



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**

*“Trabajo de grado previo a la obtención del Título de Ingeniero Civil”*

MODALIDAD PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

TÍTULO DEL PROYECTO

ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS PARA SU REDISEÑO DE  
LA CARRETERA EXISTENTE QUE UNE LAS COMUNIDADES PUNGAL – PULUG –  
COCHAPAMBA – LOMA EL CHOCAL DE LA PARROQUIA SAN ISIDRO DE  
PATULÚ DE LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO.

AUTORES:

**ROBERTO CARLOS PAGUAY OROZCO**

**ROMEL JAVIER ALARCÓN LEMA**

DIRECTOR:

**ING. ÁNGEL EDMUNDO PAREDES GARCÍA**

**Riobamba - Ecuador**

2014

## REVISIÓN

Los miembros del tribunal de Graduación del proyecto de investigación de título: **"ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS PARA SU REDISEÑO DE LA CARRETERA EXISTENTE QUE UNE LAS COMUNIDADES PUNGAL – PULUG – COCHIAPAMBA – LOMA EL CHOCAL DE LA PARROQUIA SAN ISIDRO DE PATULÚ DE LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO"** presentado por: **Ramón Javier Alarcón Lema, Roberto Carlos Paguay Orozco** y dirigida por: **Ing. Ángel Edmundo Paredes Gracia.**

Una vez escuchada la defensa oral y revisado el informe final del proyecto de investigación con fines de graduación escrito en la cual se ha constatado el cumplimiento de las observaciones realizadas, remite la presente para el uso y custodia en la biblioteca de la Facultad de Ingeniería de la UNACH.

Para constancia de lo expuesto firman:

Ing. Jorge Núñez  
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL.**



Firma

Ing. Ángel Paredes G.  
**DIRECTOR DEL PROYECTO**



Firma

Ing. Oscar Paredes  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL.**



Firma

## **AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

*“La responsabilidad del contenido de este Proyecto de Graduación, corresponde exclusivamente a: Romel Javier Alarcón Lema, Roberto Carlos Paguay Orozco y del Director del Proyecto Ing. Ángel Paredes G.; y el patrimonio intelectual de la misma a la Universidad Nacional de Chimborazo.”*

### **AGRADECIMIENTO.**

*Mi gratitud, principalmente está dirigida a Dios y a la Santísima Virgen por haberme dado la existencia y permitido llegar al final de la carrera.*

*A la Universidad Nacional de Chimborazo, a la Escuela de Ingeniería Civil, a los docentes que me han acompañado durante este largo camino, brindándome siempre su orientación con profesionalismo ético en la adquisición de conocimientos y afianzando mi formación.*

**Roberto Paguay**

## **AGRADECIMIENTO.**

*Mi gratitud, por estos cinco años de enseñanza y preparación académica, agradezco a mi noble y linda institución “Universidad Nacional de Chimborazo” especialmente a la Escuela de Ingeniería Civil por ser la base formadora de profesionales ilustres con conciencia humanista y valores éticos.*

*Reconocer así mismo el valioso aporte de los catedráticos que forman parte del área académica de la facultad de ingeniería.*

*Al Ing. Ángel Paredes G., Director de tesis; por contribuir con sus elevados conocimientos técnicos para el desarrollo y culminación de la presente tesis.*

**Romel Alarcón**

## **DEDICATORIA**

*Quiero dedicar esta tesis a mi madrecita Paquita Orozco por su eterno amor y comprensión que día a día supo apoyarme en los buenos y malos momentos, la cual me ha enseñado a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento. A mi padre Guido H. Paguay que nunca me ha fallado y que ahora desde el cielo vela por mí siendo mi fuente de inspiración y lucha hasta el final de mis días. A mis hermanos y amigos.*

**Roberto Paguay**

## **DEDICATORIA**

*Este trabajo de investigación lo dedico especialmente a mis padres y hermanos; por su esfuerzo y sacrificio demostrado durante mi formación universitaria sacrificios, que hoy se concentran en mí accionar como profesional de la construcción por eso siempre los llevare en mi mente y corazón.*

***Romel Alarcón***

## ÍNDICE GENERAL

PORTADA.....	I
CERTIFICACION .....	II
AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	III
AGRADECIMIENTO. ....	IV
DEDICATORIA .....	VI
ÍNDICE GENERAL .....	VIII
INDICE DE TABLAS .....	XIV
INDICE DE FIGURAS.....	XVIII
RESUMEN .....	XXII
SUMARY .....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
INTRODUCCIÓN .....	XXIV
<b>CAPITULO I.....</b>	<b>1</b>
1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA .....	1
1.1 ANTECEDENTES: .....	1
1.2 ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS .....	1
1.3 ESTUDIOS DE TRÁFICO.....	3
1.3.1 CONTEO MANUAL – VISUAL – CLASIFICATORIO .....	3
1.3.2 DETERMINACION DEL TRÁFICO ACTUAL .....	4
1.3.3 DETERMINACION DEL TRÁFICO FUTURO O PROYECTADO. ....	5
1.3.4 DETERMINACION DE LA CLASE DE VÍA .....	5
1.4 DISEÑO GEOMÉTRICO.....	7
1.4.1 CLASE DE TOPOGRAFÍA O TERRENO.....	7
1.4.2 TRÁFICO .....	8
1.4.3 ALINEAMIENTO HORIZONTAL .....	13
1.4.4 ALINEAMIENTO VERTICAL .....	20

1.4.4.1	PENDIENTES LONGITUDINALES MÁXIMAS .....	21
1.4.4.2	PENDIENTES LONGITUDINALES MÍNIMAS.....	21
1.4.4.3	CURVAS VERTICALES .....	22
1.4.5	SECCIÓN TRANSVERSAL.....	24
1.4.6	SEÑALIZACIÓN .....	26
1.4.6.1	SEÑALIZACIÓN VERTICAL. ....	27
1.4.6.2	SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL .....	29
1.5	ESTUDIO DE HIDROLÓGICO - HIDRÁULICO .....	31
1.5.1	ESTUDIO HIDROLÓGICO PARA OBRAS DE ARTE MENOR. ....	31
1.5.2	CRITERIOS DE DISEÑO.....	32
1.5.3	DISEÑO DE OBRAS DE ARTE MENOR.....	34
1.6	ESTUDIO DE SUELOS.....	37
<b>CAPITULO II</b>	<b>.....</b>	<b>39</b>
2.	METODOLOGÍA.....	39
2.1	GENERALIDADES.....	39
2.2	UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL PROYECTO.....	39
2.3	POBLACIÓN Y ECONOMÍA DEL SECTOR.....	40
2.4	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y GEOGRÁFICAS.....	44
2.5	PROBLEMATIZACIÓN.....	45
2.6	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	45
2.7	PROCESAMIENTOS Y ANÁLISIS.....	47
2.7.1	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO .....	47
2.7.1.1	GENERALIDADES .....	47
2.7.1.2	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DE LA FAJA DEL TERRENO.....	47
2.7.1.3	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL RELIEVE.....	49
2.7.1.4	ANÁLISIS DE LA VÍA ACTUAL .....	50

2.7.2	ESTUDIO DE TRÁFICO .....	54
2.7.2.1	OBJETIVO. ....	54
2.7.2.2	METODOLOGÍA A SEGUIR.....	55
<b>CAPITULO III.....</b>		<b>56</b>
3.	RESULTADOS.....	56
3.1	DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA EMPLEADA .....	56
3.2	DETERMINACIÓN DEL TRÁFICO ACTUAL .....	60
3.2.2	DETERMINACIÓN DEL TRÁFICO FUTURO O PROYECTADO .....	63
3.3	DETERMINACIÓN DE LA CLASE DE VÍA. ....	66
3.4	DISEÑO GEOMÉTRICO.....	67
3.5	ESTUDIO DE SUELOS .....	72
3.5.1	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO.....	74
3.5.2	ENSAYO DE LA DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE ATTERBERG.....	76
3.5.2.1	DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO .....	78
3.5.2.2	DETERMINACIÓN DEL LIMITE PLÁSTICO LP Ó WP .....	80
3.5.2.3	ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO .....	80
3.5.2.4	ENSAYO CBR .....	81
2.1.1	RESULTADOS DE LOS ESTUDIOS DE SUELOS .....	84
<b>CAPITULO IV .....</b>		<b>89</b>
4.	DISCUSIÓN .....	89
<b>CAPÍTULOS V .....</b>		<b>94</b>
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	94
5.1	CONCLUSIONES.....	94
5.2	RECOMENDACIONES.....	94
<b>CAPITULO VI.....</b>		<b>96</b>
6.	PROPUESTA.....	96

6.1	TÍTULO DE LA PROPUESTA.....	96
6.2	INTRODUCCIÓN .....	96
6.3	OBJETIVOS .....	96
6.4	CRITERIOS DE DISEÑO.....	97
6.4.1	FACTORES QUE INTERVIENEN EN EL DISEÑO HORIZONTAL .....	97
6.4.2	DISEÑO EN PLANTA.....	99
6.4.3	VELOCIDAD DE DISEÑO .....	100
6.4.4	VELOCIDAD DE CIRCULACIÓN.....	100
6.4.5	ALINEAMIENTO HORIZONTAL .....	102
6.4.5.1	CURVAS HORIZONTALES DE TRANSICIÓN .....	103
6.4.5.2	TANGENTES INTERMEDIA MÍNIMA EN CURVAS ESPIRALES .....	105
6.4.5.3	TANGENTE MÁXIMA .....	106
6.4.5.4	GRADO Y RADIO DE CURVATURA.....	106
6.4.5.5	PERALTE DE CURVAS .....	109
6.4.5.6	LONGITUD DE TRANSICIÓN EN FUNCION DEL PERALTE.....	113
6.4.5.7	DESARROLLO DE PERALTE EN CURVAS SIMPLES .....	115
6.4.5.8	DESARROLLO DE PERALTE EN CURVAS ESPIRALES.....	116
6.4.5.9	LONGITUD DE TRANSICIÓN MÍNIMA.....	117
6.4.5.10	CURVAS DE TRANSICIÓN.....	118
6.4.5.11	CURVAS ESPIRAL – ESPIRAL.....	125
6.4.5.12	SOBREANCHO EN CURVA .....	132
6.4.5.13	DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA Y ADELANTAMIENTO .....	137
6.4.6	ALÍNEAMIENTO VERTICAL .....	141
6.4.6.1	PERFIL LONGITUDINAL .....	141
6.4.6.2	PENDIENTES MÁXIMAS .....	142
6.4.6.3	PENDIENTE MÍNIMAS.....	144

6.4.6.4	LONGITUD CRÍTICA.....	144
6.4.6.5	CURVAS VERTICALES.....	145
6.4.6.6	CURVAS VERTICALES CONVEXAS.....	146
6.4.6.7	CURVAS VERTICALES CONCAVAS.....	148
6.4.7	SECCIÓN TRANSVERSAL.....	151
6.4.8	DISEÑO DE PAVIMENTO.....	152
6.4.8.1	ALTERNATIVA DE CAPA DE RODADURA.....	152
6.4.8.2	PERÍODO DE DISEÑO DE LA CARPETA ASFÁLTICA.....	154
6.4.8.3	EJES EQUIVALENTES.....	155
6.4.8.4	TRÁFICO DEL PROYECTO.....	159
6.4.9	ESTUDIO HIDRÁULICO.....	171
6.4.9.1	MÉTODO RACIONAL.....	171
6.4.9.2	TALUDES.....	175
6.4.9.3	CUNETAS.....	176
6.4.9.4	ALCANTARILLAS.....	179
6.4.9.5	DIAGRAMA DE MASA.....	185
6.4.9.6	DIBUJO DE LA CURVA MASA.....	185
6.4.9.7	EL ACARREO.....	186
6.4.9.8	DETERMINACIÓN DEL DESPERDICIO.....	186
6.4.9.9	SECCIONES TRANSVERSALES TÍPICAS DE CONSTRUCCIÓN.....	187
6.4.9.10	UTILIZACIÓN PRÁCTICA DEL DIAGRAMA DE MASAS.....	188
6.5	SEÑALIZACIÓN.....	188
6.5.1	OBJETIVOS.....	188
6.5.2	PROYECTO DE SEÑALIZACIÓN DE TRÁNSITO.....	189
6.5.3	SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL.....	191
6.5.3.1	CRUCE DE POBLACIONES (REDUCTOR DE VELOCIDAD).....	191

6.5.4	SEÑALIZACIÓN VERTICAL .....	192
6.6	ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS .....	200
6.6.1	COSTOS DIRECTOS.....	200
6.6.2	CANTIDADES DE OBRA.....	201
6.7	PRESUPUESTO.....	204
6.7.1	ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS .....	205
6.7.2	CRONOGRAMA VALORADO DE TRABAJOS.....	231
6.7.3	MATERIALES .....	232
6.7.4	MANO DE OBRA.....	233
6.7.5	EQUIPO.....	234
6.7.6	TRANSPORTE DE MATERIALES .....	235
6.7.7	SÍMBOLOS PARA REAJUSTE .....	236
6.7.8	CUADRILLA TIPO.....	237
6.8	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS .....	238
	<b>CAPITULO VII .....</b>	<b>302</b>
7.	BIBLIOGRAFÍA .....	302
	<b>CAPITULO VIII.....</b>	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>
8.	APÉNDICES Y ANEXOS .....	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Cuadro de clasificación de vías .....	6
Tabla 2: Clasificación jerárquica de vías. ....	6
Tabla 3: Clasificación de velocidades de diseño. ....	14
Tabla 4: Distancias de visibilidad de parada y de decisión .....	18
Tabla 5. Distancias de visibilidad de rebasamiento. ....	20
Tabla 6: Pendientes Máximas. ....	21
Tabla 7: Índice K para el cálculo de la longitud de curva vertical convexa. ....	22
Tabla 8: Índice K para el cálculo de la longitud de curva vertical cóncava .....	23
Tabla 9: Coeficiente de escorrentía “c” .....	35
Tabla 10: Coordenadas del proyecto San Isidro de Patulú. ....	39
Tabla 11: Población de San Isidro de Patulú según el censo del 2010. ....	40
Tabla 12: Actividades económicas de San Isidro de Patulú Según el censo del 2010. ....	41
Tabla 13: Establecimientos Educativos Cantón Guano .....	41
Tabla 14: Establecimientos Educativos de la Parroquia De San Isidro.....	42
Tabla 15: Cuadro servicios de salud .....	43
Tabla 16: Clima general de la zona.....	44
Tabla 17: Población futura en 20 años.....	46
Tabla 18: Sección promedio de la calzada.....	51
Tabla 19: Pendientes de la carretera. ....	52
Tabla 20: Radios mínimos de curvatura simple en la vía actual.....	53

Tabla 21: Vehículos que circulan por la vía. ....	56
Tabla 22: Características por tipo de vehículos. ....	58
Tabla 23: Conteo vehicular en Cochapamba – San Isidro de Patulú. ....	59
Tabla 24: Factos Diario (Fd). ....	62
Tabla 25: Tasa de crecimiento vehicular. ....	64
Tabla 26: Cuadro De Tráfico Proyectado o futuro a 20 años ....	64
Tabla 27: Cuadro De Tráfico Actual + tráfico desviado. ....	65
Tabla 28: Clasificación jerárquica de vías. ....	66
Tabla 29: Velocidad de diseño de acuerdo a la topografía del terreno y tipo de vía. ....	69
Tabla 30: Anchos de calzada. ....	71
Tabla 31: Coordenadas GPS. ....	74
Tabla 32: Cantidades mínimas para ensayo granulométrico. ....	75
Tabla 33: Especificaciones para el ensayo Proctor Modificado. ....	81
Tabla 34: Resultado de los Ensayos Granulométricos e Índice de plasticidad en el proyecto. ....	85
Tabla 35: Valores de Compactación Modificada en las Abscisas correspondientes. ....	86
Tabla 36: Cálculo de CBR de diseño. ....	88
Tabla 37: Clasificación jerárquica de vías. ....	97
Tabla 38: Velocidad de diseño de acuerdo a la topografía del terreno y tipo de vía. ....	100
Tabla 39: Relación de velocidad de operación con la velocidad de diseño para carreteras de dos carriles. ....	102
Tabla 40: Radio mínimo y grados máximos de curvas horizontales para distintas velocidades de diseño. ....	107

Tabla 41: Tasa de sobre elevación en curvas.....	110
Tabla 42: Longitudes de desarrollo de la sobreelevación en carreteras de dos carriles. ....	113
Tabla 43: Gradiente longitudinal necesaria para el desarrollo del peralte.....	115
Tabla 44: Longitud de transición en función del peralte. ....	117
Tabla 45: Cálculo de curvas horizontales espirales – circulares - espirales de la vía Pungal – Pulug – Cochapamba – Loma el Chocal.....	124
Tabla 46: Cálculos de espirales – espirales de transición.....	131
Tabla 47: Sobre ancho mínimo de la calzada en curvas circulares (m).....	133
Tabla 48: Valores de diseño de las gradientes longitudinales máximas.....	143
Tabla 49: Índice K para el cálculo de la longitud de curva vertical convexa. ....	148
Tabla 50: Índice del cálculo de la longitud de curvatura vertical cóncava.....	150
Tabla 51: Cálculo de curvas verticales. ....	150
Tabla 52: Ancho de calzada según la clase de carretera y TPDA. ....	151
Tabla 53: Coeficiente Estructural de la capa asfáltica en función del Módulo Elástico.....	158
Tabla 54: Coeficientes de capas granulares en función del CBR .....	158
Tabla 55: Abscisas y CBR % .....	159
Tabla 56: CBR % vs frecuencia.....	160
Tabla 57: Índices de servicio. ....	161
Tabla 58: Niveles de confianza.....	162
Tabla 59: Desviación Normal Estándar del Nivel de Confiabilidad.....	162
Tabla 60: Coeficiente de Drenaje .....	163
Tabla 61: Desviación estándar total (So).....	164

Tabla 62: Factor de daño de cada vehículo.....	165
Tabla 63: Factor por dirección.....	165
Tabla 64: Factor por carril .....	165
Tabla 65: Resumen Ejes Equivalentes .....	166
Tabla 66: Cuadro Resumen.....	168
Tabla 67: Cuadro Resumen.....	169
Tabla 68: Coeficiente de escorrentía “C” .....	172
Tabla 69: Período de retorno (T) .....	175
Tabla 70: Coeficiente de escorrentía.....	176
Tabla 71: Principales quebradas que afectan al proyecto .....	181
Tabla 72: Cálculos Tipo de caudales. ....	181
Tabla 73 : Rugosidad de los materiales. ....	182
Tabla 74: Dimensionamiento hidráulico de las alcantarillas más desfavorables.....	183
Tabla 75 : Ubicación de alcantarillas en el proyecto. ....	184
Tabla 76 : Ubicación de Señalética en el proyecto .....	196
Tabla 77: Ubicación de Guardavías en el proyecto .....	200

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Peralte en Curvas.....	16
Figura 2. Transición del Peralte y sobre ancho.....	17
Figura 3: Distancia De Visibilidad En Curvas Verticales. ....	24
Figura 4: Sección típica a media ladera .....	25
Figura 5: Detalle de cuneta, filo de espaldón y guarda caminos .....	25
Figura 6: Muros de salida de alas rectas y de entrada tipo cajón.....	33
Figura 7: Muros de entrada y/o salida tipos.....	33
Figura 8. Puntos base de la poligonal. ....	47
Figura 9: Localización de puntos base.....	48
Figura 10: Levantamiento topográfico de la vía actual. ....	49
Figura 11: Estado actual de la vía.....	50
Figura 12: Estado actual cunetas.....	51
Figura 13: Carretera con Radios de Curva de 18m.....	53
Figura 14: Taludes en la zona de estudio Abscisa 1+500.....	54
Figura 15: Vehículos que circulan por la vía. ....	56
Figura 16: Mínima trayectoria de giro para el vehículo de diseño tipo (A). ....	58
Figura 17: Mínima trayectoria de giro para el vehículos de diseño tipo (C). ....	59
Figura 18: Variaciones vehiculares horarias.....	60
Figura 19: Ubicación de los trabajos, información levantada con GPS GRAMIN 60 CSX ...	73
Figura 20: Serie de tamices para ensayo Granulometría y tamizador eléctrico.....	76

Figura 21: Tarros de humedad, balanza digital y Cuchara de Casa Grande. ....	79
Figura 22: Número de golpes Vs. % de Humedad.....	79
Figura 23: Ensayo de Límite Plástico con rollos de espesor 3 mm. ....	80
Figura 24: Moldes CBR, Marco de carga del CBR. ....	83
Figura 25: Curva de Esfuerzo Vs. Penetración.....	83
Figura 26: Curva Densidad Máxima Vs. CBR. ....	84
Figura 27: Componentes de una curva circular y espirales. ....	103
Figura 28: Tangente intermedia mínima.....	105
Figura 29: Grado de Curvatura .....	106
Figura 30: Estabilidad de vehículos en la curvas.....	110
Figura 31: Cálculo tipo de sobre elevación en curvas. ....	111
Figura 32: Convención de peralte en curvas.....	112
Figura 33: Diagrama de transición en curvas. ....	114
Figura 34: Transición del peralte y sobreancho de una curva circular. ....	115
Figura 35: Transición del peralte y sobreancho de una curva espiral.....	116
Figura 36: Longitud de transición y sobreancho.....	118
Figura 37: Curva espiral –espiral – circular de transición. ....	120
Figura 38: Curva espiral – circular – espiral de transición abscisa 3+195.81 m. ....	122
Figura 39: Curva espiral – espiral de transición. ....	128
Figura 40: Curva espiral – espiral de transición. ....	129
Figura 41: Desarrollo del sobreancho en curvas.....	136

Figura 42: Bombeo en sección transversal en tangente. ....	136
Figura 43: Bombeo en sección transversal en curva.....	137
Figura 44: Distancia de parada .....	137
Figura 45: Etapas de la maniobra de adelantamiento en carreteras de dos carriles .....	139
Figura 46: Diseño Vertical.....	142
Figura 47: Diseño vertical tipo. ....	143
Figura 48: Representación de curva vertical.....	146
Figura 49: Tipos de curvas convexas.....	147
Figura 50: Tipos de curvas cóncavas. ....	149
Figura 51: Estructura del pavimento flexible.....	155
Figura 52: Para Diseño de Estructuras de Pavimento Flexible.....	157
Figura 53: Gráfica CBR % vs Frecuencia.....	160
Figura 54: Zonificación de intensidades de lluvia. ....	174
Figura 55: Secciones típicas de cuentas.....	176
Figura 56: Capacidad de la cuneta lateral. ....	178
Figura 57: Sección tipo de alcantarilla.....	180
Figura 58: Áreas de aportación. ....	180
Figura 59: Préstamos y desperdicios.....	186
Figura 60: Sección Típica del Proyecto .....	187
Figura 61: Sección Típica en corte o excavación. ....	187
Figura 62: Sección Típica mixta.....	188

Figura 63: Sección Típica en corte en zonas montañosas.....	192
Figura 64. Señales Verticales.....	193
Figura 65: Señales Verticales.....	194
Figura 66: Señales Verticales.....	195

## RESUMEN

Durante los últimos años, la red carretera del país se ha ido modernizando, como consecuencia de ello, se utilizan cada vez más carreteras pavimentadas, Las carreteras rurales son elementos esenciales para el desarrollo social y económico, los cuales proporcionan una mejor calidad de vida a la población, reactivando la influencia social y económica. La carretera que une las comunidades Pungal – Pulug – Cochapamba – Loma el Chocal; se encuentra localizada en la Parroquia rural de San Isidro de Patulú, Cantón Guano, Provincia de Chimborazo. El siguiente estudio contiene el análisis geométrico de una vía constituida en la cual se verificara los radios de giro, pendientes máximas y mínimas, peraltes, estabilidad de taludes, etc. y otros elementos de obras de drenaje. La evaluación permite conocer los alineamientos verticales y horizontales, pendientes, bombeo de la calzada, etc., e incluirá los aspectos necesarios para determinar la plataforma de la sub-rasante de la vía de acuerdo a las secciones transversales típicas con los peraltes, anchos y sobre-anchos, para lo cual se requerirá de la topografía detallada de la vía. Para el proyecto “Análisis Geométrico de la vía y su Rediseño” se consideró lo siguiente: descripción actual de la vía, estudio del tráfico, Tráfico Promedio Diario Anual, diseño geométrico, obras complementarios o de arte, análisis definitivo de la vía y económico los mismos que se diseñará de acuerdo al Ministerio de Transporte y Obras Públicas y Diseño de Carreteras vigentes en el país. Se desarrolló el estudio transversal de la vía existente que tiene un promedio de ancho de 4.35 m, la cual no cumple con las condiciones geométricas recomendada por la Norma Ecuatoriana Vial (NEVI – 12 – MTOP) para una vía de Clase C3 vía Agrícola/Forestal.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
CENTRO DE IDIOMAS



Lic. Geovanny Armas P., DpS.

