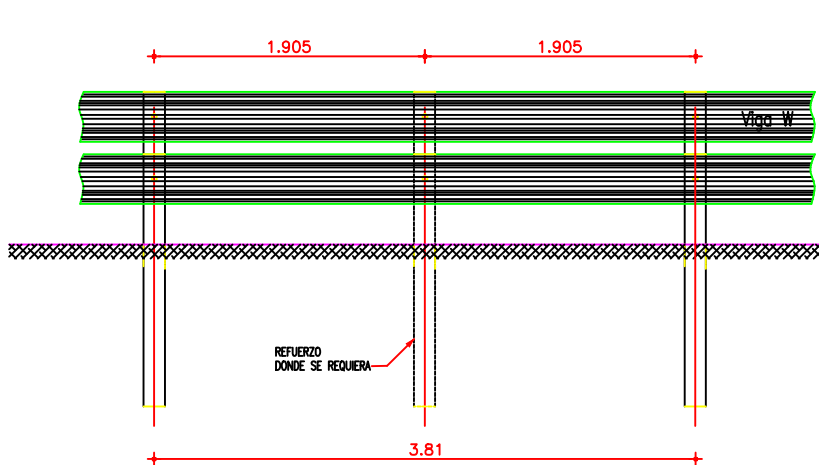
## DETALLE DEL GUARDACAMINO

ESCALA 1:20



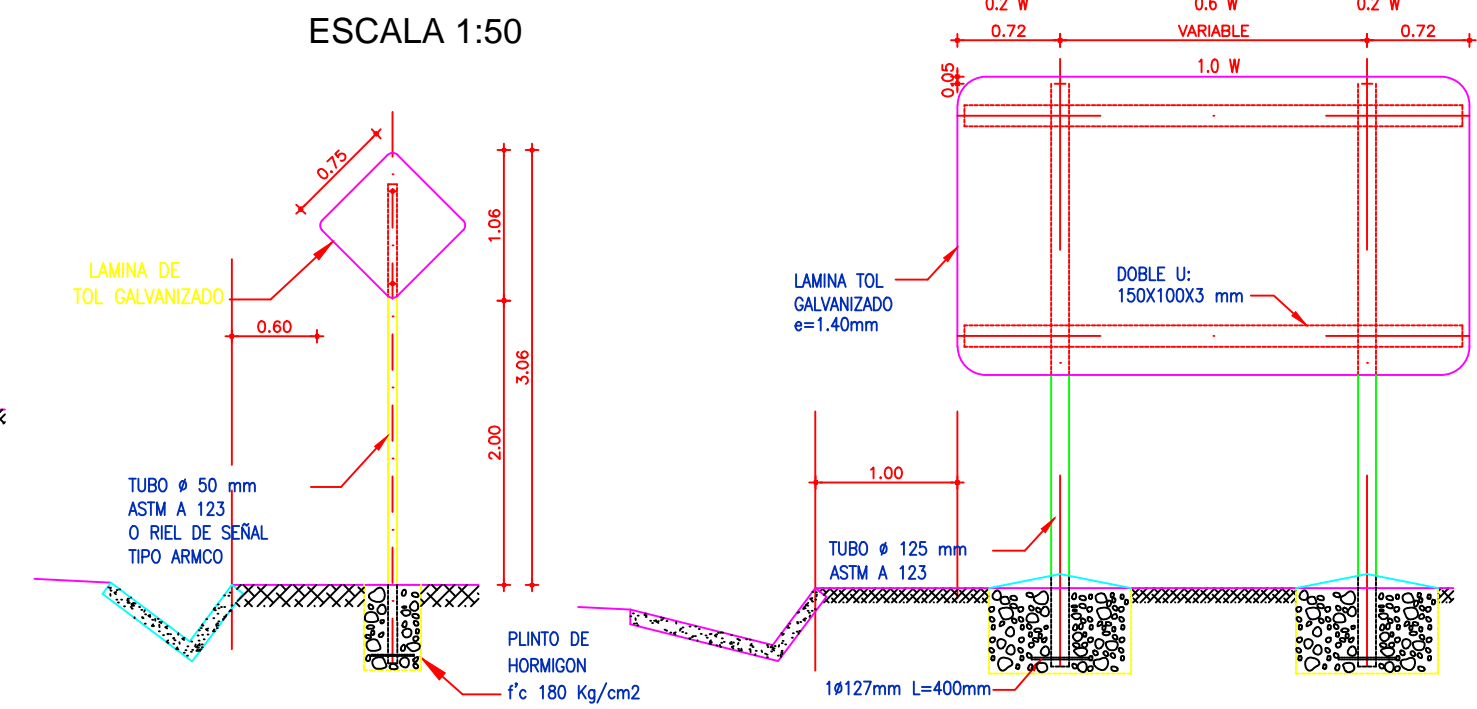
## GUARDACAMINO

ESCALA 1:50



## COLOCACION SEÑALES VERTICALES

ESCALA 1:50