20 de junio del 2014.

### SUMMARY

In recent years, the road network in Ecuador has been modernized, as a result, more and more paved roads are used, Rural roads are essential for social and economic development, which provide people with a better quality of life, reviving the social and economic influence. The road which links the *Pungol - Pulug - Cochapamba - Loma el Chocal* communities is located in the rural parish of *San Isidro de Patulú*, Guano Canton, Chimborazo Province. The following study contains the geometric analysis in a road in which the turning radius, maximum and minimum slopes, cambers, slope stability, etc. and other drainage elements will be checked. The evaluation allows the knowledge of the vertical and horizontal, earrings, pumping roadway alignments etc. It will include the necessary features to determine the platform subgrade of the road according to the typical cross sections with the risers, widths and the widths in curves, for which it will require a detailed topography of the road. For the project "Geometric Analysis and Redesign of the Road" the following is considered: current description of the road, traffic study, annual daily average traffic, geometric design, complementary or art works, definitive and economic analysis of the road, they will be designed according to the Ministry of Transport and Public Works and Highway Design ruling in Ecuador. A cross sectional study of the existing road was carried out. It has an average width of 4.35m, which doesn't meet the geometric conditions recommended by the *(NEVI - 12 - MTOP)* Ecuadorian Road Standard for an Agricultural / Forestry, C3 Road.



## INTRODUCCIÓN

Las vías terrestres se han transformado en el medio físico de las interconexiones entre sectores, comunidades, provincias y ciudades para el desarrollo mancomunado de la sociedad. La misma que logra integrar beneficios, conveniencia, satisfacción y seguridad a los usuarios, que colabora con el logro de los objetivos del desarrollo regional, industrial, comercial, salud pública, etc.

Los sectores beneficiados del proyecto son personas humildes de raza Indígena y mestizos, trabajadores que luchan diariamente por salir adelante por medio de la agricultura, y ganadería.

Es fácil advertir que los habitantes del sector Pungal – Pulug – Cochapamba – Loma el Chocal tienen muchos motivos para requerir una infraestructura vial en la zona, con la cual surge este proyecto en base a las necesidades, que requiere una vía de comunicación, que esté diseñada con las normas y criterios respectivos para brindar seguridad y comodidad a los usuarios, los mismos que movilizan productos al mercado como: Riobamba, Guano, Mocha para su posterior comercialización, así también para su comunicación interna.

Para la Elaboración de este proyecto se inicia el reconocimiento del sitio donde se va a realizar, considerando los estudios preliminares como son: Levantamiento Topográfico con Estación Total TRIMBLE TSC2, prismas, estacas y otros elementos necesarios para el levantamiento, conteo de tráfico TPDA, estudio de suelos, estudios hidráulicos. El proyecto se rige a los parámetros de diseño de: “Norma Ecuatoriana Vial (NEVI - 12 – MTOP)” y técnicas de diseño de carreteras vigentes en el país.

## **CAPITULO I**

### **1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

#### **1.1 ANTECEDENTES:**

Las vías y carreteras en el mundo y de manera particular en nuestro país se han constituido en un pilar fundamental de desarrollo y comunicación, razón por la cual el diseño de una vía se hace indispensable para cumplir el objetivo de brindar servicios. Las funciones de servicio y de desarrollo y explotación se deducen de la función que desempeñara la carretera dentro del sistema general de transporte y se apoyan en las competencias que el ordenamiento jurídico vigente atribuye al Ministerio de Transporte y Obras Públicas.

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

La información sobre tráfico debe comprender la determinación del tráfico actual (volúmenes y tipos de vehículos), en base a conteos y de tráfico futuro utilizando pronósticos.

En nuestro caso cuando se trata de mejoramiento de carreteras existentes (rectificación de trazado, ensanchamiento, pavimentación, etc.).

#### **1.2 ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS**

Para lograr que el camino tenga el mejor y más económico acomodo en el terreno y esté debidamente protegido contra la acción destructora del agua, que es su peor enemigo, se recurre primero a la localización, incluyendo en este las obras de drenaje.

La localización tiene por objeto fijar los puntos obligados, dentro de la ruta del camino. Antes de proceder a la localización es preciso definir la ruta, tomando en cuenta las poblaciones y recintos que tocara el camino. Procede la localización de los puntos obligados intermedios

dependientes de la topografía del terreno, de sus características, físicas o geológicas, tales como puentes o cruces de ríos y los necesarios para evitar pantanos, médanos etc.

La localización ideal de un camino vecinal es la que a menor costo de construcción, produce el mínimo costo de operación del tránsito actual y del que tendrá después de diez años, sin necesidad de cambios de importancia.

La topografía del terreno, es un factor determinante en la elección de los valores de los diferentes parámetros que intervienen en el diseño de una vía. Cuando el terreno es bastante grande o existen obstáculos que impiden la visibilidad necesaria, se emplea el levantamiento de un terreno por medio de Poligonales, que consiste en trazar un polígono que siga aproximadamente los linderos del terreno y desde puntos sobre este polígono se toman detalles complementarios para la perfecta determinación del área que se desea conocer y de los accidentes u objetos que es necesario localizar. Vemos primeramente lo relativo al trazado y al cálculo de la poligonal base y, luego, cómo se complementa el levantamiento tomando los detalles por izquierdas y derechas. La línea que une los vértices del polígono se denomina poligonal.

**Nivelación Geométrica.-** Es el sistema más empleado en trabajos de Ingeniería, pues permite conocer rápidamente diferencias de nivel por medio de lectura directa de distancias verticales. Existen 2 clases de nivelación y pueden ser: simple o compuesta.

**Nivelación Directa (o Geométrica) Simple.-** Es aquella en la cual desde una sola posición del aparato se pueden conocer las cotas de todos los puntos del terreno que se desea nivelar. Se sitúa y nivela el aparato desde el punto más conveniente, es decir que ofrezca mejores condiciones de visibilidad.

**Nivelación Directa (o Geométrica) Compuesta.-** Es el sistema empleado cuando el terreno es bastante quebrado, las visuales resultan demasiado largas mayores a 300 metros. El aparato no permanece en un mismo sitio sino que se va trasladando a diversos puntos desde cada uno de los cuales se toman nivelaciones simples que van ligándose entre sí por medio de los llamados puntos de cambio. El punto de cambio se debe escoger de modo que sea estable y de fácil identificación. En la nivelación directa compuesta se efectúan tres clases de lecturas: Vista atrás, Vista Intermedia y Vista Adelante.

**Vista atrás:** Es la que se hace sobre el BM para conocer la altura.

**Vista Intermedia:** Es la que se hace sobre los puntos que se quiere nivelar para conocer la correspondiente cota.

**Vista Adelante:** es la que se hace para hallar la cota del punto de cambio (p BM provisional).

**Perfil transversal y longitudinal:** En el diseño de una carretera se emplean perfiles longitudinales y transversales los cuales dependen del tipo de terreno o topografía. Estos perfiles son elaborados en base a la medición de distancias y cotas sobre el terreno natural a lo largo de una línea base que puede concordar con el eje del proyecto. Los perfiles longitudinales están relacionados con los perfiles transversales permiten verificar cotas y distancias, las cuales tienen que ser dibujada en la misma escala.

### 1.3 ESTUDIOS DE TRÁFICO

#### 1.3.1 CONTEO MANUAL – VISUAL – CLASIFICATORIO

Con personal técnico capacitado, se ubica en la estación de conteo con turnos rotativos de 6 horas continuas, en el cual se anotaba en la matriz de conteos vehiculares, en cada hora de intervalo, el tipo de vehículo que circulaba por la estación de conteo, clasificándolos en:

Livianos.

Buses.

Pesados 2 o más ejes.

La clasificación se lo realiza bajo los siguientes conceptos de los vehículos.

**Livianos.-** Son los automóviles, camionetas de dos ejes con tracción sencilla y en las cuatro ruedas, así como también camionetas con cajón y camiones livianos de reparto.

**Buses.-** Son aquellos que tienen dos o más ejes, seis o más ruedas, destinados al transporte de pasajeros, o cualquier vehículo de servicio público.

**Pesados.-** Son los destinados al transporte de mercadería y carga, poseen uno o más ejes sencillos de doble llanta, tienen seis o más ruedas, pueden ser camiones, remolques y semirremolques.

### **1.3.2 DETERMINACION DEL TRÁFICO ACTUAL**

Para ello, consideraremos el tráfico existente y el tráfico desviado

#### ***Tráfico Existente***

Es el tráfico resultado de los conteos. Es aquel que se usa en la vía antes del mejoramiento y que se obtiene a través de los estudios de tráfico.

Para la determinación del tráfico existente es necesario considerar las variaciones de tráfico que son los factores que nos permiten establecer relaciones entre observaciones actuales y puntuales de tráfico de los datos estadísticos de lo ocurrido con anterioridad, llegando así a determinar el TPDA del año en el que se realice el estudio.

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

#### ***Cálculo de variaciones (factores).***

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

- FACTOR HORARIO (FH). Nos permite transformar el volumen de tráfico que se haya registrado en un determinado número de horas a VOLUMEN DIARIO PROMEDIO.
  
- FACTOR DIARIO (FD). Transforma el volumen de tráfico diario promedio en VOLUMEN SEMANAL PROMEDIO.

- FACTOR SEMANAL (FS). Transforma el volumen semanal promedio de tráfico en VOLUMEN MENSUAL PROMEDIO.
- FACTOR MENSUAL (FM). Transforma el volumen mensual promedio de tráfico en TRÁFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL (TPDA).

$$TPDA = T_0 \times FH \times FD \times FS \times FM \text{ (III-1)}$$

Dónde:

$T_0$  = tráfico observado.

### 1.3.3 DETERMINACION DEL TRÁFICO FUTURO O PROYECTADO.

Según los términos de referencia el tráfico deberá ser proyectado para 20 años, y con ese objetivo, se proyectará el tráfico actual o tráfico diario inicial, mediante el empleo de tasas de crecimiento vehicular.

Para la proyección se empleara la formula siguiente.

$$TPDA \text{ FUTURO} = TPDA \text{ ACTUAL} (1 + i)^n$$

Dónde:

$i$  = Índice de crecimiento vehicular.

$N$  = Número de años de proyección vial.

Las tasas de crecimiento que se van a emplear son para la provincia de Chimborazo, las cuales fueron obtenidas de estudios similares al actual.

### 1.3.4 DETERMINACION DE LA CLASE DE VÍA

Con toda la información procesada, y con el tráfico se proyectará a 20 años también se obtendrá el Tráfico promedio diario anual (TPDA) de los Números veh/día, aplicando las clasificaciones del ministerio de Transporte y obras públicas tendremos:

**Tabla 1:** Cuadro de clasificación de vías

CLASIFICACIÓN FUNCIONAL DE LAS VÍAS EN BASE AL TPDA <sub>d</sub>			
Descripción	Clasificación Funcional	Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA <sub>d</sub> ) Al Año Horizonte	
		Límite Inferior	Límite Superior
Autopista	AP2	80000	120000
	AP1	50000	80000
Autovía o Carretera Multicarril	AV2	26000	50000
	AV1	8000	26000
Carretera de 2 carriles	C1	1000	8000
	C2	500	1000
	C3	0	500

\*TPDA, Tráfico Promedio Diario Anual.

\*\*TPDA<sub>d</sub>=TPDA correspondiente al año horizonte o de diseño.

En esta clasificación considera un TPDA<sub>d</sub> para el año horizonte se define como:

TPDA<sub>d</sub> = Año de inicio de estudios + Años de licitación, Construcción + Años de operación.

AP2= Vías de alta capacidad urbana o periurbana.

AP1= Vías de alta capacidad interurbana

AV2= Equivale a una carretera de mediana capacidad normal

AV1= Equivale a una carretera de mediana capacidad excepcional

C1= Equivale a carretera media capacidad.

C2= Equivale a carretera convencional básica y camino básico

C3= Camino agrícola /forestal

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

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

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

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

**Fuente:** Norma Ecuatoriana Vial (NEVI – 12 – MTOP).

Según el MTOP para el criterio de las bases de la estructura de la red vial del país del nuevo milenio, se presenta la relación entre la función jerárquica y la clasificación de las carreteras.

**Tabla 2:** Clasificación jerárquica de vías.

FUNCIÓN	CLASIFICACIÓN FUNCIONAL	TPDA (Año FINAL DE DISEÑO)
Autopista	AP2	80000 – 120000
	AP1	50000 – 80000
Autovía o Carretera Multicarril	AV2	26000 – 50000
	AV1	8000 – 26000
Carretera de 2 carriles	C1	1000 – 8000
	C2	500 – 1000
	C3	0 – 500

**Fuente:** Norma Ecuatoriana Vial (NEVI – 12 – MTOP).

## 1.4 DISEÑO GEOMÉTRICO

El ente regulador de las normas de diseño geométrico es el Ministerio de Transporte y Obras Públicas, por lo que nosotros asumiremos los valores del manual de Diseño Geométrico de carreteras, para realizar una vía técnicamente adecuada, que brinde seguridad, comodidad y rapidez.

En lo posible, utilizaremos el trazado actual, con sus correspondientes y necesarias modificaciones o variantes, asumiendo la clase de vía que corresponda dado por el estudio de tráfico.

Para el diseño geométrico, se consideran básicamente aspectos como son:

- ⇒ Clase de topografía o terreno.
- ⇒ Tráfico
- ⇒ Alineamiento horizontal
- ⇒ Alineamiento vertical
- ⇒ Secciones transversales

### 1.4.1 CLASE DE TOPOGRAFÍA O TERRENO

La topografía es un factor principal de la localización de la vía, pues afecta su alineamiento horizontal, sus pendientes, sus distancias de visibilidad y sus secciones transversales. Desde el punto de vista la topografía, se puede clasificar los terrenos en cuatro categorías que son:

#### ***Terrenos Planos.***

De ordinario tiene pendientes transversales a la vía menores del 5%. Exige mínimo movimiento de tierras en la construcción de carreteras y no presenta dificultad en el trazado ni en su explanación, por lo que las pendientes longitudinales de las vías son normalmente menores del 3%.

#### ***Terreno ondulado.***

Se caracteriza por tener pendientes transversales a la vía menores del 6% al 12%. Requiere moderado movimiento de tierras, lo que permite alineamientos más o menos rectos, sin

mayores dificultades en el trazado y en la explanación, así como pendientes longitudinales típicamente del 3 al 6%.

#### ***Terreno montañoso.***

Las pendientes transversales a la vía suelen ser del 13% al 40%. la construcción de carreteras en este terreno supone grandes movimientos de tierras. Las pendientes longitudinales de las vías del 6% al 8% son comunes.

#### ***Terreno escarpado.***

Aquí las pendientes del terreno transversales a la vía pasan con frecuencia el 40%. Para construir carreteras se necesita máximo movimiento de tierras y existen muchas dificultades para el trazado y la explanación, por lo tanto abundan las pendientes longitudinales mayores del 8%, que para evitarlos, el diseñador deberá considerar la construcción de puentes, túneles y/o estructuras para salvar lo escarpado del terreno.

### **1.4.2 TRÁFICO**

El tráfico vehicular es un factor fundamental en el diseño geométrico de las características: aunque resulta difícil determinar con absoluta certeza el volumen, composición, tipo e intensidad del tráfico que habrá de soportar el camino durante su vida útil, debe ser estimado con la mayor precisión posible, ya que está íntimamente relacionado con la velocidad y capacidad de la carretera, factores q influyen de manera determinante en la sección de las características geométricas y en costo del futuro camino; por otro lado conocer el volumen de tráfico nos permitirá compararlo con la capacidad que puede soportar el camino.

En todo camino o carretera que se proyecta, se determina el tráfico actual en base del cual se realiza la proyección para un período correspondiente al de la vida útil del proyecto, obteniendo el tráfico futuro o proyectado.

#### **Tipología de vehículos**

Para efectos de modelación y evaluación económica es necesario definir una tipología única de vehículos, que recoja diferentes criterios de clasificación, entre los que cabe mencionar:

a) Según motorización:

- Motorizado (provisto de un motor de combustión interna o eléctrico);
- No motorizado (remolque, tracción animal, tracción humana).

b) Según función:

- Transporte privado de pasajeros;
- Transporte público de pasajeros;
- Transporte de carga;
- Tracción (tractor agrícola, tracto camión);
- Otros (maquinaria).

c) Según requerimientos para diseño:

- Categorías según articulaciones, número y disposición de ejes.

d) Según capacidad:

- Categorías según capacidad de transporte de carga (ton) y/o pasajeros (número).

e) Según cilindraje:

- Categorías según capacidad cubica del motor.

La clasificación de vehículos debe orientarse a conseguir los siguientes objetivos:

- El computo de ahorros de recursos con una precisión razonable. Ello implica que dos vehículos diferentes pueden ser agrupados en la misma categoría solo si sus costos de operación son similares.
- La modelación del desempeño de tramos de vía con una precisión razonable. Ello implica que dos vehículos diferentes pueden ser agrupados en la misma categoría solo si sus características de circulación son similares, por ejemplo, en términos de factor de equivalencia.
- La realización de mediciones clasificadas visuales por simple inspección. Ello implica que dos vehículos diferentes no pueden ser clasificados en distinta categoría si sus características externas son demasiado similares.
- La conversión de la información sobre flujos de demanda, expresada en toneladas o pasajeros, a flujos de vehículos de cada categoría.

- La modelación de redes con una precisión razonable. Ello implica, que dos vehículos diferentes pueden ser agrupados en la misma categoría solo si sus características de elección de rutas son similares.
- Elaborar una estratigrafía de pesos por eje con una precisión razonable.

De acuerdo a los criterios y requerimientos enunciados, se ha adoptado la siguiente clasificación, que se utilizará para todos los proyectos sujetos a evaluación:

*Moto.* Vehículo motorizado con capacidad para una o dos personas, normalmente de dos ruedas, aun cuando pueden existir de tres y hasta cuatro. Incluye: moto, motocicleta, cuadrón y bici moto.

*Automóvil.* Vehículo motorizado de 4 ruedas para el transporte de hasta 9 pasajeros (no incluye al conductor), con o sin carro de arrastre. Incluye: automóvil.

*Camioneta.* Vehículo motorizado de 4 ruedas para el transporte de hasta 1750 Kg. de carga, con o sin carro de arrastre. Incluye: pick-up, doble cabina, SUV (vehículo utilitario), furgoneta, ambulancia, carroza fúnebre. Para efectos de agregación, un vehículo liviano podrá ser un automóvil o una camioneta.

*Bus.* Vehículo motorizado destinado al transporte de pasajeros, con una capacidad superior a 9 personas excluyendo los tripulantes. Puede transportar además equipaje, correo, paquetería y cargas menores. Desde el punto de vista de su capacidad de transporte de pasajeros, puede distinguírselas siguientes sub-categorías: microbuses y buses; entre estos últimos es posible observar cuatro tipos: buses de 2 ejes, buses de un piso con más de 2 ejes, buses de 2 pisos y buses articulados. En cuanto a la cobertura, los buses pueden ser urbanos o interurbanos.

*Camión Liviano.* Vehículos motorizados de dos ejes simples, destinados al transporte de carga, con una capacidad de carga superior a 1750 kg. Se diferencia de in camionetas en que normalmente posee 4 ruedas en el eje trasero.