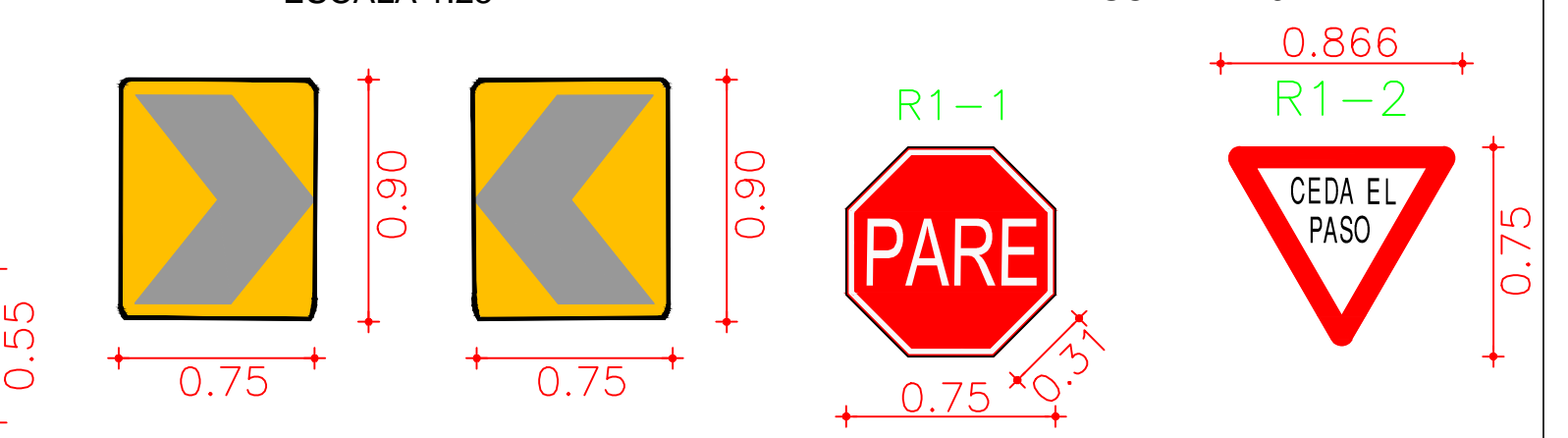


## DELINEADORES DE PELIGRO

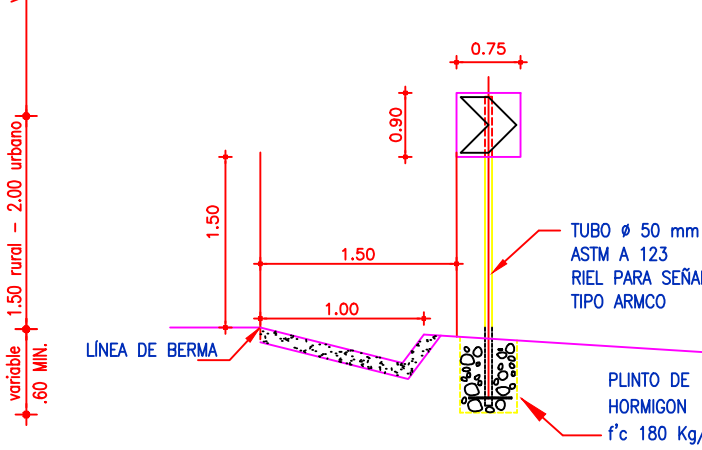
ESCALA 1:25

## SEÑALES REGLAMENTARIAS

ESCALA 1:25