*Camión Pesado.* Todo vehículo motorizado destinado al transporte de carga no clasificable dentro de la categoría de camión Liviano, pudiendo considerarse las subcategorías siguientes:

*Camión pesado simple.* Vehículo de más de dos ejes sin articulaciones.

*Semirremolque.* Vehículo articulado compuesto de una unidad tractora y una unidad remolcada destinada al transporte de carga que se apoya en un extremo sobre la primera.

*Remolque.* Vehículo articulado compuesto de un camión pesado simple y una unidad remolcada. Para efectos de agregación, un Vehículo Pesado podrá ser un Camión Liviano o un Camión Pesado.

*Otros Motorizados.* Vehículo motorizado no incluido en las otras categorías como: tractor, maquinaria agrícola, maquinaria de construcción, etc.

*Otros No Motorizados.* Bicicleta, triciclo, tracción animal, cabalgadura.

Los vehículos no explícitamente listados serán asimilados a la categoría más próxima. Por ejemplo, una casa rodante provista de tracción propia, puede ser asimilada a un camión liviano o pesado según sea su número de ejes. La clasificación descrita es normalmente suficiente para atender a las principales necesidades en términos de evaluación de proyectos viales.

En el caso particular de estudios relacionados con estratigrafías de pesos por eje es necesaria una mayor desagregación. Para este tipo de fines, se debe utilizar la sub-clasificación indicada para buses y se define las siguientes subcategorías de vehículos de carga:

a) Camión Liviano.

Capacidad de carga inferior a 6 Ton;

Capacidad de carga superior a 6 Ton.

b) Camión Pesado.

Pudiendo considerarse las subcategorías siguientes:

- Simple

Con doble eje trasero;

Con doble eje delantero;

Con doble eje trasero y delantero

Con triple eje trasero.

- Semirremolque

*Elemento tractor:*

Con eje simple trasero;

Con eje doble trasero;

Con eje triple trasero.

*Elemento remolcado:*

Con eje simple trasero;

Con eje doble trasero;

Con eje triple trasero.

Remolque

*Elemento tractor:*

Con doble eje trasero;

Con doble eje delantero;

Con doble eje trasero y delantero;

Con triple eje trasero.

*Elemento remolcado:*

Con eje simple trasero;

Con eje doble trasero;

Con eje triple trasero.

Naturalmente, estas subcategorías deberán revisarse periódicamente en la medida que aparezca en el mercado camiones con nuevas configuraciones de ejes.

### 1.4.3 ALINEAMIENTO HORIZONTAL

Se trata de diseñar el eje del camino en un plano horizontal, el cual está compuesto por alineaciones rectas llamadas tangentes unidas mediante alineamientos curvos llamados curvas horizontales que pueden ser circulares o espirales.

El alineamiento horizontal depende de las siguientes características, las cuales tiene su importancia, por lo que se tratara de cumplir a cabalidad con las normativas.

- ⇒ Velocidad de diseño
- ⇒ Velocidad de circulación
- ⇒ Radios de curvas horizontales
- ⇒ Peraltes
- ⇒ Sobre anchos
- ⇒ Distancia de visibilidad de parada
- ⇒ Distancia de visibilidad de rebasamiento

- **Velocidad de diseño**

Es la máxima velocidad a la que puede circular por la carretera los vehículos en condiciones de seguridad, en base a ella, se determina los elementos geométricos de camino: alineamiento horizontal y vertical. Para conservar uniformidad en el diseño, es importante que las velocidades de diseño entre tramos contiguos, no exceda de 40 km/h. y que estas se mantengan constantes en longitudes de carretera entre 5 y 10 km/h.

Determinados el TPDA y el tipo de carretera ah diseñar se elige la **velocidad de diseño** que a su vez depende el tipo de volumen e intensidad del tráfico vehicular, topografía del terreno y otros factores económicos.

**Tabla 3:** Clasificación de velocidades de diseño.

<b>Velocidades de diseño. Adoptadas por el M.T.O.P en K.P.H</b>			
Clasificación funcional.	TPDA (año final de diseño)	Recomendable	
		V km/h	Pendiente Max. %
AP1 – AP2	50000 - 120000	120	6
AV2	26000 - 50000	100	8
AV1	8000 - 26000	100	8
C1	1000 - 8000	80	10
C2	500 - 1000	60	14
C3	0 - 500	40	16

\*Valores referenciales para elegir las velocidades de diseño de la vía

**Fuente:** Norma Ecuatoriana Vial (NEVI - 12 - MTOP).

- **Velocidad de Circulación**

Es la velocidad real de un vehículo que circula a lo largo de un tramo determinado de carretera.

Se determina por:

$$V_c = L_r / t_c$$

En donde:

$L_r$  = longitud recorrida por el vehículo.

$t_c$  = tiempo de circulación.

Cuando un volumen o flujo de tráfico aumenta, la velocidad de circulación disminuye, debido a interferencias entre ellos. Las velocidades de circulación vehicular correspondientes a volúmenes bajos de tráfico sirven para determinar las distancias de visibilidad de parada y las correspondientes a volúmenes intermedios para la distancia de visibilidad para rebasamiento.

Si la capacidad de un camino para acomodar el tráfico es igual al flujo máximo de circulación, la velocidad de los vehículos depende del grado de saturación y no de la velocidad de diseño de la carretera.

Está definida por la siguiente expresión:

$$V_c = 0,8 V_d + 6,5$$

La cual se utiliza para volúmenes de tráfico bajos (TPDA <1000)

En donde:

$V_c$  = Velocidad de circulación, expresada en kilómetros por hora.

$V_d$  = Velocidad de diseño, expresada en kilómetros por hora.

- **Radio mínimo de curvatura**

El radio mínimo de curvatura, está en función de la velocidad de diseño, el peralte y el coeficiente de fricción, y es el mínimo valor de radio, que en el alineamiento horizontal puede ubicarse, para que los usuarios puedan circular con seguridad.

Se determinará mediante la ecuación:

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

Dónde:

$R$  = Radio mínimo de la curvatura

$V$  = Velocidad del proyecto

$e$  = Peralte

$f$  = Coeficiente de fricción transversal de acuerdo a la ecuación:

$$f = -0.000626 V + 0.19$$

El radio mínimo es de 50.00 metros. Y de ser necesario hasta 15 metros.

Esto en casos singulares, en donde por las condiciones topográficas se requiera.

- **Peraltes**

Se trata de una pendiente transversal que se adiciona, en la sección transversal en tramos de curvas horizontales, que tienen por objeto dar estabilidad, frente a la fuerza centrífuga que sufre el vehículo.

El peralte es variable inicia desde valores de 0.00% hasta llegar a un valor máximo. Que será en el máximo recomendable del 10.00%

Este se desarrolla a través de la curva circular, y para ello tiene que tener una longitud mínima de transición la cual está en función de la velocidad y del radio, se expresa de la siguiente manera:

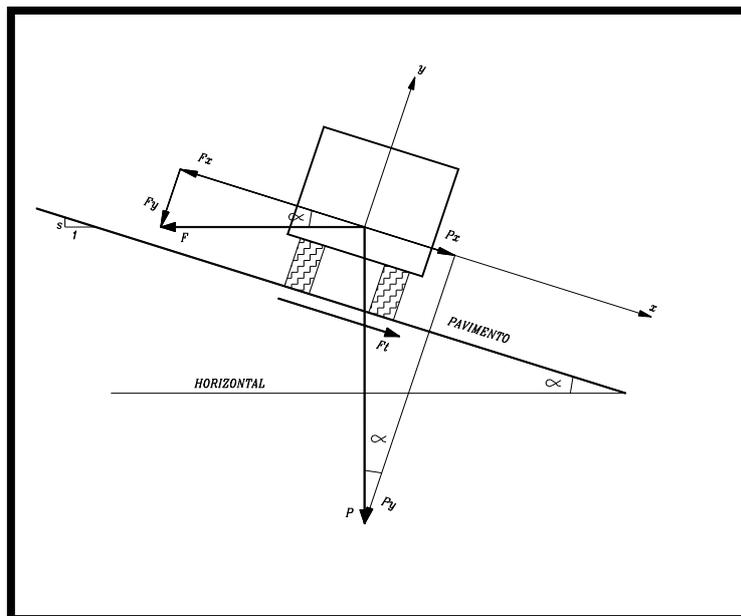
$$L_c = 0.036 V^3 / R$$

Dónde:

$L_c$  = Longitud de transición en metros

$V$  = Velocidad de diseño (KPH)

$R$  = Radio (m)



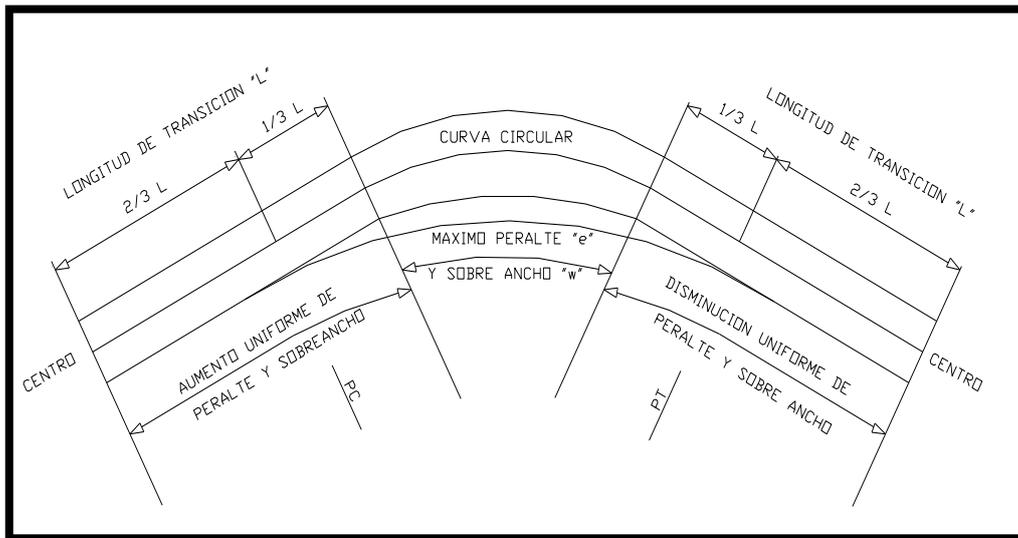
**Figura 1.** Peralte en Curvas

**Fuente:** Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras, México, 1991

- **Sobre anchos**

Se trata de una sección adicional de la calzada que se ubica en tramos de curvas horizontales, con el objetivo de proporcionar seguridad a los vehículos cuando transitan en curvas horizontales, pues la tendencia es de ocupar mayor espacio que en tangentes.

Para valores de velocidades menores a 50 KPH, se adopta un valor de sobre ancho igual a 30 cm, y se desarrolla igual que el peralte como se evidencia a continuación.



**Figura 2.** Transición del Peralte y sobre ancho  
**Fuente:** Manual de Diseño geométrico de Carreteras, México, 1991

- **Distancia de Visibilidad de Parada**

Es la distancia para que un conductor pueda detener su vehículo ante la presencia de un obstáculo sin que se produzca el choque y es proporcional a la velocidad de circulación en dicho instante. La DVP será:

$$D_{VP} = d1 + d2$$

En donde:

$D_{VP}$  = distancia de visibilidad de parada.

$d1$  = distancia recorrida del vehículo desde el instante en que el conductor ve el obstáculo.

$d2$  = distancia de frenado, recorrida durante el tiempo de percepción más el de reacción.

El tiempo de percepción del obstáculo es de 1.5 segundos y el de reacción del conductor fluctúa entre 0.5 – 1 segundo: por lo tanto el tiempo total transcurrido entre el instante que el

conductor divisa el obstáculo hasta que aplica los frenos, es de 2 a 3 segundos (asumido 2.5 segundos).

**Tabla 4:** Distancias de visibilidad de parada y de decisión

*En terreno plano.*

Velocidad De Diseño	Velocidad De Marcha	Tiempo De Percepción Y Reacción		Coeficiente De Fricción	Distancia De Frenado	Distancia De Parada
		tiempo (s)	distancia (m)			
30	30-30	2.5	20.8-20.8	0.4	8.8 - 8.8	30- 30
40	40-40	2.5	27.8-27.8	0.38	16.6 - 16.6	45 - 45
50	47-50	2.5	32.6-34.7	0.35	24.8 - 28.1	57 - 63
60	55-60	2.5	38.2-41.7	0.33	36.1 - 42.9	74 - 85
70	67-70	2.5	43.8 - 48.6	0.31	50.4 - 62.2	94 -111
80	70-80	2.5	48.6 - 55.6	0.3	64.2 - 83.9	113 - 139
90	77-90	2.5	53.5 - 62.4	0.3	77.7 - 106.2	131 -169
100	85-100	2.5	59.0 - 69.4	0.29	98.0 - 135.6	157 -205
110	91-110	2.5	63.2 - 76.4	0.28	116.3 - 170.0	180 -246

*En pendientes de bajada y de subida.*

Velocidad De Diseño	Distancia De Parada En Bajadas			Distancia De Parada En Subidas		
	3%	6%	9%	3%	6%	9%
30	30.4	31.2	32.2	29	28.5	28
40	45.7	47.5	449.5	43.2	42.1	41.2
50	65.5	68.6	72.6	55.5	53.8	52.4
60	88.9	94.2	100.8	71.3	68.7	66.6
70	117.5	125.8	136.3	89.7	85.9	82.8
80	148.8	160.5	175.5	107.1	102.2	98.1
90	180.6	195.4	214.4	124.2	118.8	113.4
100	220.8	240.6	256.9	147.9	140.3	133.9
110	267.0	292.9	327.1	168.4	159.1	151.3

*Decisión para evitar maniobras.*

Velocidad De Diseño	Distancia De Decisión Para Evitar La Maniobra (M)				
	a	b	C	d	e
50	75	160	145	160	200
60	95	205	175	205	235
70	125	250	200	240	275
80	155	300	230	275	315
90	185	360	275	320	360
100	225	415	315	365	405
110	265	455	335	390	435

**Fuente:** AASHTO, A Policy on geometric design of highways and streets.

- **Distancia de Visibilidad de Rebasamiento**

Es aquella distancia que se necesita para que un vehículo, pueda sobrepasar o rebasar un obstáculo cualquiera con la ocupación del carril contrario en condiciones seguras.

La distancia de visibilidad mínima para rebasamiento en carreteras de dos vías de circulación es aproximadamente de 3 o 4 veces mayor que la de visibilidad de parada. La longitud necesaria para que un vehículo rebase a otro que circula a menor velocidad sin peligro de choque, puede determinarse en base a las siguientes hipótesis asumidas por la AASHTO.

- El vehículo que es rebasado, circula por el carril derecho a velocidad uniforme.
- El vehículo que va a rebasar circula por la misma vía a similar velocidad que el que va a ser adelantado, antes de que ambos lleguen al tramo que tiene la visibilidad necesaria para que se produzca el rebasamiento.
- Ser toma en cuenta el tiempo de percepción y reacción del conductor que realiza las maniobras de adelantamiento.
- Cuando el conductor está rebasando, acelera hasta alcanzar un promedio de velocidad de 15 km/h más rápido que el otro vehículo que está siendo rebasado.
- Debe existir una distancia de seguridad entre el vehículo que se aproxima en sentido contrario y el que efectúa la maniobra de adelantamiento.
- El vehículo que viaja en sentido contrario y el que efectúa la maniobra de rebase van a la misma velocidad promedio.

En la siguiente tabla, proporciona la distancia de visibilidad de rebasamiento, calculado con la fórmula de la AASHTO, para diferentes velocidades de diseño comprendidas entre 30 y 110 km/h.

**Tabla 5.** Distancias de visibilidad de rebasamiento.

*Distancias mínimas de diseño para carreteras rurales de dos carriles, en metros.*

Velocidad de diseño	Velocidades km/h		Distancia mínima de adelantamiento (m)
	Vehículo que es rebasado	Vehículo que rebasa	
30	29	44	220
40	36	51	285
50	44	59	345
60	51	66	410
70	59	74	480
80	65	80	540
90	73	88	605
100	79	94	670
110	85	100	730

*Parámetros básicos.*

Velocidad promedio de adelantamiento km/h	50 - 65	66 -80	81 - 95	96 -110
Maniobra Inicial A = aceleración promedio (km/h/s)	2.25	2.3	2.37	2.41
t1 = tiempo (s)	3.6	4	4.3	4.5
d1 = distancia recorrida (m)	45	65	90	110

Ocupación carril izquierdo:				
t2 = tiempo (s)	9.3	10	10.7	11.3
d2 = distancia recorrida (m)	145	195	250	315

longitud libre d3 = distancia recorrida (m)	30	55	75	90
--	----	----	----	----

Vehículo que se aproxima: d4 = distancia recorrida (m)	95	130	165	210
Distancia total: d1 + d2 + d3 + d4. (m)	315	445	580	725

**Fuente:** AASHTO, A Policy on geometric design of highways and streets.

#### 1.4.4 ALINEAMIENTO VERTICAL

Se trata de representar el eje del camino, en perfil, al igual que el alineamiento horizontal, tiene alineamientos rectos (pendientes) y curvos (curvas verticales).

Para fines de proyecto, el sentido de las pendientes según el avance del kilometraje, siendo positivas aquellas que implican un aumento de cota y negativas las que producen una pérdida de cota.

El alineamiento vertical está sujeto a las caracterizaciones de los siguientes elementos:

- ⇒ Pendientes longitudinales máximas
- ⇒ Pendientes longitudinales mínimas
- ⇒ Curvas verticales cóncavas
- ⇒ Curvas verticales convexas

#### 1.4.4.1 Pendientes longitudinales máximas

La pendiente longitudinal máxima permitida para vías vehiculares del sistema vial será del 16%.

En general, se considera deseable no sobrepasar los límites máximos de pendiente que están indicados en la tabla 6.

**Tabla 6:** Pendientes Máximas.

Orografía	Terreno plano	Terreno ondulado	Terreno montañoso	Terreno escarpado
Velocidad (km/h)				
20	8	9	10	12
30	8	9	10	12
40	8	9	10	10
50	8	8	8	8
60	8	8	8	8
70	7	7	7	7
80	7	7	7	7
90	6	6	6	6
100	6	5	5	5
110	5	5	5	5

**Fuente:** Norma Ecuatoriana Vial (NEVI - 12 - MTOP). Volumen 2A.

#### 1.4.4.2 Pendientes longitudinales mínimas

La pendiente longitudinal mínima será del 0.5% para cualquier tipo de vía. Las pendientes transversales de la sección de la vía serán como mínimo del 1%, tiene la finalidad de ayudar al drenaje vial.

### 1.4.4.3 Curvas Verticales

Son componentes del diseño que se emplean para unir dos pendientes, la longitud de la curva vertical permite entre estas dos pendientes una transición gradual y suave, facilitando la operación vehicular y permitiendo un drenaje óptimo.

Existen las siguientes curvas verticales:

- ⇒ Curvas verticales convexas.
- ⇒ Curvas verticales cóncavas.

- **Curvas verticales Convexas ( L )**

Son aquellas que unen dos pendientes la primera menor y la otra mayor. La longitud mínima de estas curvas se determina en base a la velocidad de diseño, la cual determina la velocidad de circulación y la distancia de visibilidad de parada de un vehículo.

$$L = A S^2 / 426$$

$$K = S^2 / 426$$

$$L = K * A$$

L = Longitud de la curva vertical (m)

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

A = Diferencia algébrica de las gradientes (%).

K = Relación de la longitud de la curva en metros por cada tanto por ciento de la diferencia algebraica de las gradientes.

**Tabla 7:** Índice K para el cálculo de la longitud de curva vertical convexa.

Velocidad (Km/h)	Longitud Controlada por Visibilidad de Frenado		Longitud Controlada por Visibilidad de Adelantamiento	
	Distancia de visibilidad de frenado (m)	Índice de Curvatura K	Distancia de visibilidad de adelantamiento (m)	Índice de Curvatura K
20	20	0,6	-	-
30	35	1,9	200	46
40	50	3,8	270	84
50	65	6,4	345	138
60	85	11	410	195
70	105	17	485	272
80	130	26	540	338
90	160	39	615	438

El índice de curvatura es la Longitud (L) de la curva de las pendientes (A)  $K= L/A$  por el porcentaje de la diferencia algebraica

**Fuente:** Norma Ecuatoriana Vial (NEVI - 12 - MTOP). Volumen 2A.

- **Curvas verticales Cóncavas ( L )**

Son aquellas que unen dos pendientes la primera mayor y la segunda menor.

La longitud mínima de estas curvas también se determina en base a la velocidad de diseño, la cual determina la velocidad de circulación y la distancia de visibilidad de parada de un vehículo.

$$L = AS^2 / 122 + 3.5 S$$

$$K = S^2 / 122 + 3.5 S$$

$$L = K * A$$

L = Longitud de la curva vertical (m)

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

A = Diferencia algébrica de las gradientes (%).

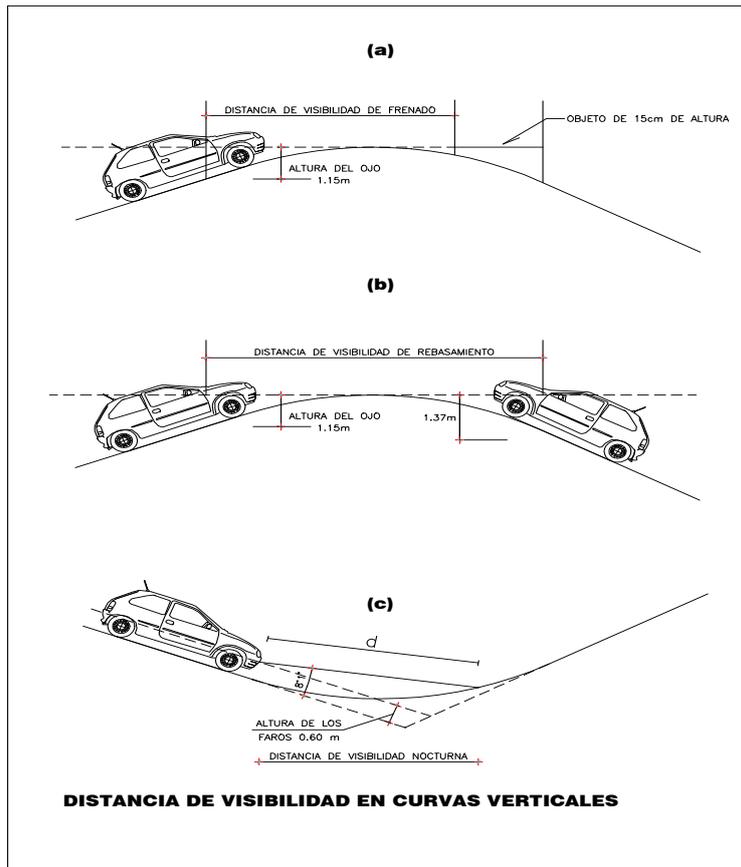
K = Relación de la longitud de la curva en metros por cada tanto por ciento de la diferencia algebraica de las gradientes.

**Tabla 8:** Índice K para el cálculo de la longitud de curva vertical cóncava

Velocidad (Km/h)	Distancia de visibilidad de frenado (m)	Índice de Curvatura K
20	20	3
30	35	6
40	50	9
50	65	13
60	85	18
70	105	23
80	130	30
90	160	38

El índice de curvatura es la longitud (L) de la curva de las pendientes (A)  $K = L/A$  por el porcentaje de la diferencia algebraica.

**Fuente:** Norma Ecuatoriana Vial (NEVI - 12 - MTOP). Volumen 2A.



**Figura 3:** Distancia De Visibilidad En Curvas Verticales.

**Fuente:** Proyecto, Construcción, fiscalización y mantenimiento de Caminos. Pio Cueva Moreno.

### 1.4.5 SECCIÓN TRANSVERSAL

En términos generales, el dimensionamiento final de los diferentes elementos que componen la sección transversal del camino, dependen del volumen de tráfico esperado, importancia de la carretera, topografía del terreno, clima, suelos etc. Está compuesta por:

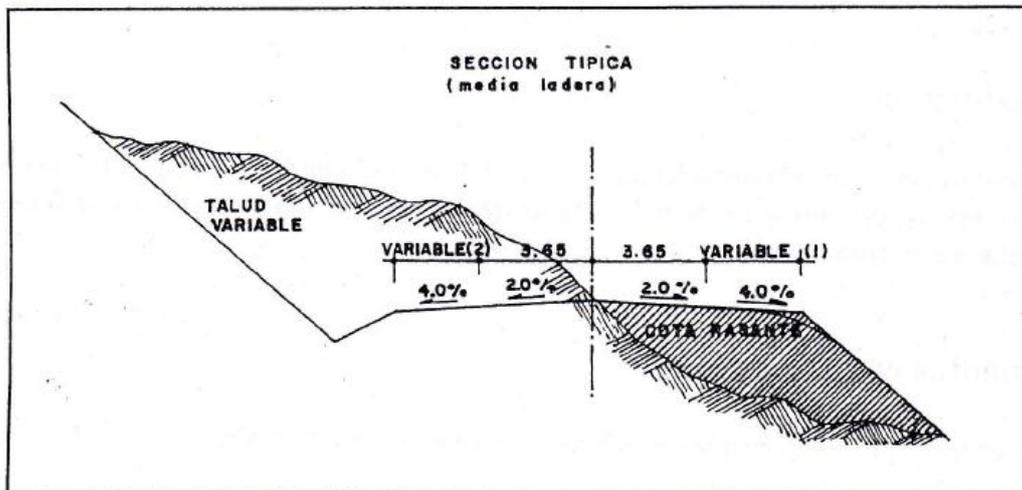
- ⇒ Calzada o pavimento
- ⇒ Espaldones
- ⇒ Cunetas laterales o drenaje
- ⇒ Taludes en corte y/o relleno
- ⇒ Ancho de la zona o derecho de vía

- **La calzada del camino.**

La calzada o pavimento, constituye una de las partes más importantes del camino, sus características dependen del alto grado de capacidad que esta tiene de soportar el tránsito vehicular.

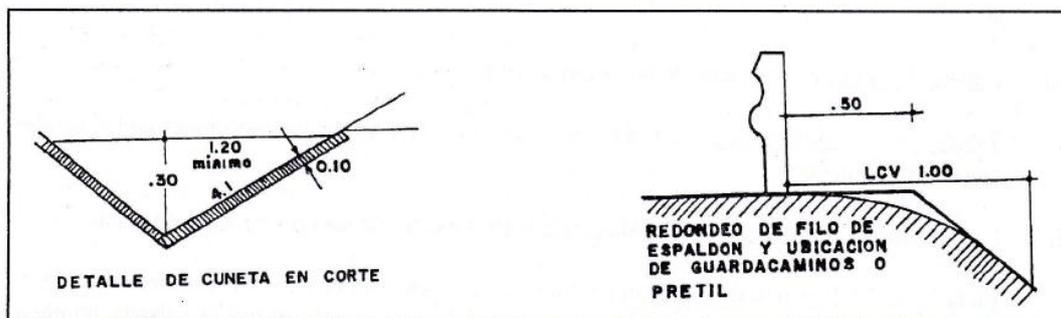
El ancho de 3.6 a 3.65 m., se considera como ideal para cada carril de tránsito en una carretera de doble vía de circulación, que soporta elevados volúmenes de tráfico. Al disminuir este valor se disminuye también la capacidad que tiene el camino para acomodar el tránsito vehicular.

Las figuras 4 y 5 se muestran una sección transversal a media ladera, con un detalle de la cuneta en corte y del redondeo del filo de espaldón, así como del guarda caminos, según las especificaciones del MTOP.



**Figura 4:** Sección típica a media ladera

**Fuente:** Proyecto, Construcción, fiscalización y mantenimiento de Caminos. Pio Cueva Moreno.



**Figura 5:** Detalle de cuneta, filo de espaldón y guarda caminos

**Fuente:** Proyecto, Construcción, fiscalización y mantenimiento de Caminos. Pio Cueva Moreno.

- **Espaldones.**

La función de los espaldones es, suministrar el soporte necesario a los costados laterales de la carretera y además servir como lugares de estacionamiento provisional de los vehículos averiados. En carreteras importantes que soportan tráfico pesado, los espaldones pueden tener hasta 2.00 m de ancho, disminuyendo a valores de 1.50 a 1.00 m., e inclusive menores de 1.00m., en carreteras que soportan menor tráfico.

La pendiente transversal de los espaldones, es menor que la de la calzada; siendo del 3% en caminos pavimentados y del 5% cuando están recubiertos de césped.

- **Cunetas laterales o drenaje.**

Las cunetas laterales, son necesarias para recoger las aguas que escurren por los taludes en corte y espaldones de la carretera y transportarlas hasta las alcantarillas para ser evacuadas. La pendiente longitudinal de las cunetas, no deben ser necesariamente paralelas a la de la carretera en el tramo considerado y será mayor al 0.5%; en suelos deleznable deben ser revestidas o tratadas.

- **Taludes.**

El diseño de taludes de carreteras, debe considerarse aspectos tales como estabilidad estructural, apariencia y condiciones climáticas etc.

Puede resultar conveniente, observar el comportamiento de taludes de suelos de características similares, existentes en carreteras cercanas. En materiales no cohesivos, la comparación con el talud propuesto será de gran ayuda; en cambio en materiales cohesivos, deberá tomarse con mucha cautela; puesto por un ejemplo el hecho de que un talud de 3 o 3.50 m., en arcilla, permanezca estable bajo un determinado talud.

#### **1.4.6 SEÑALIZACIÓN**

Los estudios de seguridad vial, contemplan la señalización de la vía y la protección al usuario, la señalización es un complemento del diseño geométrico; se los realiza con el objeto de dar seguridad a los usuarios, prevenir accidentes de tránsito, dar al usuario la información

necesaria de la zona por donde transita, información de los poblados que cruza y brindar seguridad al conductor del vehículo.

#### **1.4.6.1 Señalización Vertical.**

Para la realización de los diseños de señalización vertical se actualizará las Normas y Especificaciones del Ministerio de Transporte y Obras Públicas y que están publicadas en el Manual de Diseño de Carreteras (MTOPE-001-E), y del Estudio de Señalización y Seguridad Vial MTOPE.

La señalización vertical se la ha clasificado en tres tipos:

1. Información
2. Prevención
3. Reglamentación

- **Señales Verticales de Información.**

Estas señales identifican las vías e informan al usuario, estas señales brindan la información que puede necesitar el conductor; estas señales deberán tener forma rectangular y son esenciales para guiar al conductor a lo largo de las rutas.

Las señales de información se clasifican en:

- a) Señales para identificar carreteras;
- b) Señales de dirección y distancias;
- c) Señales de localización, y
- d) Señales de kilometraje.

- Las señales para identificación de carreteras (en forma de escudo) se ubican junto con las de dirección y son identificadas por una numeración indicada en el mapa vial del Ecuador.

- Las señales de dirección son placas rectangulares; y son utilizadas para indicar al conductor la dirección de determinados lugares.
- Las señales de localización son de forma rectangular y están diseñadas igual que las anteriores, en fondo blanco con leyenda y símbolos negros. Se ubican inmediatamente antes de la población y sirven para informar a los usuarios que han llegado a su destino.
- Las señales de kilometraje serán colocadas cada 5 Km. Las instrucciones con relación a su ubicación las establecerá el Fiscalizador a fin de dar continuidad desde su origen.

Estas señales deben ubicarse sobre el espaldón derecho de la calzada, normalmente a la dirección del tráfico.

La pintura utilizada en las señales debe ser reflectiva, de alta calidad, ajustada a las especificaciones, de tal manera que pueda ser vista sin dificultad en la noche. En todo caso las señales, adicionalmente, deberán tener un mantenimiento preventivo para asegurar su buen funcionamiento.

- **Señales Verticales de Prevención**

Las señales de prevención advierten al usuario la existencia de un peligro y la naturaleza de éste; estas señales deben tener forma Cuadrada y colocarse con la diagonal correspondiente en forma vertical, tienen fondo amarillo, figuras y bordes negros. Debe ubicárselas sobre el espaldón derecho de la calzada, en forma vertical y normal al sentido del tránsito, como se indica en el plano de detalles.

Las señales preventivas se usan de acuerdo al ángulo defección y al radio de curvatura.

- **Señales Verticales de Reglamentación**

Estas señales notifican al conductor las limitaciones, prohibiciones o restricciones que tiene el tramo de la vía.

Las señales reglamentarias tienen una forma circular octogonal o triangular; el fondo será blanco, los números y símbolos que se empleen en éstas deberán ir inscritos en un color negro la orla y el círculo interior será rojo.

Las dimensiones de la señal reglamentaria (PARE) serán: 24.9 cm por lado y ancho de la orla de 7.5 cm. Las dimensiones de la señal circular serán: diámetro 0,75 m. y ancho de la orla o borde de 7.5 cm.

Estas señales se colocarán a una distancia de 0,50 m. desde el borde del espaldón a la proyección de la señal.

La altura mínima desde el borde del carril hasta la parte inferior de la señal es de 1,20 m.

#### **1.4.6.2 Señalización Horizontal**

La señalización horizontal está constituida por marcas y/o líneas sobre el pavimento.

Estas marcas sobre el pavimento tienen generalmente dos funciones, unas veces son complementarias a la señalización vertical y otras veces sirven para proporcionar información o prevenir al conductor, sin que éste tenga que apartar la vista de la vía. Sin embargo, las marcas horizontales para cumplir sus funciones deben estar sujetas a labores de mantenimiento permanentes, en especial cuando los volúmenes de tráfico son altos.

- **Color y Material**

La forma más común para materializar la señalización horizontal es la utilización de pintura reflectante de alta calidad.

La señalización horizontal propuesta comprende los siguientes tipos de marcas sobre el pavimento.

a. Líneas centrales

b. Líneas laterales

- a. Líneas Centrales**

Se empleará una línea segmentada para la línea central, esta es de gran importancia ya que permite dividir los carriles de circulación y ordenar la circulación vehicular.

Estas líneas son pintadas de color blanco o amarillo y van entrecortadas; tienen un ancho de 15 cm.

Las líneas blancas o amarillas sólidas se emplean como líneas de vía centrales divisorias de carriles, esta línea indica que el conductor no debe rebasar por no existir condiciones de seguridad para hacerlo.

#### **b. Líneas Laterales**

La línea que divide el carril con la cuneta ha sido diseñada como una línea continua de color blanco. Estas líneas tienen un ancho de 10,0 cm. y deben ser pintadas en el borde de la calzada sobre el espaldón, a fin de aprovechar todo el carril.

#### **• Vallas de Defensa (Guardavías)**

El objeto general de un buen diseño vial es obtener carreteras cuyos trazados geométricos permitan una circulación segura de vehículos, sin exigir defensas laterales y vallas divisorias. Este objetivo se ve impedido por ciertas limitaciones, aún para construcciones nuevas. Entre las limitaciones se tiene, las condiciones topográficas y las razones económicas pueden hacer que las defensas laterales sean la mayor respuesta para un problema de seguridad.

La función principal de las vallas de defensa laterales es aumentar la seguridad de las carreteras, impidiendo que los vehículos salgan del carril de circulación. Para cumplir con la función de las vallas de seguridad, estos sistemas de seguridad deben cumplir con las siguientes funciones:

1. Eviten que los vehículos sin control, salgan del carril de circulación;
2. Reencaucen los vehículos sin control en dirección paralela al movimiento del tránsito, minimizando así el peligro para otros vehículos que les sigan o que circulen en carriles paralelos;
3. Minimicen los riesgos para los ocupantes del vehículo durante el impacto.

Las defensas serán metálicas y se sujetarán a postes de hormigón de cemento Portland con acero de refuerzo, o postes metálicos.

La defensa ideal es aquella que tiene buena visibilidad y la relación correcta de resistencia y flexibilidad. Debe ser de fácil instalación y reparación, y mantenerse en servicio a pesar de los accidentes y falta de conservación.

*Lugares en donde se requieren las defensas:*

El principio básico para determinar donde se necesita una defensa es cualquier lugar en que su uso evite que los accidentes menores se conviertan en accidentes graves. Este principio, si se observa cuidadosamente, trae como resultado instalaciones de defensas convenientemente colocadas en terraplenes altos (mayores de 3 m), pendientes exageradas, curvas forzadas (radios menores de 250 m), empalmes, cruces y accesos a puentes.

## **1.5 ESTUDIO DE HIDROLÓGICO - HIDRÁULICO**

### **1.5.1 Estudio Hidrológico para Obras de Arte Menor.**

Consiste en dimensionar las secciones transversales de las obras de las obras de arte menores, ejemplo alcantarillas para drenaje de aguas lluvias y las requeridas para drenar esteros, cuencas o subcuencas que no requieran de puentes, si no de obras de arte de secciones máximas de 16m<sup>2</sup> y áreas de aportación de hasta 400 ha., este estudio debe ser cuantificado por kilómetro de carretera.

- **Cartografía y topografía**

Al actualizar las cartas de I.G.M., se deberá incluir todas las áreas, que produzcan escurrimiento hasta el punto considerado (entrada a la alcantarilla). Para determinar el área, sobre un papel transparente (papel cebolla), se calca a lápiz el área de drenaje y se determina la superficie mediante un planímetro polar.

- **Clima general de la zona.**

Se actualizará datos de la estación meteorológica de la zona, para ello se ubica la estación de cercana al proyecto.

Cuyos principales datos se indican a continuación.

- ⇒ Temperatura.
- ⇒ Humedad relativa.
- ⇒ Evaporación.

- ⇒ Nubosidad.
- ⇒ Precipitación anual.
- ⇒ Hidrografía

### **1.5.2 Criterios De Diseño**

El diseño de las estructuras se hará con un buen criterio técnico, las dimensiones deben ser las necesarias para permitir el paso de los caudales de aguas máximos, que serán los correspondientes a las crecientes extraordinarias que pueden ocurrir.

Cuando las obras de arte son diseñadas para descargar volúmenes de aguas menores a los máximos que pueden ocurrir en algún instante, existe siempre el peligro de falla de la estructura con arrastre de los rellenos y las consiguientes pérdidas de tipo económico, que en algunos casos inclusive sobrepasan el costo de las estructuras de drenaje de mayores dimensiones que pudieron haberse colocado inicialmente.

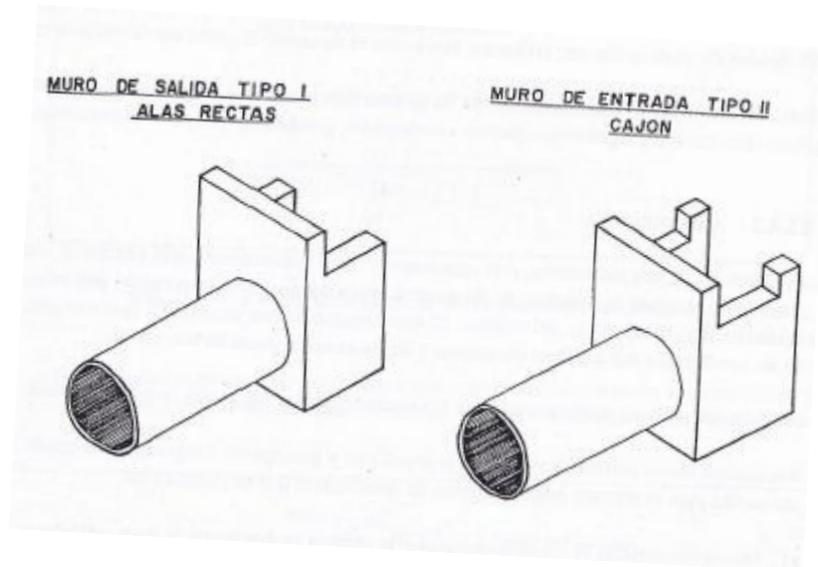
- **Alcantarillas.**

Son estructuras de drenaje que permite el paso del agua de uno a otro lado del camino, se las conoce con el nombre de “obras de arte” y se diseñan para soportar las cargas debidas a la acción del tráfico vehicular (cargas vivas) y el peso del relleno (carga muerta o permanente). Si la altura del relleno es mayor a 1.50 m., la incidencia de la carga viva es muy pequeña y puede despreciarse, debiendo ser considerada en los demás caso.

Las alcantarillas debe ubicarse en los sitios del camino donde haya la necesidad de drenar aguas; coincidiendo con los lechos naturales de las corrientes de aguas permanentes, con su altura y línea de flujo adaptadas al cauce natural.

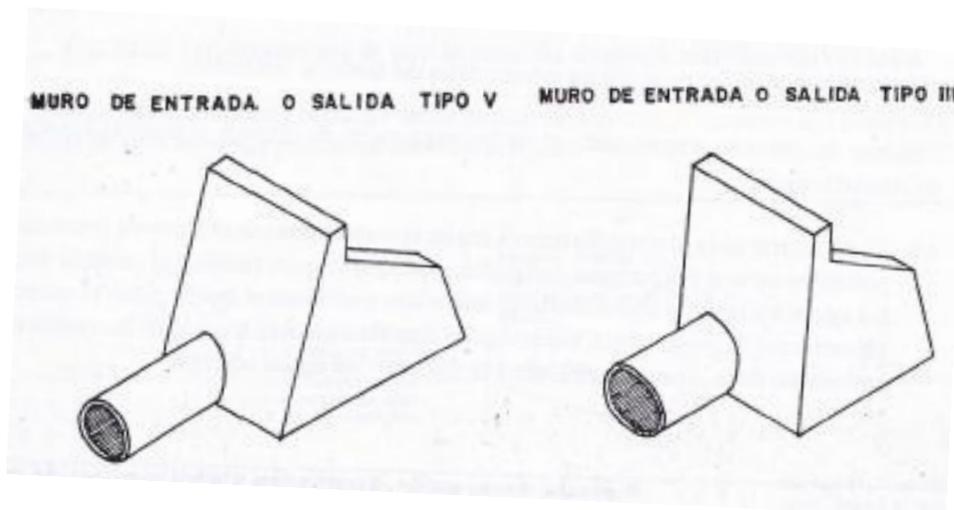
Una alcantarilla consta de las siguientes partes:

- ⇒ Estructura de entrada.
- ⇒ Cuerpo de alcantarilla.
- ⇒ Estructura de salida.



**Figura 6:** Muros de salida de alas rectas y de entrada tipo cajón.

**Fuente:** Proyecto, Construcción, fiscalización y mantenimiento de Caminos. Pio Cueva Moreno.



**Figura 7:** Muros de entrada y/o salida tipos.

**Fuente:** Proyecto, Construcción, fiscalización y mantenimiento de Caminos. Pio Cueva Moreno.

- **Cunetas Laterales**

Las cunetas son canales en los cortes que se hacen a los lados de la cama del camino y cuya función es interceptar el agua que escurre de la corona, del talud del corte y del terreno natural adyacente, para conducirla hacia una corriente natural o una obra transversal y así alejarla lo más pronto posible de la zona que ocupa el camino.

Son sistemas de drenaje longitudinales, los cuales por lo general van paralelos a la vía. Se considerara una cuneta tipo de sección triangular, revestida de hormigón simple de  $f'c = 180 \text{ kg/cm}^2$ , la cuneta recomendada es de forma triangular de 0,40 m. De profundidad y de 0.80 m. De ancho

Estas estructuras tienen como misión fundamental la de recolectar, conducir y llevar al punto de evacuación, la escorrentía superficial producto de la precipitación pluvial, la cual procede desde la calzada y taludes adyacentes, adoptándose las dimensiones y características señaladas en las secciones típicas propuestas de la vía para una longitud determinada en dependencia del caudal transportado.

### 1.5.3 Diseño De Obras De Arte Menor

Para el diseño de las obras de arte menor, utilizaremos varios criterios que a continuación detallamos.

- **Caudales De Diseño**

Se utiliza para determinar los caudales en función del coeficiente de escorrentía (superficie del terreno), de la intensidad de lluvia de la zona y del área aportante, se actualizará para ello la siguiente expresión.