## DELINEADOR

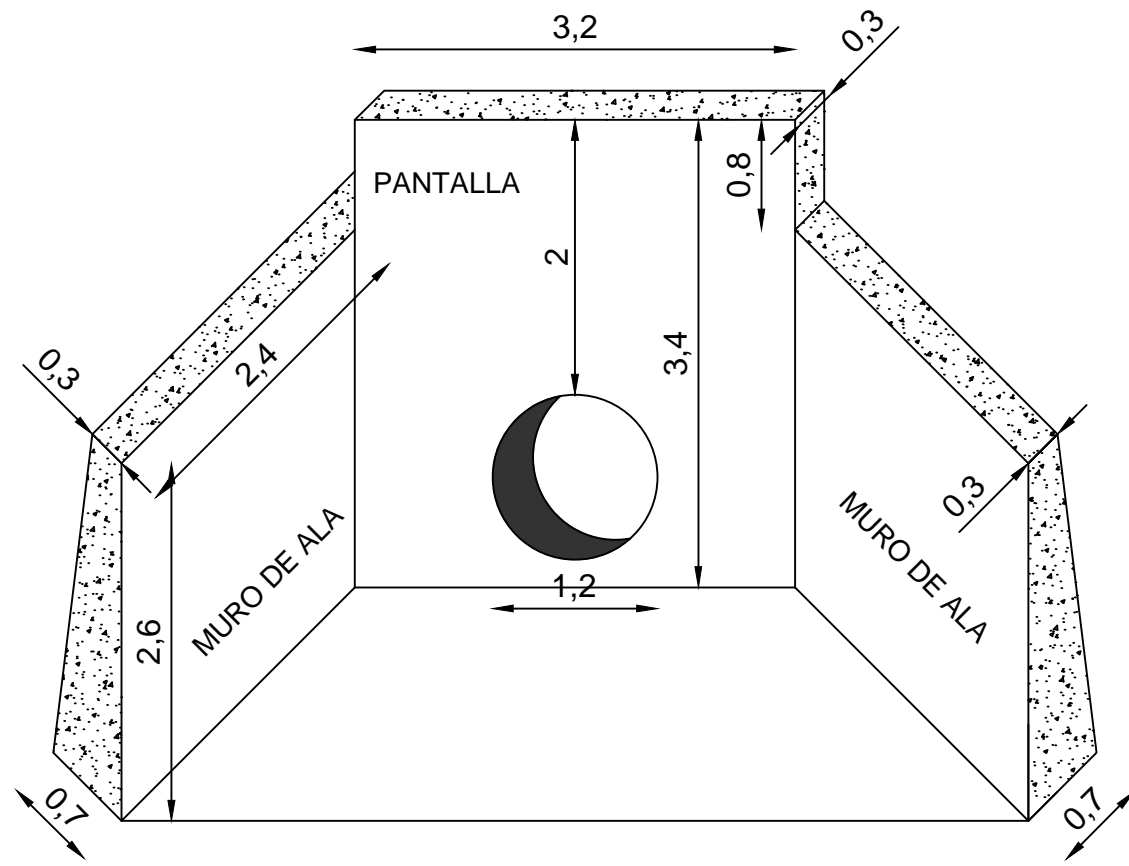


## UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

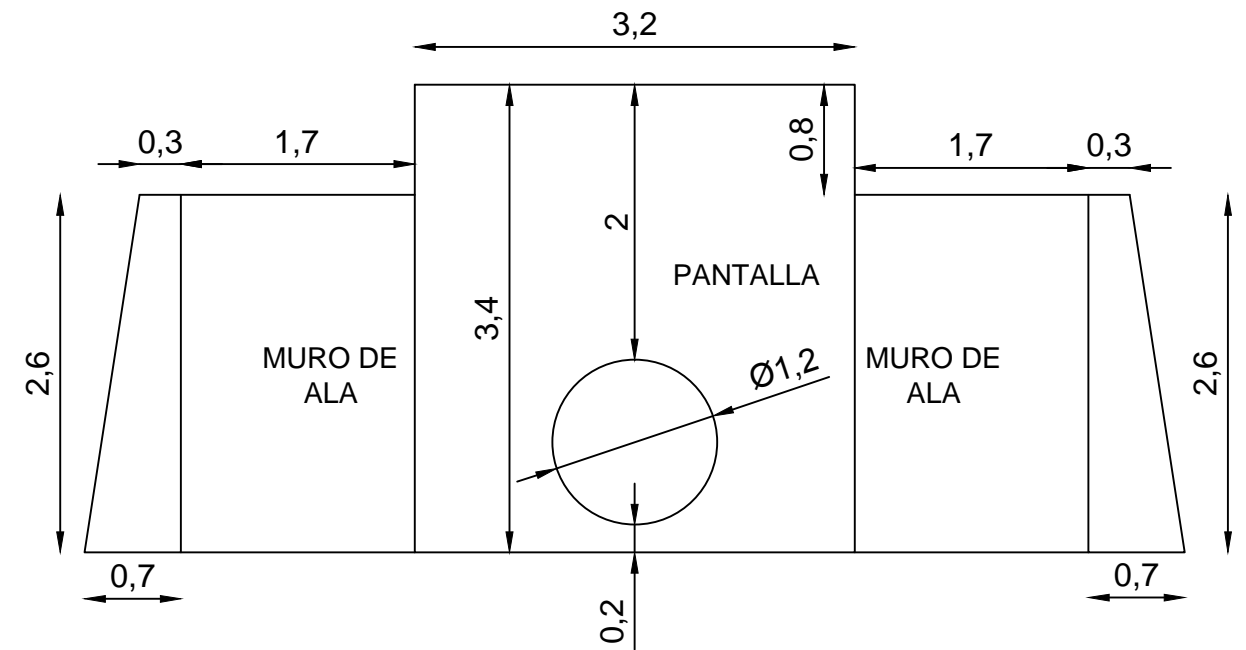
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

PROYECTO: INSTRUCTIVO TÉCNICO PARA LA EVALUACIÓN, REPARACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL, UTILIZANDO LA METODOLOGÍA TÉCNICA Y TEÓRICA DEL PROYECTO "MANTENIMIENTO VIAL POR RESULTADOS DE LA RED VIAL EN TUNAMUNDO EN EL TRAMO PELILEO - LUISA BONNAY"	ESCALA: INDICADAS
CONTIENE: - SEÑALÉTICA HORIZONTAL PROPUESTA - SEÑALÉTICA VERTICAL PROPUESTA - UBICACION DE SEÑALÉTICA PROPUESTA - CANTIDADES DE SEÑALÉTICA PROPUESTA - DETALLES DE SEÑALÉTICA	FECHA: MAYO - 2017
DISEÑO: ANDRÉS LÓPEZ	REVISADO POR: ING. MG. DILÓN MOYA
	LÁMINA N- P7/7

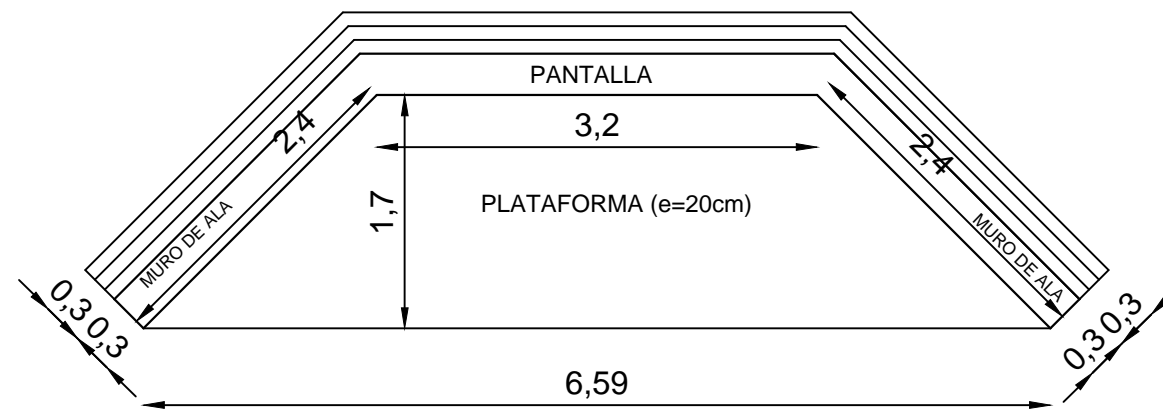
# CABEZAL CON MUROS DE ALA PROPUESTOS PARA ENTRADA Y SALIDA DE ALCANTARILLAS N.- 4 Y 8



ISOMETRÍA



VISTA FRONTAL



VISTA EN PLANTA

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA	
PROYECTO:	INICIATIVA TÉCNICA PARA LA EVALUACIÓN, SEPARACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL, UTILIZANDO LA METODOLOGÍA TÉCNICA Y DIDÁCTICA DEL PROYECTO "MANEJO INTEGRAL DEL PATRIMONIO VIAL POR MECANISMOS DE LA RED VIAL ESTATAL EN TRABAJO RELEVO - LINA BONAL"	ESCALA:	SIN ESCALA
CONTIENE:	- ISOMETRÍA CABEZAL CON MUROS DE ALA - VISTA FRONTAL CABEZAL CON MUROS DE ALA - VISTA EN PLANTA CABEZAL CON MUROS DE ALA	FECHA:	MAYO-2017
DESENÑO:	ANDRÉS LÓPEZ	REVISADO POR:	ING. MSc. DIOSMAYTA
		LÁMINA N.º:	P8/8