El caudal de diseño se lo ha calculado utilizando el Método Racional, y la expresión matemática es la siguiente:

$$Q = C * I * A / 360$$

Q = caudal de crecida (m<sup>3</sup>/s)

C = Coeficiente de escorrentía

I = Intensidad de precipitación (l/s ha)

A = Área de drenaje (ha)

#### *Coeficiente de Escorrentía (C)*

Es un factor que se emplea en la ecuación del método racional, está en función de la gradiente del terreno, área de drenaje, clase de cobertura vegetal del área estudiada, evaporación de la zona, permeabilidad del suelo, intensidad de la precipitación etc.

**Tabla 9:** Coeficiente de escorrentía “c”

COBERTURA VEGETAL		PENDIENTE DEL TERRENO				
		PRONUNC	ALTA	MEDIA	SUAVE	DESPREC
		> 50 %	20 %	5 %	1 %	< 1 %
Sin vegetación	Impermeable	0.80	0.75	0.70	0.65	0.60
	Semipermeable	0.70	0.65	0.60	0.55	0.50
	Permeable	0.50	0.45	0.40	0.35	0.30
Cultivos	Impermeable	0.70	0.65	0.60	0.55	0.50
	Semipermeable	0.60	0.55	0.50	0.45	0.40
	Permeable	0.40	0.35	0.30	0.25	0.20
Pastos, vegetación ligera	Impermeable	0.65	0.60	0.55	0.50	0.45
	Semipermeable	0.55	0.50	0.45	0.40	0.35
	Permeable	0.35	0.30	0.25	0.20	0.15
Hierba, grama	Impermeable	0.60	0.55	0.50	0.45	0.40
	Semipermeable	0.50	0.45	0.40	0.35	0.30
	Permeable	0.30	0.25	0.20	0.15	0.10
Bosques, densa vegetación	Impermeable	0.55	0.50	0.45	0.40	0.35
	Semipermeable	0.45	0.40	0.35	0.30	0.25
	Permeable	0.25	0.20	0.15	0.10	0.05

**Fuente:** Proyecto, Construcción, fiscalización y mantenimiento de caminos. Pio Cueva M.

*Nota:* para zonas que se espera puedan ser quemadas, se deben aumentar los coeficientes así:

Cultivos: multiplicar por 1,10

Hierbas, pastos y vegetación ligera, bosques y densa vegetación: multiplicar por 1,30.

- **Tiempo de concentración.**

Es el tiempo que tarda una gota de lluvia en recorrer desde el punto más alejado del área en consideración hasta llegar a la estructura o punto que deseamos que drene. Se lo llama también tiempo de duración de la precipitación

Se determina el llamado tiempo de concentración mediante la fórmula de Kirpich:

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

Dónde:

Tc tiempo de concentración, minutos

L longitud del cauce principal, metros

H desnivel medio de la cuenca, metros

- **Intensidad de Precipitación ( I )**

El cálculo se efectúa a partir de las intensidades obtenidas de las curvas Intensidad - Duración – Frecuencia elaboradas con la ecuación de Intensidades Máximas, sobre la base de los datos generados por el Estudio de Lluvias Intensas publicado por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI)

$$I_{TR}=166,67*t^{(-0,5157)*I_{d_{TR}}} \quad \text{Para } t>5\text{min}<23\text{min}$$

$$I_{TR}=460,79*t^{(-0,8449)*I_{d_{TR}}} \quad \text{Para } t>23\text{min}<1440\text{min}$$

- **Período de retorno (T):**

Es el período en el cual se espera que las condiciones de una lluvia sean igualadas o excedidas, este período depende del tipo de estructura que se desee diseñar, se debe considerar estructuras de drenaje para obras de arte menor, en las cuales se encasillas las cunetas longitudinales, y contra cunetas, alcantarillas.

La selección del período de retorno incide directamente en el dimensionamiento de las obras y lógicamente en sus costos. El período mínimo a considerar es de 10 años y aumenta la consideración dependiendo del tipo de vía a diseñar.

- **Área de aportación**

Es la determinación de la superficie que se considera como aportarte, la cual interviene en la ecuación del método racional.

## **1.6 ESTUDIO DE SUELOS.**

En esta etapa se deberá efectuar el estudio de los suelos de subrasante mediante métodos expeditos que permita obtener conclusiones y proponer recomendaciones en la ejecución posterior de los estudios definitivos.

El estudio en esta fase resulta muy importante; pues las recomendaciones serán fundamentales para su ejecución del proyecto definitivo. La metodología consiste en:

- Toma de muestras de suelos de subrasante en las zonas de préstamo, mediante excavaciones a cielo abierto (calicatas, perforaciones manuales con barreno hasta 1,50m bajo la subrasante) las excavaciones y/o perforaciones serán realizadas cada medio kilómetro aproximadamente, tomando muestras de suelos de 50kg. A nivel de subrasante para realizar ensayos de clasificación: (granulometría y límites de Atteberg), humedad natural, relación de humedad-densidad CBR y ah profundidades de 0.5, 1.0, 1.50 m bajo la subrasante se tomara muestras de 10kg para los ensayos de clasificación de suelo y humedad natural.
- En los cortes utilizados para préstamos se realizaran perforaciones hasta aproximadamente el nivel de subrasante o hasta 1.5m bajo la misma según la magnitud del corte, para ensayos de clasificación y humedad natural.
- Se determinará los niveles freáticos cuando estos existan.
- En los sitios prefijados en el estudio preliminar como fuentes de materiales de construcción, se efectuara el estudio correspondiente, tomando las muestras que sean necesarias para realizar ensayos de granulometría, límites líquido y plástico, relación de humedad-densidad, CBR, resistencia a la abrasión y al sulfato de sodio, peladura contenido orgánico en las arenas, etc., para clasificar los materiales y recomendar su utilización.

Se determinará además los volúmenes de los materiales disponibles en las carreteras y en base a esto se prepara el informe de suelos y materiales.

### **Estudios de Laboratorio.**

Son muchos y muy importantes los factores que inciden en la obtención de resultados de los ensayos. En cualquier estudio de suelos la toma de muestra tiene un papel significativo en la obtención de los resultados de ensayos mientras las muestras sean más representativas serán más cercanas a la realidad. Las muestras de suelo provenientes de la zona de préstamo y del eje del camino, identificadas en el campo, se realizaron en el laboratorio los siguientes ensayos:

- Granulometría: “Análisis Granulométrico en los áridos fino y grueso”. (ASTM D-22; AASHTO T 27 -88) Humedad natural ASTM D2216
- Límite líquido: “Determinación del Límite Líquido método casa Grande” Y Límite plástico (ASTM 4318, AASHTO T 89-90, INEN 691-692)
- Compactación: uso Relación densidad humedad, método AASHTO T 180-90.
- CBR: Diseño, para el uso estructural del pavimento, método ASTM D 698-70
- Diseño de Pavimento Estructural Flexible: Método AASHTO 1993

## CAPITULO II

### 2. METODOLOGÍA.

#### 2.1 GENERALIDADES.

Este proyecto de vialidad va enfocado a satisfacer las necesidades básicas de desarrollo en el sector rural , mediante la implementación de proyectos viales , los cuales proporcionan una mejor calidad de vida de los beneficiarios, reactivando la zona de influencia social y económicamente.

Esta vía “Pungal – Pulug – Cochapamba – Loma El Chocal” . , perteneciente a la Parroquia San Isidro de Patulú, Cantón Guano de la Provincia de Chimborazo, trata de brindar a la vía un adecuado diseño geométrico, tanto en horizontal como vertical, a más de ello, que la vía tenga una sección transversal acorde con las necesidades y tratando de cumplir con las normativas vigentes, también proporcionar a la vía una estructura de pavimento de tipo flexible, que genere mayor seguridad y comodidad al transitar, señalizada la vía tanto horizontal como verticalmente y un diseño de drenaje que permita captar, conducir y evacuar el agua que se encuentra en la vía tanto superficial como subterránea, para que esta no cause deterioro en la misma, garantizando de esta manera al usuario, seguridad, rapidez, y comodidad al circular por la vía.

#### 2.2 UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL PROYECTO.

La vía en estudio se encuentra ubicada en el cantón Guano, Provincia de Chimborazo, esta vía pertenece a la parroquia de San Isidro de Patulú, tiene su inicio a una distancia aproximada de 11,5km desde la ciudad de Guano, con coordenadas aproximadas de:

**Tabla 10:** Coordenadas del proyecto San Isidro de Patulú.

<b>LATITUD</b>	<b>LONGITUD</b>	<b>ALTITUD m.s.n.m</b>	
9832310.753 N	754894.734 E	3487.196	Inicio del proyecto
9829330.836 N	751580.805 E	3165.339	Fin del proyecto.

**Elaborado por:** Roberto Paguay –Romel Alarcón

## 2.3 POBLACIÓN Y ECONOMÍA DEL SECTOR.

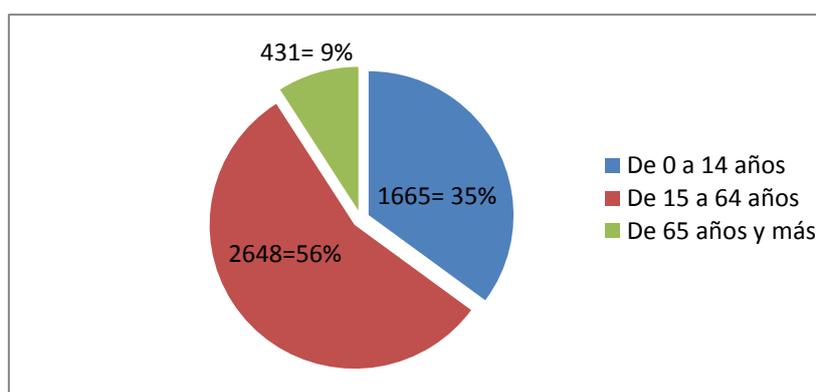
La población del sector según el censo realizado en el año 2010, por el Instituto ecuatoriano de Estadísticas y Censo INEC, indicó que Guano tiene una población total de 42.851 habitantes, donde 22.356 son mujeres y 20495 son hombres.

El índice de crecimiento anual de la población del Cantón Guano según el Censo del 2010 es del 0.2%, ocupando el octavo lugar en crecimiento poblacional dentro de la provincia después de Cumandá, Guamote, Riobamba, Pallatanga, Chambo y Alausí.

Según la información recibida por parte de la Junta Parroquial de San Isidro la población es la siguiente:

**Tabla 11:** Población de San Isidro de Patulú según el censo del 2010.

POBLACIÓN SAN ISIDRO DE PATULÚ			
Grandes grupos de edad	Sexo		Total
	Hombre	Mujer	
De 0 a 14 años	826	839	1665
De 15 a 64 años	1272	1376	2648
De 65 años y más	203	228	431
Total	2301	2443	4744



Elaborado por: Roberto Paguay – Romel Alarcón.

- **Aspectos Socio Económicos**

*Principales fuentes de empleo y actividades económicas que se desarrollan en la zona:*

La agricultura, ganadería son las principales actividades económicas y por ende la principal fuente de empleo, que se encuentran en la zona del proyecto.

En la agricultura se encuentra la mayor parte de las actividades económicas, pues la siembra de legumbres y hortalizas, es la principal actividad de la zona.

En el campo de la ganadería, se evidencia ganado vacuno, porcino y ovino, también la presencia de otras especies menores como conejos, cuyes, es un factor común dentro de cada uno de los hogares del sector.

Otra fuente de empleo pero en menor escala son el sector artesanal, servicios públicos y comercio.

Cabe señalar que un gran número de pobladores de la zona, han migrado principalmente por la falta de apoyo al sector agrícola, por lo que para no caer en la pobreza se han visto obligados a emigrar a ciudades cercanas tales como Riobamba, Cuenca, Quito, Guayaquil y algunos a países lejanos como Estados Unidos y España, a dedicarse en actividades tales como comercio informal y de la construcción.

**Tabla 12:** Actividades económicas de San Isidro de Patulú Según el censo del 2010.

OCUPACION	PORCENTAJE
Agricultura	48 %
Ganadería	40%
Artesanal, comercio	8 %
Otros	4 %

**Elaborado por:** Roberto Paguay – Romel Alarcón.

- **Servicios Públicos.**

Establecimientos Educativos.

En el sector hay establecimientos educativos que se describen en el siguiente cuadro:

**Tabla 13:** Establecimientos Educativos Cantón Guano

PARROQUIAS	PRE-PRIMARIO	PRIMARIO	NIVEL MEDIO
Guano(urbano)	4	5	1
Área rural	1	10	
Periferia	2	9	
Guanando		1	
Ilapo	1	9	1
La providencia		1	
San Andrés	3	25	3

PARROQUIAS	PRE-PRIMARIO	PRIMARIO	NIVEL MEDIO
San Gerardo de p.	1	1	1
San Isidro de Patulú	2	14	3
San José Del Chazo	2	3	3
Santa Fe De Galán	1	4	1
Valparaíso		3	
Total	17	85	13

**Fuente:** Dirección Provincial de Educación de Chimborazo (DPECH).

**Tabla 14:** Establecimientos Educativos de la Parroquia De San Isidro

NOMBRE DEL PLANTEL	COMUNIDAD	NIVEL
Jardín de Infantes	Chocaví Central	Preprimario
Jardín de Infantes	San Isidro	
Escuela Primaria	San Isidro Chocaví Central Cochapamba La Josefina Pichán Grande San Antonio Santa Rosa Asaco Pichan San Carlos San Vicente de Liguinde Chocaví Chico Pichan Central Pulug Santa Lucia de Tempo	Primario
Col. Nacional Tnte. Hugo Ortiz	San Isidro Cochapamba Tutupala	Secundario

**Fuente:** Junta Parroquial de San Isidro.

- **Establecimientos de Salud.**

Los servicios de salud en el cantón son limitados, en relación a la necesidad de la población que es 42.851 habitantes y se distribuyen de la siguiente manera:

#### SERVICIOS DE SALUD DEL CANTÓN GUANO

**Tabla 15:** Cuadro servicios de salud

PARROQUIAS	CENTRO DE SALUD	SUB CENTRO DE SALUD	PUESTO DE SALUD
Guano(Urbano)	1		3
Área Rural			
Periferia			
Guanando			1
Ilapo		1	
La Providencia			
San Andrés	1	1	3
San Gerardo De P.		1	
San Isidro De Patulú		1	2
San José Del Chazo		1	
Santa Fe De Galán			1
Valparaíso			
Total	2	5	10

**Fuente:** Dirección Provincial de Salud de Chimborazo (DPSCH)

TIPO	ESTABLECIMIENTO	LUGAR
Centro de Salud	San Isidro	San Isidro
Sub Centro de Salud	Chocaví	Chocaví

**Fuente:** Junta Parroquial de San Isidro

- **Medios de Comunicación y Transporte.**

Los medios de comunicación y transporte, existentes en el sector son buses tanto de la Cooperativa de Transporte San Andrés y la Cooperativa de Transportes San Isidro, así como

también hay la Cooperativa de Camionetas y por la cercanía a la ciudad de Riobamba hay un buen número de taxis que ingresan a la parroquias de San Andrés y San Isidro.

- **Servicios Básicos.**

La vía en estudio atraviesa las comunidades Pungal – Pulug – Cochapamba y finaliza en la loma el Chocal, las comunidades del área rural cuentan con los servicios de agua entubada, letrinas.

Además se cuenta con espacios para la práctica deportiva como son canchas de hormigón y estadios, para los cultos religiosos existen Iglesias y Templos.

## 2.4 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y GEOGRÁFICAS.

La zona del proyecto donde se desarrolla la vía, tiene características físicas y geográficas, típicas de la serranía andina, en terrenos montañosos, la trayectoria de la vía inicia junto a la vía PANAMERICANA en la comunidad de Cochapamba hasta llegar a la comunidad de Pungal pertenecientes a la parroquia San Isidro de Patulú.

- **Clima General de la Zona.**

La zona donde está ubicado nuestro proyecto, es una zona de clima frio, con las siguientes características.

**Tabla 16:** Clima general de la zona

Año	Temp. °C	HUM. %	Nuvos. (oct)	Evapor. (mm)	Precip. (mm)	Pmax. 24h (mm)	Dias / lluvia
Prom	10.3	80	5	10092.4	447.4	28.2	92

**Fuente:** H.C.P.CH. – GEOVIAL – VIASTRA.

- **Topografía General de la Zona.**

Se trata de una topografía ondulada, con pendientes transversales bajas, esto se concluye después de analizar las cartas topográficas y realizadas los recorridos de campo.

## **2.5 PROBLEMATIZACIÓN**

- **Identificación y Descripción del Problema.**

En la parroquia San Isidro de Patulú, se encuentra la carretera Pungal – Pulug – Cochapamba – Loma el Chocal con una longitud aproximada de 6.3 km, esta vía presenta características propias de un camino vecinal con un ancho promedio de 4.35 metros a lo largo de su tramo, el cual no cumple con los requerimientos mínimos establecidos por las normas que rigen en el Ecuador como son AASHTO y Norma Ecuatoriana Vial (NEVI - 12 - MTOP), por otra parte las curvas cuyos radios de giro que son elementos fundamentales en la configuración geométrica de la vía, son un gran peligro, debido a que no cumple el radio mínimo de giro establecidos por las normas (radio mínimo = 50m ). La carretera en la actualidad posee una carpeta de rodadura constituida por empedrado en un 66% aproximadamente y el 34% por lastrado las cuales se encuentran deterioradas, donde se visualizan baches por la presencia de agua ya que no cuenta con un sistema de drenaje adecuado, provocando que el conductor realice maniobras muy riesgosas, complementando con el incremento vehicular en la zona, y por las características de los vehículos ya que 30% son de carga por el sistema económico agrícola y un 70% son vehículos livianos para la transportación de los habitantes del sector.

Los problemas actuales más importantes relacionados con la configuración vial son:

- Estudios de tráfico de la vía Pungal – Pulug – Cochapamba – Loma el Chocal están desactualizados.
- Configuración geométrica vial.
- La presencia de inestabilidad de taludes.
- Un sistema de drenaje acorde a las necesidades hidrológicas y topográficas presentadas por el sector.

## **2.6 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.**

Para la realización de nuestra investigación utilizaremos el método de observación, experimentación y descriptivo de los mismos que consisten en el análisis de hechos y casos. No se limita a la simple recolección y tabulación de datos, sino que se hace la interpretación y el análisis imparcial de los mismos con una finalidad pre-establecida.

## TIPO DE ESTUDIO.

- **Estudio de capo:** Se recopiló datos reales para obtener el estado actual de la vía, como la topografía, lugares para la obtención de muestras para los estudios de suelos, conteo de tráfico y levantamiento de información básica.
- **Estudio evaluativo:** Evaluación de los resultados encontrados de la condición funcional, estructural y el diseño geométrico de la carretera.
- **Estudio analítico:** Etapa donde se analiza el diseño de la carretera en estudio, y se realizara el rediseño cumpliendo con las normas vigentes en nuestro país.

## POBLACIÓN Y MUESTRA.

La investigación realizada se basa en la carretera que une las comunidades de Pungal – Pulug – Cochapamba – Loma el Chocal, cubriendo en su recorrido dichas comunidades pertenecientes a la parroquia San Isidro de Patulú, Cantón Guano, Provincia Chimborazo.

**Tabla 17:** Población futura en 20 años.

<b>Población futura de la parroquia San Isidro de Patulú en 20 años.</b>		
Pa	4744	Hab.
n	20	Años
i	0.2	Incremento
Pf	181874	Hab.

**Elaborado por:** Roberto Paguay – Romel Alarcón.

$$Pf = Pa * (1 + i)^n$$

Dónde:

Pf: Población futuro o proyectado

Pa: Población Actual

i: Tasa de crecimiento poblacional

n: Número de años proyectados.

## **2.7 PROCESAMIENTOS Y ANÁLISIS**

### **2.7.1 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO**

#### **2.7.1.1 GENERALIDADES**

Las principales actividades que deberán ser cumplidas en el estudio y que son necesarias para levantar la faja topográfica sobre la cual debe proyectar la línea preliminar, que sirva como referencia para la poligonal definitiva en función principalmente del eje del trazo de la carretera ya existente.

El levantamiento topográfico proporcionara los datos suficientes para la localización de las alcantarillas que deberán ubicarse; las características físicas significativas, en la zona adyacente al sitio del cruce, especialmente aquellas que podrían resultar afectadas por la instalación de u operación de las alcantarillas.

#### **2.7.1.2 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DE LA FAJA DEL TERRENO**

Para el inicio del levantamiento topográfico se realizó el levantamiento de la poligonal base que nos servirá posteriormente para realizar el mallado de los puntos de la vía existente y la faja topográfica.

Para los puntos de la poligonal se utilizó clavos de acero, cilindros de hormigón y como referencias las viviendas cercanas al proyecto, y fueron colocadas en puntos estratégicos con una visibilidad de abarque la mayor longitud posible para el levantamiento.



**Figura 8.** Puntos base de la poligonal.  
**Elaborado por:** Roberto Paguay – Romel Alarcón.

Los puntos de la poligonal base se tomaron con un GPS marca TRIMBLE TSC2, la cual nos brinda coordenadas exactas geo-referenciadas al IGM que se utiliza en nuestro país. Cada uno de los puntos fue todo en un intervalo de medición de 3 horas para mayor precisión del polígono.



**Figura 9:** Localización de puntos base

**Elaborado por:** Roberto Paguay – Romel Alarcón

A continuación se procederá a realizar el levantamiento de la faja topográfica de la carretera existente tomando en cuenta cada uno de los elementos viales para el mismo se contará con los siguientes elementos.

- Estación total Electrónica modelo TRIMBLE TSC2
- 4 Bastones con sus respectivos prismas.
- 1 GPS Móvil Modelo GARMIN 60CSx
- 4 Radio transmisores para comunicación
- 1 Cámara fotográfica.
- Jalones, libretas de campo, estacas, clavos y pintura.
- Hitos (cilindros de hormigón)
- Software CIVIL 3D 2013.



**Figura 10:** Levantamiento topográfico de la vía actual.  
**Elaborado por:** Roberto Paguay – Romel Alarcón

Cuando la longitud de la vía es muy extensa, se emplea el levantamiento de poligonales, que consiste en trazar un polígono que siga aproximadamente el trazado de la vía con puntos sobre este polígono se toman detalles complementarios para la perfecta determinación del área que se desea conocer y de los accidentes u objetos que es necesario localizar.

Veremos lo concerniente al trazado y al cálculo de la poligonal base y luego, como se contempla el levantamiento tomando los detalles por izquierdas y derechas. La línea que une los vértices del polígono se denominan poligonal abierta en caso de una vía y cerrada cuando se hace levantamientos catastrales.

### **2.7.1.3 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL RELIEVE**

En la realización de los estudios para el diseño geométrico de un camino es de suma importancia la topografía del terreno, siendo este un factor determinante en la selección de los valores de los diferentes parámetros que intervienen en su diseño. Al establecer las características geométricas del camino se lo hace en función de las características topográficas del terreno: llano, ondulado y montañoso este que a la vez puede ser suave o escarpado.

La zona del proyecto donde se desarrolla la vía, tiene características físicas y geográficas, típicas de la serranía andina, en terrenos montañosos, con pendientes transversales bajas, la trayectoria de la vía inicia, junto a la vía PANAMERICANA en la comunidad de

Cochapamba hasta llegar a la comunidad de Pungal pertenecientes a la parroquia de San Isidro de Patulú.

#### **2.7.1.4 ANÁLISIS DE LA VÍA ACTUAL**

La vía Pungal – Pulug – Cochapamba – Loma el Chocal, es una vía de acceso a diferentes comunidades de la parroquia San Isidro de Patulú del cantón Guano y esta conecta con la vía Panamericana que une a las ciudades de Riobamba y Ambato, y por ser una zona netamente agrícola y ganadera contribuirá al desarrollo de estas actividades en la zona.

El proyecto tiene una longitud aproximada de 6,250 Km, con un ancho promedio de 3,80 m, con pendientes longitudinales no muy altas.

El ancho de la superficie de rodadura compuesta de un empedrado de longitud de 4.09 km varía entre 3.80 y 4.20m la misma que se encuentra deteriorada, pues el mantenimiento no ha sido prioridad en esta vía, el resto de la vía está compuesta de su suelo natural sin tener ningún tipo de capa de rodadura y con un ancho que varía entre los 3.0 y 4.0m.

El sistema de drenaje en la parte empedrada es deficiente ya que, si se cuenta con cunetas y alcantarillas para evacuar el agua pero ya han cumplido su vida útil las mismas que se encuentran en mal estado y totalmente deterioradas y este es un factor preponderante para el deterioro en casi su totalidad de la capa de rodadura, en el resto de la vía no cuenta con cunetas.



**Figura 11:** Estado actual de la vía

**Elaborado por:** Roberto Paguay – Romel Alarcón



**Figura 12:** Estado actual cunetas.  
**Elaborado por:** Roberto Paguay – Romel Alarcón

- **Secciones de vía Actuales.**

Desde Cochapamba hasta Pungal.

**Tabla 18:** Sección promedio de la calzada.

SECCIÓN PROMEDIO DE LA CARRETERA			
ABSCISA	SECCIÓN MÍNIMA (m)	SECCIÓN MÁXIMA (m)	SECCIÓN PROMEDIO (m)
0+000 – 0+500	5.28	6.14	5.71
0+500 – 1+000	4.04	4.46	4.25
1+000 – 1+500	4.43	4.88	4.66
1+500 – 2+000	3.77	4.88	4.33
2+000 – 2+500	3.74	4.24	3.99
2+500 – 3+000	3.69	4.00	3.85
3+000 – 3+500	3.35	4.00	3.68
3+500 – 4+000	3.97	4.27	4.12
4+000 – 4+500	3.71	4.97	4.34
4+500 – 5+000	4.45	5.95	5.20
5+000 – 5+500	3.89	4.43	4.16
5+500 – 6+000	3.88	4.85	4.37
6+000 – 6+240	3.74	4.19	3.97

**Elaborado por:** Roberto Paguay – Romel Alarcón.

- **Pendientes de la vía actual.**

**Tabla 19:** Pendientes de la carretera.

PENDIENTES DE LA CARRETERA		
ABSCISA	MÍNIMA (%)	MÁXIMA
		(%)
0+000 – 0+500	0.23	5.10
0+500 – 1+000	0.50	10.00
1+000 – 1+500	2.34	12.00
1+500 – 2+000	5.00	16.00
2+000 – 2+500	8.00	11.00
2+500 – 3+000	6.00	11.00
3+000 – 3+500	10.00	12.50
3+500 – 4+000	3.00	8.00
4+000 – 4+500	9.00	13.00
4+500 – 5+000	4.00	8.00
5+000 – 5+500	4.00	11.50
5+500 – 6+000	3.00	6.00
6+000 – 6+240	0.20	3.00

**Elaborado por:** Roberto Paguay – Romel Alarcón.

- **Peralte, bombeo y sobre –anchos.**

El mal estado de la carretera hace que ligeramente se dividan peraltes del 1%, en diferentes partes de la carretera no existe bombeo y sobre – anchos. Existen diferentes pendientes que varían en tramos cortos con una pendiente máxima de 14.90% en la abscisa 2+500 y en otras partes de la vía.

Este valor está fuera de las normativas de diseño, Norma Ecuatoriana Vial (NEVI – 12 – MTOP). Volumen 2ª. Como se puede observar en la Tabla 6. Por lo cual se rediseñará de acuerdo a la normativa vigente en nuestro país Ecuador.

- **Curvas horizontales, longitud y radios de curvatura.**

La vía presenta radios mínimos como son de 3.25 m., en la abscisa 4+100, a lo largo del tramo las curvas no poseen sobre-anchos ni peraltes. En nuestro proyecto el alineamiento horizontal será moderado, con curvas de radio amplio evitando cambios bruscos de dirección. Siempre que sea posible sin sacrificar un buen alineamiento horizontal.

**Tabla 20:** Radios mínimos de curvatura simple en la vía actual.

<b>RADIOS MINIMOS DE CURVATURA</b>				
<b>Recorrido</b>	<b>Radio (m)</b>	<b>Pc</b>	<b>Pt</b>	<b>long</b>
0+000 – 0+500	75.00	0+329.23m	0+352.33m	23.11
0+500 – 1+000	32.00	0+862.08m	0+894.84m	32.75m
1+000 – 1+500	23.00	1+459.32m	1+480.56m	26.59m
1+500 – 2+000	20.39	1+778.55m	1+804.37m	25.85m
2+000 – 2+500	9.00	2+354.94m	2+373.49m	18.54m
2+500 – 3+000	22.80	2+531.86m	2+558.40m	26.53m
3+000 – 3+500	6.60	3+474.73m	3+492.00m	17.27m
3+500 – 4+000	14.17	3+766.44m	3+776.05m	9.61m
4+000 – 4+500	7.36	4+010.06m	4+018.84m	8.78m
4+500 – 5+000	14.00	4+890.00m	4+912.00m	21.33m
5+000 – 5+500	12.55	5+188.53m	5+214.07m	22.54m
5+500 – 6+000	10.00	5+634.20m	5+653.74m	12.53
6+000 – 6+240	32.00	6+182.03m	6+211.23m	35.60m

**Elaborado por:** Roberto Paguay – Romel Alarcón.

- **Evaluación geotécnica general.**

La vía recorre distintos tipos de estratos de suelos especialmente areno arcilloso. La superficie en un 70% de la vía es empedrada y el 30% es su suelo natural, presentándose en ambos tramos el deterioro por la presencia de lluvias y el tráfico vehicular.



**Figura 13:** Carretera con Radios de Curva de 18m  
**Elaborado por:** Roberto Paguay – Romel Alarcón

Los taludes en esta vía de estudio se estabilizara con un ángulo de inclinación del 30°, dependiendo de los estratos de suelos encontrados se realizarán diseños especiales de acuerdo a sus resultados en los ensayos de suelos, existen taludes con alturas máximas de 4,0 m y no hay presencia de derrumbes, por ende la zona en estudio está considerada como ondulada montañosa.



**Figura 14:** Taludes en la zona de estudio Abcisa 1+500  
**Elaborado por:** Roberto Paguay – Romel Alarcón

## **2.7.2 ESTUDIO DE TRÁFICO**

### **2.7.2.1 OBJETIVO.**

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

La información sobre tráfico debe comprender la determinación del tráfico actual (volúmenes y tipos de vehículos), en base a conteos y de tráfico futuro utilizando pronósticos.

En nuestro caso cuando se trata de mejoramiento de carreteras existentes (rectificación de trazado, ensanchamiento, pavimentación, etc.) o de construcción de carreteras alternas entre puntos ya conectados por vías de comunicación, es relativamente fácil cuantificar el tráfico actual y pronosticar la demanda futura.

El objetivo del estudio de tráfico, es la determinación del volumen del tráfico actual y proyectarlo mediante tasas de crecimiento vehicular a un período de diseño establecido para veinte años, con la finalidad de establecer el tipo de vía a diseñar tanto es su aspecto geométrico como en la estructura del pavimento.

#### **2.7.2.2 METODOLOGÍA A SEGUIR.**

El estudio de tráfico, se lo realizó en horario de 00:00 hasta las 24:00 horas un día a la semana y de 6:00 hasta las 18:00 horas los restantes seis días en forma consecutiva, se empleó el método de aforos manuales-visuales vehiculares clasificatorios, los cuales consistieron en la ubicación de estaciones de conteo, los cuales son puntos estratégicos, en los cuales se abarca el tráfico existente en la zona, para posteriormente con personal calificado (tesistas), realizar un conteo vehicular clasificatorio, que es el conteo en determinada frecuencia en este caso cada hora, de todos los vehículos que pasan por la estación de conteo, clasificándolos en vehículos livianos, buses y pesados de 2 o más ejes. Para posteriormente emplear tasas de crecimiento vehicular establecidas para la provincia de Chimborazo, y proyectar al período de diseño.

## CAPITULO III

### 3. RESULTADOS

#### 3.1 DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA EMPLEADA

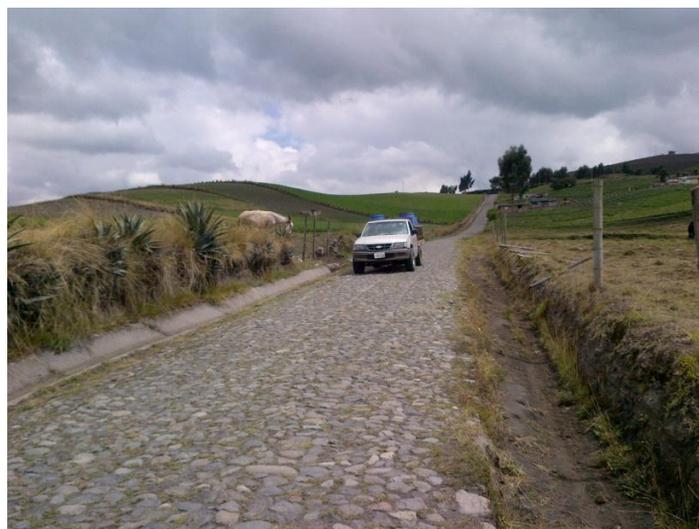
- **Estación de conteo.**

Se ubicó la estación de conteo en la abscisa 0+250 por considerarse sitio estratégico, pues este punto es paso obligatorio para todos los vehículos que utilizan esta vía ya que no existe ningún otro acceso para la comunicación de las comunidades beneficiarias por una parte y por el otro extremo en la comunidad de Cochapamba en la abscisa 6+000.

**Tabla 21:** Vehículos que circulan por la vía.

ESTACIÓN	SECTOR	UBICACIÓN	FECHA DE INICIO	FECHA DE TERMINACIÓN
1	Cochapamba	E: 754663.984 N: 9832245.844 (Km. 0+250)	08 de Julio del 2013	14 de Julio del 2013
2	Pungal	E: 751852.050 N: 9829576.522 (Km. 6+000)	08 de Julio del 2013	14 de Julio del 2013

**Elaborado por:** Roberto Paguay – Romel Alarcón



**Figura 15:** Vehículos que circulan por la vía.

**Elaborado por:** Roberto Paguay – Romel Alarcón

- **Conteo manual – visual – clasificatorio.**

Con personal técnico capacitado, se ubicó en la estación de conteo con turnos rotativos de 6 horas continuas, en el cual se anotaba en la matriz de conteos vehiculares, en cada hora de intervalo, el tipo de vehículo que circulaba por la estación de conteo, clasificándolos en:

- Vehículos Livianos.
- Vehículos Pesados 2 o más ejes.

La clasificación se lo realizó bajo los siguientes conceptos de los vehículos.

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

**Vehículos Pesados**, como camiones, buses y combinaciones de camiones (semirremolques y remolques), de más de cuatro toneladas de peso y doble llanta en las ruedas traseras.

Generalmente, para el diseño de las carreteras es necesario conocer la longitud, la altura y el ancho de los vehículos de diseño. Las dimensiones son útiles para el diseño de intersecciones, retornos, círculos de tráfico, intercambiadores, etc.

El Ministerio de Transporte y Obras Públicas considera varios tipos de vehículos para el diseño, más o menos equivalentes a los de la AASHTO, así:

- Vehículo liviano (A): A1 usualmente para motocicletas, A2 para automóviles.
- Buses y busetas (B), que sirven para transportar pasajeros en forma masiva.
- Camiones (C) para el transporte de carga, pueden ser de dos ejes (C-1), camiones o tracto-camiones de tres ejes (C-2) y también de cuatro, cinco o más ejes (C-3).
- Remolques (R), con uno o dos ejes verticales de giro y una unidad completamente remolcada, tipo tráiler o tipo Dolly.
- Para determinar los radios mínimos de giro se supone que los vehículos se mueven a una velocidad de 15 kph., no obstante hay tendencia a fabricar más largos los remolques y a permitir aumento en la altura máxima legal.

**Tabla 22:** Características por tipo de vehículos .

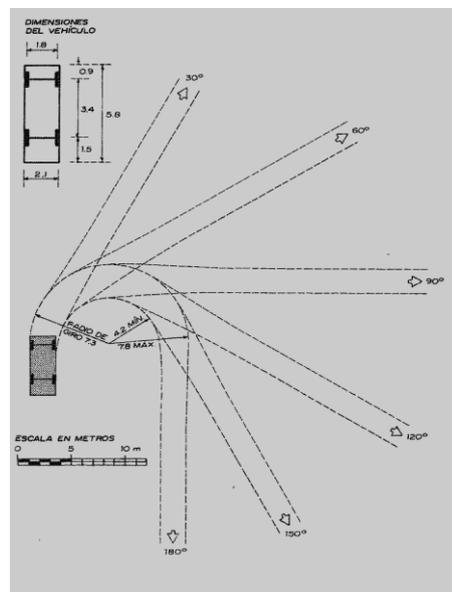
VEHÍCULO DE DISEÑO	A	B	C	R
Altura máxima (m)	2.4	4.1	4.1	4.3
Longitud máxima (m)	5.8	13	20	>20.50*
Anchura máxima (m)	2.1	0.6	2.6	3
RADIOS MÍNIMOS DE GIRO (M)				
Rueda interna	4.7	8.7	10	12
Rueda externa	7.5	12.8	16	20
Esquina externa delantera	7.9	13.4	16	20

- Remolque tipo Dolly, la longitud máxima pudiera ser mayor a 20.5 m por el transporte de elementos especiales de hormigón y/o acero, así como cargas para hidroeléctricas, refinerías, etc.

**Fuente:** Norma Ecuatoriana Vial (NEVI - 12 - MTOP). Volumen 2A.

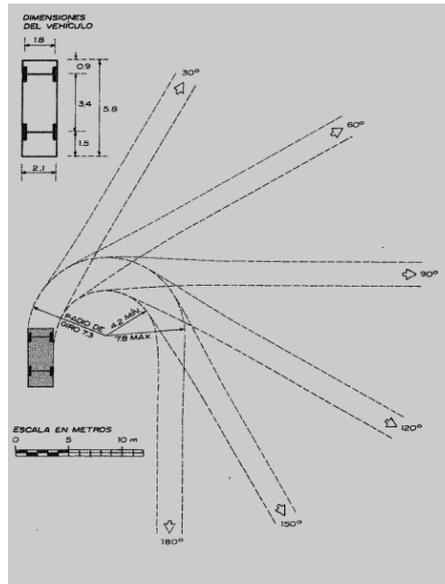
Las dimensiones de los vehículos y su movilidad son factores de incidencia relevante en el diseño.

Las dimensiones, tipo de automóviles y camiones de dos ejes se presentan en las siguientes figuras, respectivamente, junto con la representación de los radios de giro mínimos para estos vehículos y cambios de dirección progresiva.



**Figura 16:** Mínima trayectoria de giro para el vehículo de diseño tipo (A).

**Fuente:** AASHTO 1994



**Figura 17:** Mínima trayectoria de giro para el vehículos de diseño tipo (C).

**Fuente:** ASSHTO 1994

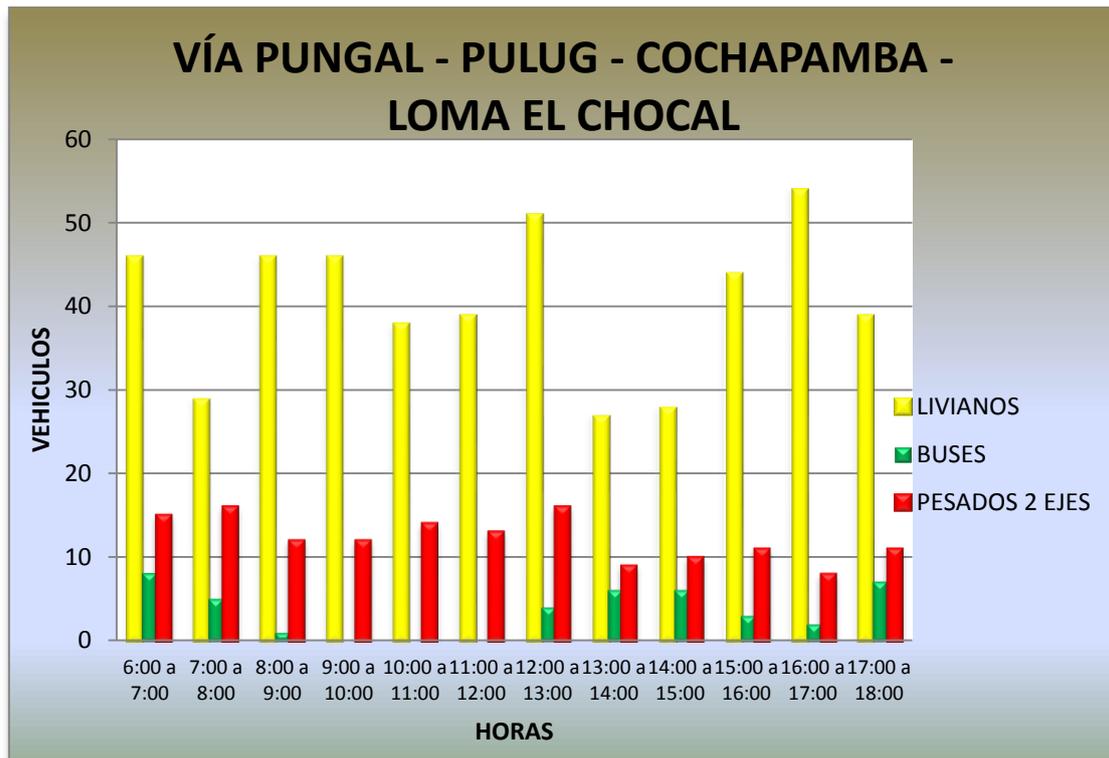
- **Procedimiento para el conteo de vehículos.**

Los datos nos permitirán desarrollar el cálculo de tráfico vehicular futuro, que será diseñado para un tiempo de 20 años.

**Tabla 23:** Conteo vehicular en Cochapamba – San Isidro de Patulú.

CUADRO PROMEDIO DE SIETE DIAS DE CONTEO					
CONTEOS MANUALES DE VEHÍCULOS COCHAPAMBA/JULIO 2013					
HORA	LIVIANOS	BUSES	PESADOS		TOTAL
			2 EJES	> 2 EJES	
6:00 a 7:00	7	1	2	0	10
7:00 a 8:00	4	1	2	0	7
8:00 a 9:00	7	0	2	0	8
9:00 a 10:00	7	0	2	0	8
10:00 a 11:00	5	0	2	0	7
11:00 a 12:00	6	0	2	0	7
12:00 a 13:00	7	1	2	0	10
13:00 a 14:00	4	1	1	0	6
14:00 a 15:00	4	1	1	0	6
15:00 a 16:00	6	0	2	0	8
16:00 a 17:00	8	0	1	0	9
17:00 a 18:00	6	1	2	0	8
SUMA	70	6	21	0	97

**Elaborado por:** Roberto Paguay – Romel Alarcón.



**Figura 18:** Variaciones vehiculares horarias  
**Elaborado por:** Roberto Paguay – Romel Alarcón.

### 3.2 DETERMINACIÓN DEL TRÁFICO ACTUAL

Para ello, consideraremos el tráfico existente y el tráfico desviado.

- **Tráfico existente.**

El tráfico resultado de los conteos. Es aquel que se usa en la vía antes del proyecto de mejoramiento y se obtiene a través de los estudios de tráfico.

Para la determinación del tráfico existente es necesario considerar las variaciones de tráfico que son los factores que nos permiten establecer relaciones entre observaciones actuales y puntuales de tráfico de los datos estadísticos de lo ocurrido con anterioridad, llegando así a determinar el TPDA del año en que se realice el estudio.

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

- **Cálculo de variaciones (factores).**

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

- FACTOR HORARIO (Fh). Nos permite transformar el volumen de tráfico que se haya registrado en un determinado número de horas a VOLUMEN DIARIO PROMEDIO.
- FACTOR DIARIO (Fd). Transforma el volumen de tráfico diario promedio en VOLUMEN SEMANAL PROMEDIO.
- FACTOR SEMANAL (Fs). Transforma el volumen semanal promedio de tráfico en VOLUMEN MENSUAL PROMEDIO.
- FACTOR MENSUAL (Fm). Transforma el volumen mensual promedio de tráfico en tráfico promedio diario anual (TPDA).

$$TPDA = To \times Fh \times Fd \times Fs \times Fm$$

Dónde:

*To = tráfico observado.*

### 3.2.1 CÁLCULO DEL TPDA

$$TPDA = To \times Fh \times Fd \times Fs \times Fm$$

El Tráfico promedio que circula diariamente durante un año, usando para todos los diseños de carreteras , pero no se puede obtener midiéndolo o contándolo directamente por lo que se toma una muestra de tráfico, durante un día o un período de tiempo, llamado Tráfico Observado.

Para obtener el TPDA se necesitan factores de expansión que transforman el To en TPDA. Así el Factor Diario Fd lleva el valor de 1 día a 7 días, el Factor Semanal Fs lleva el valor de una semana al mensual, el Factor Mensual Fm lleva el valor de un mes a un año.

a) **TRÁFICO OBSERVADO: (To).** Es el volumen de tráfico en un tiempo determinado.

HORA	LIVIANOS	BUSES	PESADOS 2 EJES	TOTAL
SUMA	97	7	22	126

**Elaborado por:** Roberto Paguay – Romel Alarcón

**To = 126 Vehículos**

- b) **FACTOR HORARIO: (Fh).** Este factor nos permite expandir el volumen de tráfico en un determinado número de horas a volumen diario promedio.

$$Fh = \frac{\text{Número total de vehículos registrados en el día del To}}{\text{Número de vehículos registrados en el período determinado}}$$

$$Fh = \frac{155 \text{ vehiculos}}{126 \text{ vehiculos}}$$

$$Fh = 1.23$$

- c) **FACTOR DIARIO: (Fd).** Se usa para expandir el tráfico promedio a tráfico promedio semanal (TPDS). Se obtiene el tráfico promedio de la semana dividiendo para el tráfico diario del conteo manual.

**Tabla 24:** Factos Diario (Fd).

Fecha	Livianos	Buses	pesados 2 ejes	Total
Lunes 8 de julio del 2013	76	5	11	92
Martes 9 de julio del 2013	59	7	19	85
Miércoles 10 de julio del 2013	64	6	36	106
Jueves 11 julio del 2013	97	7	22	126
Viernes 12 de julio del 2013	71	6	20	97
Sábado 13 de julio del 2013	41	8	22	71
Domingo 14 de julio del 2013	122	7	26	155
<b>Promedio</b>	<b>76</b>	<b>7</b>	<b>22</b>	<b>105</b>

**Elaborado por:** Roberto Paguay – Romel Alarcón.

$$Fd = \frac{\text{Número de vehículos promedio de la semana}}{\text{Número total de vehículos registrados en el día del To}}$$

$$Fd = \frac{105 \text{ vehiculos}}{126 \text{ vehiculos}}$$

$$Fd = 0.83$$

- d) **FACTOR SEMANAL: (Fs).** Se usa para expandir el tráfico al mes, está en función del número de días y de cada mes, y por tanto, del número de semanas que componen cada mes. (conteo realizado en el mes de Julio del 2013).

$$Fs = \frac{31(\text{días del mes})}{7(\text{días de la semana})} \div 4(\text{semanas del mes}) = 1.107$$

e) **Factor mensual: (Fm).** Se usa para expandir el valor hasta el anual. Está en función del consumo de combustible del año más reciente.

$$Fs = \frac{\text{Promedio del consumo mensual de combustible}}{\text{Valor del consumo de combustible del mes de } To}$$

$$Fs = \frac{212896.8214}{197492.4132} = \mathbf{1.0780}$$

**Cálculo del tráfico promedio diario anual.**

$$\mathbf{TPDA = To \times Fh \times Fd \times Fs \times Fm}$$

TPDA (livianos) = 97 vehículos x 1.23 x 0.83 x 1.107 x 1.0780 = 118 vehículos

TPDA (buses) = 7 vehículos x 1.23 x 0.83 x 1.107 x 1.0780 = 9 vehículos

TPDA (Pesados 2 ejes) = 22 vehículos x 1.23 x 0.83 x 1.107 x 1.0780 = 27 vehículos

**TPDA = 154 vehículos.**

### 3.2.2 DETERMINACIÓN DEL TRÁFICO FUTURO O PROYECTADO

Según los términos de referencia el tráfico deberá ser proyectado para 20 años, y con ese objetivo, se proyectará el tráfico actual o tráfico diario inicial, mediante el empleo de tasas de crecimiento vehicular.

Para la proyección se empleara la formula siguiente.

$$TPDA_{\text{FUTURO}} = TPDA_{\text{ACTUAL}} (1 + i)^n$$

Dónde:

i = Índice de crecimiento vehicular.

n = Número de años de proyección vial.

Las tasas de crecimiento que se van a emplear son para la provincia de Chimborazo, las cuales fueron obtenidas de estudios similares al actual.

**Tabla 25:** Tasa de crecimiento vehicular.

TASA DE CRECIMIENTO VEHICULAR POR TIPOS			
PERÍODO	LIVIANOS (%)	BUSES (%)	CAMIONES (%)
2013-2017	3.87	1.32	3.27
2018-2022	3.44	1.17	2.90
2023-2027	3.10	1.05	2.61
2028 - 2032	2.82	0.96	2.38

**Fuente:** Comisión de Tránsito del Ecuador.

Con el fin de elevar los estándares de las carreteras del país y con ello, lograr la eficiencia y la seguridad en el tránsito anheladas, se ha considerado plantear esta calificación, que se considera los datos del tráfico a nivel nacional recabados por el MTOP (sept. /2012), Estadísticas de accidentes en el parque automotor del país. El parque automotor ha crecido consistentemente a una tasa promedio simple durante los últimos 14 años en el orden del 6% anual.

**Tabla 26:** Cuadro De Tráfico Proyectado o futuro a 20 años

AÑO	% Crecimiento			TRANSITÓPROMEDIO DIARIO				W <sub>18</sub>	W <sub>18</sub>
	AUTOS	BUSES	CAMIONES	TPD TOTAL	AUTOS	BUSES	CAMIONES	Acumulado	Carril Diseño
2,013	3.87%	1.32%	2.26%	154	118	9	27	1.31E+04	6.56E+03
2,014	3.87%	1.32%	2.26%	159	123	9	27	2.63E+04	1.31E+04
2,015	3.44%	1.17%	2.90%	164	127	9	28	4.00E+04	2.00E+04
2,016	3.44%	1.17%	2.90%	169	131	9	29	5.42E+04	2.71E+04
2,017	3.44%	1.17%	2.90%	175	136	9	30	6.84E+04	3.42E+04
2,018	3.44%	1.17%	2.90%	180	141	9	31	8.31E+04	4.16E+04
2,019	3.44%	1.17%	2.90%	186	145	9	32	9.84E+04	4.92E+04
2,020	3.10%	1.05%	2.61%	192	150	9	32	1.14E+05	5.68E+04
2,021	3.10%	1.05%	2.61%	197	155	9	33	1.29E+05	6.47E+04
2,022	3.10%	1.05%	2.61%	203	159	9	34	1.46E+05	7.29E+04
2,023	3.10%	1.05%	2.61%	209	164	10	35	1.62E+05	8.10403E+04
2,024	3.10%	1.05%	2.61%	215	169	10	36	1.79E+05	8.95E+04
2,025	2.82%	0.96%	2.38%	221	174	10	37	1.96E+05	9.81E+04
2,026	2.82%	0.96%	2.38%	227	179	10	38	2.14E+05	1.07E+05
2,027	2.82%	0.96%	2.38%	233	184	10	39	2.32E+05	1.16E+05
2,028	2.82%	0.96%	2.38%	239	189	10	40	2.50E+05	1.25E+05
2,029	2.82%	0.96%	2.38%	245	195	10	40	2.69E+05	1.35E+05
2,030	2.82%	0.96%	2.38%	252	200	10	41	2.88E+05	1.44E+05
2,031	2.82%	0.96%	2.38%	258	206	10	42	3.08E+05	1.54E+05
2,032	2.82%	0.96%	2.38%	265	212	10	43	3.28E+05	1.64E+05
2,033	2.82%	0.96%	2.38%	272	217	11	44	3.48E+05	1.74089E+05

**Elaborado por:** Roberto Paguay – Romel Alarcón

El criterio se lo realizó tomando de acuerdo con las normas Norma Ecuatoriana Vial (NEVI - 12 - MTOP). Volumen 2A

- **Cálculo de tráfico desviado**

Se asumirá un tráfico desviado o atraído por otras vías y la PANAMERICANA, una vez que se encuentre en servicio la vía mejorada, debido a ahorros de tiempo, distancia o costo. En nuestro estudio por normas vigentes se asumirá a 15% del TPDA actual.

$$\text{Tráfico Desviado} = \text{TPDA actual por el 15\%}$$

Afectado por el 15% del tráfico desviado tenemos el tráfico actual siguiente

**Tabla 27:** Cuadro De Tráfico Actual + tráfico desviado.

TRÁFICO ACTUAL	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	TOTAL
	118	9	27	154
Porcentaje	15%	15%	15%	
Tráfico Desviado	17.7	1.35	4.05	<b>23</b>
	136	10	31	177

**Elaborado por:** Roberto Paguay – Romel Alarcón.

- **Cálculo del tráfico generado**

El número de viajes que generaría la vía por influencia, de ninguna manera será mayor al 20% del TPDA actual. Este tráfico es acarreado por el mejoramiento de la vía, el cual se unen al tráfico actual y se producen durante los primeros 2 o 3 años de la vida útil de la vía.

$$\text{Tráfico generado} = \text{TPDA}_{\text{actual}} \times 20\%$$

$$\text{Tráfico generado} = 154 \text{ Vehículos} \times 20\%$$

$$\text{Tráfico generado} = 30.8 \text{ Vehículos}$$

- **Cálculo del tráfico por desarrollo**

Se produce por la incorporación de nuevas áreas de producción, varía entre 5% al 7% del tráfico de los vehículos. Básicamente en este sector que es netamente agrícola y ganadero se estima que tendrá un crecimiento económico y generara un incremento de tráfico al sector.

$$\text{Tráfico por desarrollo} = \text{TPDA}_{\text{actual}} \times 7\%$$

$$\text{Tráfico por desarrollo} = 154 \text{ Vehículos} \times 7\%$$

$$\text{Tráfico por desarrollo} = 10.78 \text{ Vehículos}$$

- **Cálculo del TPDA del Proyecto**

Una vez obtenidos los valores de los parámetros y factores correspondientes, calculamos el TPDA del proyecto con la siguiente expresión

$$TPDA Proyecto = TPDA Futuro + Tráfico Desviado + Tráfico Generado + Tráfico por Desarrollo$$

$$TPDA Proyecto = 272 + 23 + 30.8 + 10.78$$

$$TPDA Proyecto = 337 \text{ vehículos}$$

### 3.3 DETERMINACIÓN DE LA CLASE DE VÍA.

Con toda la información procesada, y con el tráfico proyectado a 20 años se obtuvo que el Tráfico del Proyecto, TPDA Proyecto = 337 veh. /día, aplicando las clasificaciones de la Norma Ecuatoriana Vial (NEVI - 12 - MTOP). Volumen 2A, tendremos que:

**Tabla 28:** Clasificación jerárquica de vías.

FUNCIÓN	CLASIFICACIÓN FUNCIONAL	TPDA (Año FINAL DE DISEÑO)
Carretera de 2 Carriles	C1	1000 – 8000
	C2	500 – 1000
	C3	0 – 500

\*Valores referenciales para elegir el tipo de vía

**Fuente:** Norma Ecuatoriana Vial (NEVI – 12 – MTOP).

Por lo tanto, se encuentra en el rango de 0 – 500, corresponde a una vía Tipo C3, vía agrícola/forestal de dos carriles según la Norma Ecuatoriana Vial (NEVI – 12 – MTOP), pues esta vía tiende a recibir el tráfico de los caminos aledaños en este caso vecinales, por lo que se tomara estas características para el diseño geométrico y también recibiría tráfico de la Avenida Panamericana por ser una vía alterna.

### 3.4 DISEÑO GEOMÉTRICO

Las normas vigentes en el País y que rigen las emite el Ministerio de Transporte y Obras Públicas, por lo que asumiremos y transcribiremos valores de la Norma Para Estudios y Diseños Viales Capitulo 2A.200 (Diseño Geométrico Del Trazado) NEVI - 12, para diseñar una vía técnicamente eficiente, cumpliendo con los objetivos de funcionalidad, seguridad, comodidad y rapidez.

Considerando que la ruta que se ha elegido es la misma que tiene el camino en servicio, a mas que no es posible realizar un cambio en la ruta descrita, entonces se aplicará las normas establecidas por lo que se ensanchará, rectificara radios, se mejorará el diseño en planta y perfil con la finalidad de cumplir los valores mínimos de diseño, asumiendo como una vía Tipo C3, dado por el TPDA del Proyecto, en terreno montañoso.

Para un correcto diseño geométrico se definirá mediante los cuatro aspectos más relevantes:

- Tipo de terreno
- Tráfico
- Alineamiento horizontal
  - Velocidad de diseño
  - Velocidad de circulación
  - *Radios de curvas horizontales*
  - *Peraltes*
  - *Sobreanchos*
  - *Distancia de visibilidad de parada*
  - *Distancia de visibilidad de rebasamiento*
- Alineamiento vertical
- - Pendientes longitudinales máximas y mínimas
  - *Curvas verticales cóncavas*
  - *Curvas verticales convexas*
  - Secciones transversales

## **a. TIPO DE TERRENO**

Por lo general la topografía de un terreno en un estudio vil se define en cuatro tipos:

### ***Terrenos Planos.***

De ordinario tiene pendientes transversales a la vía menores del 5%. Exige mínimo movimiento de tierras en la construcción de carreteras y no presenta dificultad en el trazado ni en su explanación, por lo que las pendientes longitudinales de las vías son normalmente menores del 3%.

### ***Terreno ondulado.***

Se caracteriza por tener pendientes transversales a la vía menores del 6% al 12%. Requiere moderado movimiento de tierras, lo que permite alineamientos más o menos rectos, sin mayores dificultades en el trazado y en la explanación, así como pendientes longitudinales típicamente del 3 al 6%.

### ***Terreno montañoso.***

Las pendientes transversales a la vía suelen ser del 13% al 40%.la construcción de carreteras en este terreno supone grandes movimientos de tierras. Las pendientes longitudinales de las vías del 6% al 8% son comunes.

### ***Terreno escarpado.***

Aquí las pendientes del terreno transversales a la vía pasan con frecuencia el 40%. Para construir carreteras se necesita máximo movimiento de tierras y existen muchas dificultades para el trazado y la explanación, por lo tanto abundan las pendientes longitudinales mayores del 8%, que para evitarlos, el diseñador deberá considerar la construcción de puentes, túneles y/o estructuras para salvar lo escarpado del terreno.

En nuestro proyecto tenemos una topografía de terreno ondulado.

## **b. ALINEAMIENTO HORIZONTAL**

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

de transición, todo depende de la topografía y características hidrológicas del terreno, las condiciones del drenaje, las características técnicas de la subrasante.

Las principales características que debe tener el alineamiento horizontal son las siguientes:

- **Velocidad de diseño.**

Es la velocidad que se selecciona para el diseño de la vía, se caracteriza por ser la máxima velocidad que circulan los vehículos en condiciones de seguridad, según la clase de la carretera.

Se deberá tomar en cuenta para escoger la velocidad de diseño el tipo de camino a diseñar:

**Tabla 29:** Velocidad de diseño de acuerdo a la topografía del terreno y tipo de vía.

Velocidades de diseño. Adoptadas por el M.T.O.P en K.P.H			
Clasificación funcional.	TPDA (año final de diseño)	Recomendable	Absolutas
C3	0 – 500	40	25

\*Valores referenciales para elegir las velocidades de diseño de la vía

**Fuente:** Norma Ecuatoriana Vial (NEVI - 12 - MTOP).

La velocidad de diseño para nuestro proyecto se establece por ser la mayor parte del terreno ondulado de 40 km/h.

- **Velocidad de circulación.**

Se la llama también velocidad de operación vehicular, es la que lleva un vehículo en un tramo específico de carretera, se obtiene de dividir la distancia recorrida por el vehículo para el tiempo empleado.

Según la AASHTO (American Association of State Higways Officials) se la puede determinar mediante las siguientes expresiones, dependiendo del tráfico existente en el proyecto:

Para volúmenes de tráfico bajos (TPDA < 1.000) se usará la siguiente ecuación:

$$V_c = 0,8 V_d + 6,5$$

En donde:

$V_c$  = Velocidad de circulación, en Km/h.

$V_d$  = Velocidad de diseño, en Km/h

Utilizando la expresión:

$$V_c = 0,8 (40 \text{ km/h}) + 6.5$$

$$V_c = 38.5 \text{ km/h}$$

**Tabla 30:** Relación de velocidad de operación con la velocidad de diseño para carreteras de dos carriles

VELOCIDAD DE DISEÑO KM/H	VELOCIDAD DE OPERACIÓN PROMEDIO - KM/H VOLUMEN DE TRANSITO		
	BAJO	MEDIO	ALTO
40	38	35	33
50	47	42	40
60	56	52	45
70	63	60	55
80	72	65	60
100	88	75	-

**Fuente:** Norma Ecuatoriana Vial (NEVI - 12 - MTOP).

### c. ALINEAMIENTO VERTICAL.

En el diseño vertical, el perfil longitudinal conforma la rasante que está constituida por una serie de rectas enlazadas por arcos verticales parabólicos los cuales dichas rectas son tangentes.

Para fines del proyecto, el sentido de las pendientes se define según el avance del kilometraje, siendo positivas aquellas que implican un aumento de cota y negativas las que producen una pérdida de cota.

- **Pendiente Longitudinal Máximas Y Mínimas.**

En general, cuando en la construcción de carreteras se emplee pendientes mayores al 10%, se recomienda que el tramo con esta pendiente no exceda 180m. Distancias mayores requieren un análisis en conformidad con el tipo de tráfico que circula por la vía.

En los tramos en corte se evitarán preferiblemente el empleo de pendientes menores a 0.5% podrá hacerse uso de rasantes horizontales en los casos en que las cunetas adyacentes puedan ser dotadas de las pendientes necesarias para garantizar el drenaje y la calzada cuente con un bombeo igual o superior a 2%.

- **Sección transversal tipo.**

En vías con características topográficas de montaña se recomienda colocar la cuneta a 30 cm de profundidad con respecto a la rasante y no de la sub-rasante para esto habrá que necesariamente revestir la cuneta para proteger el pavimento del camino. Con la cuneta así ubicada, la lateral del corte será menor y por ende, será menor el volumen del movimiento de tierras, lo que abarata los costos de construcción.

En la siguiente tabla se indican los valores de diseño para el ancho del pavimento en función de los volúmenes de tráfico, para el Ecuador.

**Tabla 30:** Anchos de calzada.

Clasificación Según Desempeño De Las Carreteras.	Velocidad De Diseño Km/H	Ancho De Vía (M)	Pendiente Max %	Número De Carriles	Tipo
Camino Agrícola/ Forestal	40	6	16	2	C3
Camino Básico	60	9	14	2	C2
Carretera Básica	80	12	10	2	C1
Carretera De Mediana Capacidad	100	14.3	8	2	AV1
		18	8	3	AV2
Vías De Alta Capacidad Interurbana	100	26.6	8	4	AP1
		34.6	8	4	
Vías De Alta Capacidad Urbana Y Periurbana	100	48.6	8	8	AP2

**Fuente:** Norma Ecuatoriana Vial (NEVI - 12 - MTOP).

En el proyecto se usa un Vehículo Tipo C de 2.60 m ancho y de longitud máxima de 20.00m y de radio mínimo de giro de 16.00m, separación entre carriles de 0.80 m.

El ancho de la calzada total será de 6.00 m, también posteriormente se incluirán los anchos de la cunetas.

- **Pendiente transversal para espaldones.**

La pendiente transversal de los espaldones podría variar desde 3% hasta 6% dependiendo de la clase de superficie que se adopte para los mismos. En el proyecto no se utilizará espaldones debido al alto costo que representa la misma y por otra parte considerando que el

volumen de tráfico futuro no es alto. En los caminos vecinales de penetración de características mínimas Tipo C3, tampoco se justifican los espaldones.

**Nota:** En nuestro caso no utilizaremos espaldones, debido a que la carretera de este estudio es de Tipo C3 y el volumen de corte incide en el presupuesto total, por lo cual se obviará este elemento.

### **3.5 ESTUDIO DE SUELOS**

#### **GENERALIDADES**

De conformidad con los estudios de suelos para vías mediante laboratorio de suelos sobre los materiales naturales existentes en el desplazamiento de la vía denominada **Pungal – Pulug – Cochapamba – Loma El Chocal**, se realizó el presente trabajo con el objetivo de determinar las características Geotécnicas de los niveles de cimentación de la infraestructura vial.

En esta etapa se efectuó el estudio de los suelos de subrasante mediante métodos expendidos que permitió obtener conclusiones y proponer recomendaciones en la ejecución posterior de los estudios definitivos.

Una parte importante de los criterios de aceptabilidad de suelos para carreteras, aeropistas, presas de tierra, diques y otro tipo de terraplenas es el análisis granulométrico.

El análisis granulométrico es un intento de determinar las proporciones relativas de los diferentes tamaños de grano presentes en una masa de suelo dada. Obviamente para obtener un resultado significativo la muestra debe ser estadísticamente representativa de la masa del suelo.

Como no es físicamente posible determinar el tamaño real de cada partícula independiente del suelo, la práctica solamente agrupa los materiales por rangos de tamaño. Para lograr esto se obtiene la cantidad de material que pasa a través de un tamiz con una malla dada pero que es retenido en un siguiente tamiz cuya malla tiene diámetros ligeramente menores a la anterior y se relaciona esta cantidad retenida con el total de la muestra pesada a través de los tamices. Es evidente que el material retenido de esta forma en cualquier tamiz consiste en partículas de muchos tamaños todos los cuales son menores al tamaño de la malla del tamiz en el cual el suelo fue retenido.

Los ensayos que definen las principales propiedades de los suelos en carreteras son: análisis granulométrico, límites de Atterberg, equivalente de arena, Proctor Normal o Modificado y la determinación de la capacidad portante mediante el índice CBR.

## TRABAJOS DE CAMPO

Los trabajos de campo consistieron en:

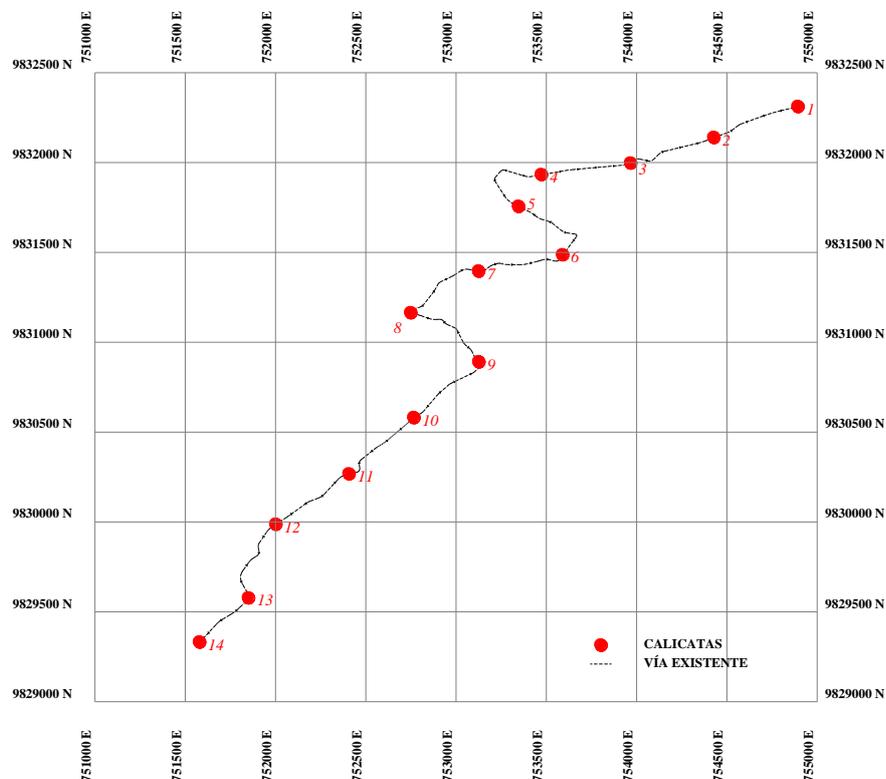
- Levantamiento del punto de muestreo mediante GPS.
- Toma de muestras herméticas de suelo natural para humedad natural.
- Toma de muestras para clasificación, densidad de campo, y CBR.
- Evaluación inicial y tabulación final de suelos.

## TRABAJOS DE LABORATORIO

Sobre las muestras obtenidas se realizaron los siguientes ensayos de laboratorio:

- Descripción manual visual para su identificación de acuerdo con el SUCS.
- Clasificación de suelos, Análisis Granulométrico (ASTM D-22, AASHTO T 27-8) Humedad natural ASTM D2216, Límite Líquido, Límite plástico (ASTM 4318, AASHTO T 89-90, INEN 691-692).
- Ensayo de compactación Proctor AASHTO 180-90
- Relación soporte de California AASHTO – T193

## CALICATAS PARA TOMA DE MUESTRAS



**Figura 19:** Ubicación de los trabajos, información levantada con GPS GRAMIN 60 CSX  
**Elaborado por:** Roberto Paguay – Romel Alarcón

**Tabla 31:** Coordenadas GPS.

<i>CALICATA</i>	<i>ABSCISA</i>	<i>X</i>	<i>Y</i>
1	0+000	754895	9832311
2	0+500	754429	9832139
3	1+000	753968	9831996
4	1+500	753474	9831932
5	2+000	753347	9831755
6	2+500	753591	9831486
7	3+000	753126	9831395
8	3+500	752750	9831163
9	4+000	753128	9830890
10	4+500	752768	9830580
11	5+000	752409	9830267
12	5+500	752003	9829986
13	6+000	751852	9829577
14	6+370	751581	9829331

**Elaborado por:** Roberto Paguay - Romel Alarcón

### 3.5.1 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

La finalidad de este ensayo no es otra que determinar las proporciones de los distintos tamaños de grano existentes en el mismo, o dicho de otro modo, su granulometría.

El tamiz es la herramienta fundamental para efectuar este ensayo; se trata de un instrumento compuesto por un marco rígido al que se halla sujeta una malla caracterizada por un espaciado uniforme entre hilos denominado abertura o luz de malla, a través del cual se hace pasar la muestra de suelo a analizar.

**NORMA UTILIZADA:** Análisis granulométrico en los áridos, fino y grueso. (ASTM D-22; AASHTO T 27 -88)

El procedimiento de ejecución del ensayo es simple y consiste en tomar una muestra de suelo de peso conocido, colocarlo en el juego de tamices ordenados de mayor a menor abertura, pesando los retenidos parciales de suelo en cada tamiz. Esta separación física de la muestra en dos o más fracciones que contiene cada una de las partículas de un solo tamaño, es lo que se conoce como “Fraccionamiento”.

La determinación del peso de cada fracción que contiene partículas de un solo tamaño es llamado “Análisis Mecánico”. Este es uno de los análisis de suelo más antiguo y común, brindando la información básica por revelar la uniformidad o graduación de un material dentro de rangos establecidos, y para la clasificación por textura de un suelo.

Utilizamos la muestra sin agente de remojo para los suelo que pasa el tamiz #4 (4.75 mm) hasta el tamiz #200 (75 µm). Para los suelos que pasa el tamiz #200 se utiliza el ensayo granulométrico con agente de remojo.

La norma nos da las cantidades mínimas de acuerdo a la granulometría del material, que vamos a estudiar los materiales más finos que pasa el tamiz número 200 y nos da la siguiente tabla

**Tabla 32:** Cantidades mínimas para ensayo granulométrico.

<b>Tamaño máximo nominal</b>	<b>Masa mínima en gr.</b>
4.75 mm (N° 4) o menos	300
9.50 mm (3/8")	1000
19.00 mm (3/4")	2500
37.5 mm (1 1/2") o mas	5000

**Fuente:** Norma INEN 696

En nuestro caso utilizamos unas masas mayores de 300 gr.

NOTA: No será permitido una reducción a una masa exacta predeterminada. La medida en el cuarteo no debe ser tan exacta.

- **Alcance.**

Este método de ensayo se utiliza principalmente para determinar la graduación de material, la distribución cuantitativa del tamaño de las partículas de un suelo, con el propósito de usarlo como árido para hormigón o utilizarlos como áridos para otros propósitos. Los resultados se utilizan para determinar el cumplimiento de la distribución granulométrica de las partículas con los requisitos de las especificaciones aplicables y proporcionar la información necesaria para el control de la producción de diversos productos de áridos y mezclas que contenga áridos.

- **Equipo y materiales**

- Balanza con cap. 2610 kg. Precisión de 0.1 gr de sensibilidad. OHAUS serie 700/800

- Tazón tipo MBR Mixing Bowl 8Qt.
- Tamiz 3", 3/4", 3/8", #4, #10, #40, #60, #200, bandeja de retención, tapa.
- Horno con temperatura constante de 100 – 110°C.
- Agregado.
- Tarros de humedad.



**Figura 20:** Serie de tamices para ensayo Granulometría y tamizador eléctrico.  
**Elaborado por:** Roberto Paguay - Romel Alarcón.

### 3.5.2 ENSAYO DE LA DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE ATTERBERG

El comportamiento de un suelo está muy influenciado por la presencia de agua en su seno este hecho se acentúa cuanto menor es el tamaño de las partículas que componen dicho suelo, siendo especialmente relevante en aquéllos donde predomine el componente arcilloso, ya que en ellos los fenómenos de interacción superficial se imponen a los de tipo gravitatorio.

Por ello, resulta muy útil estudiar los límites entre los diversos estados de consistencia que pueden darse en los suelos coherentes en función de su grado de humedad: líquido, plástico, semisólido y sólido.

**NORMA UTILIZADO:** Determinación del límite líquido método casa grande y determinación del límite plástico (ASTM D 4318, AASHTO T 89-90 Y T 90-87, INEN 691-692).

- **Alcance**

Este ensayo debe hacerse únicamente con la fracción de suelo que pasa el tamiz de 425  $\mu\text{m}$  (#40).

La porción del agregado que pase el tamiz # 40, incluyendo el relleno mineral, deberá carecer de plasticidad o tener un límite líquido menor de 25 o 35 para casos de capa de rodadura y un índice de plasticidad menor de 6, al ensayarse de acuerdo a los métodos establecidos en las Normas INEN 691 y 692 (AASHTO T-89 y T-90).

- **Generalidades**

Las propiedades de un suelo formado por partículas finamente divididas, como una arcilla no estructurada dependen en gran parte de la humedad. El agua forma una película alrededor de los granos y su espesor puede ser determinante del comportamiento diferente del material. Cuando el contenido de agua es muy elevado, en realidad se tiene una suspensión muy concentrada, sin resistencia estática al esfuerzo cortante; al perder agua va aumentando esa resistencia hasta alcanzar un estado plástico en que el material es fácilmente moldeable; si el secado continúa, el suelo llega a adquirir las características de un sólido pudiendo resistir esfuerzos de compresión y tensión considerable.

Arbitrariamente Atterberg marco las fronteras de los cuatro estados en que pueden presentarse los materiales granulares muy finos mediante la fijación de los límites siguientes: Líquido (L.L), Plástico (L.P.), y de contracción (L.C.) y mediante ellos se puede dar una idea del tipo de suelo en estudio.

El límite líquido es la frontera entre el estado líquido y el plástico; el límite plástico es la frontera entre el estado plástico y el semi-sólido y el límite de contracción separa el estado semi-sólido del sólido. A estos límites se les llama límites de consistencia.

Para realizar los límites de Atterberg se trabaja con todo el material que pasa por el tamiz #40 (0.42 mm). Esto quiere decir que no solo se trabaja con la parte final del suelo (< malla #200), sino que se incluye igualmente la fracción de arena fina.

- **Contenido de humedad ( $w$ ):** Razón entre peso del agua y peso del suelo seco de una muestra. Se expresa en porcentaje:

$$w = \frac{W_w}{W_s} * 100$$

Dónde:

Ww: Peso de Agua

Ws: peso de suelo seco

**Límite Líquido ( $w_L$  o  $LL$ ):** contenido de humedad del suelo en el límite entre el estado semi-líquido y plástico.

**Límite Plástico ( $w_p$  o  $LP$ ):** es el contenido de humedad del suelo en el límite entre los estados semi-sólido y plástico.

**Índice de Plasticidad ( $IP$ ):** es la diferencia entre los límites líquido y plástico, es decir, el rango de humedad dentro del cual el suelo se mantiene plástico:

$$IP = Ll - Lp$$

### 3.5.2.1 DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO

El límite se define como el contenido de humedad expresado en porcentaje con respecto al peso seco de la muestra, que debe tener un suelo moldeado para una muestra del mismo en que se haya moldeado una ranura de dimensiones Standard, al someterla al impacto de 25 golpes bien definidos se cierre sin resbalar en su apoyo.

- **Equipo**

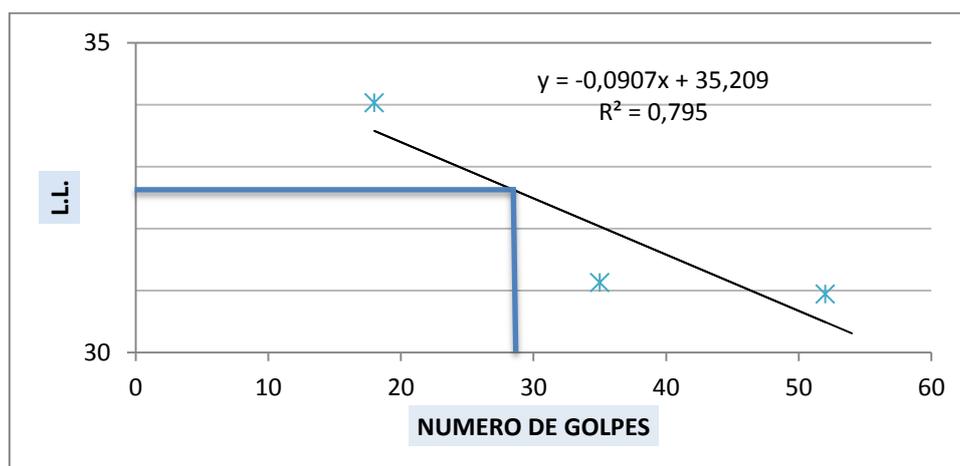
- Cuchara de Casagrande (referencia: norma ASTM N° D4318-95a)
- Acanalador (misma referencia)
- Balanza de sensibilidad 0.1g
- Varios: espátula de acero flexible, cápsulas de porcelana, placa de vidrio, horno regulable a 110°, agua destilada.



**Figura 21:** Tarros de humedad, balanza digital y Cuchara de Casa Grande.  
**Elaborado por:** Roberto Paguay – Romel Alarcón.

### Cálculo de límite líquido L.L.

Sobre un papel semi-logarítmico se construye la “**curva de flujo**” como se indica en la figura. Los puntos obtenidos tienden a alinearse sobre una recta lo que permite interpolar para la determinación de la ordenada  $w_l$  para la abscisa  $N = 25$  golpes.



**Figura 22:** Número de golpes Vs. % de Humedad.  
**Elaborado por:** Roberto Paguay – Romel Alarcón.

Nota: Método de un punto. Se puede obtener el valor de L.L. a través de una sola determinación. Este método es válido para suelos de mismo tipo y formación geológica; se ha observado que tales suelos tienen curvas de flujo de iguales inclinación, en escala semi - logarítmica. Se usa la fórmula:

$$L.L. = w * \left(\frac{N}{25}\right)^{\tan\alpha}$$

Dónde:

$\alpha$  = inclinación curva de flujo (escala semi-log)

N = número de golpes

w = contenido de humedad correspondiente a N. (valores comunes de  $\text{tg}\alpha$  : 0.12 a 0.13)

### 3.5.2.2 DETERMINACIÓN DEL LIMITE PLÁSTICO L.P.

El límite plástico se define como el contenido de humedad, expresado en porcentaje, cuando comienza agrietarse un rollo o bastoncitos formado con el suelo de diámetro de 1/8" (3mm), de diámetro, al rodarlo con la palma de la mano sobre una superficie lisa.

- **Equipo**

- Vidrio esmerilado
- Taras con tapa.
- Balanza con sensibilidad de 0.01 gr.
- Horno con temperatura constante de 110 a 110°C.



**Figura 23:** Ensayo de Límite Plástico con rollos de espesor 3 mm.  
**Elaborado por:** Roberto Paguay – Romel Alarcón

### 3.5.2.3 ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO

**NORMA UTILIZADO:** Este ensayo está basado en la norma ASTM D 1557-91, AASHTO T 180-90 la misma que se adaptado al nivel de implementación y a las condiciones propias de nuestra realidad.

- **Alcance**

El ensayo de Proctor modificado se crea al crearse también equipos compactadores más pesados que se usan en la pavimentación de carreteras y aeropuertos.

Este ensayo abarca los procedimientos de compactación usados en el laboratorio, para determinar la relación entre el contenido de agua y peso Unitario Seco de los suelos (curva de compactación) compactados en un molde de 4 ó 6 pulgadas (101.6 ó 152.4 mm) de diámetro con un pistón de 10 Lbf (44.5N) que cae de una altura de 18 pulgadas (457 mm), produciendo una energía de compactación de 56 000 Lb-pie/pie<sup>3</sup> (2 700 kN-m/m<sup>3</sup>)

Este ensayo se aplica solo para suelos que retienen 30% o menos en peso de sus partículas retenidas en el tamiz 3/4" (19.05 mm)

- **Generalidades**

Se proporciona 4 métodos alternativos. El método usado debe ser indicado en las especificaciones del material a ser ensayado. Si el método no está especificado, la elección se basará en la gradación del material.

**Tabla 33:** Especificaciones para el ensayo Proctor Modificado.

CONCEPTO	METODO			
	A	B	C	D
Diámetro de molde (cm)	10.16	15.24	10.16	15.24
Volumen del molde (cm <sup>2</sup> )	943.3	2124.0	943.3	2124
Peso del martillo o pisón (cm)	4.54	4.54	4.54	4.54
Altura de caída del martillo (cm)	45.7	45.7	45.7	45.7
Número de golpes del pisón por cada capa	25	56	25	56
Número de capas de compactación	2	5	5	5
Energía de compactación (kg-cm/cm <sup>3</sup> )	16.49	16.42	16.9	16.42
Suelo por usarse Pasa por	100% tamiz No. 4	100% tamiz 3/8"	El 20% retiene No. 4	Pasa 100 tamiz 3/4"

**Fuente:** Norma ASTM 1575-91.

### 3.5.2.4 ENSAYO CBR

La norma establece un procedimiento para determinar la razón de soporte de los suelos compactados y ensayados en laboratorio, comparando la carga de penetración en el suelo con la correspondiente a un material normalizado. Esta norma se aplica a la evaluación de la calidad relativa de suelos de sub-rasante, pero también es aplicable a materiales de sub-base y a algunos materiales de base.

A medida que aumentan los esfuerzos, se llega a un momento en que el suelo se rompe o sigue deformándose con un pequeño o ningún esfuerzo, se dice que el suelo falla por corte. Por eso que todos los métodos destinados a determinar la capacidad de soporte de un suelo, se basan en determinar el esfuerzo cortante directa o indirectamente. Uno de los ensayos más usados es el CBR (California Bearing Ratio), el cual es un índice empleado para expresar las características de resistencia y deformación de un suelo, estableciéndose en él una relación entre la resistencia a la penetración de un suelo y la que corresponde a un material de referencia.

Gracias a este ensayo se puede determinar la carga que puede recibir un suelo. Se han hecho cálculos para soportar ruedas de 27.2 Ton, 5.4 Ton, 4.1 Ton, 68.0 Ton. Esta última hace referencia a las ruedas de aviones a gran escala.

- **Equipos**

El equipo para Proctor modificado es igual que el Proctor estándar con la única diferencia siguiente:

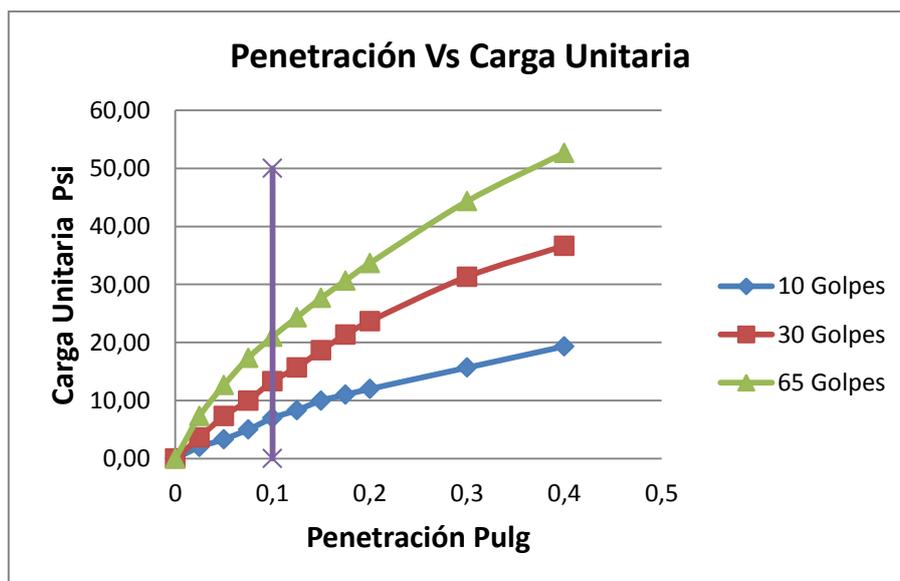
- Molde CBR, con collarín y la base perforada.
- Disco espaciador.
- Pistón o martillo (10 lb. Y altura de caída de 15-18 pulg.).
- Plato y vástago.
- Trípode y extensómetro.
- Pistón cilíndrico.
- Marco de carga CBR.
- Tanque para inmersión.
- Balanza.
- Cronómetro.
- Horno que mantenga una temperatura constante entre 100 -110°C.



**Figura 24:** Moldes CBR, Marco de carga del CBR.  
**Elaborado por:** Roberto Paguay – Romel Alarcón

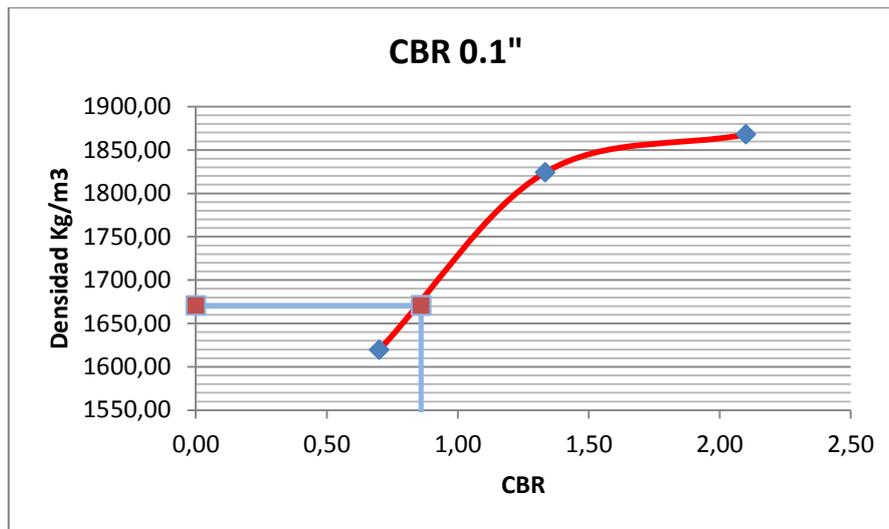
- **Cálculos**

- Se calculan los Esfuerzos Aplicados dividiendo la carga para el área del pistón. La carga se obtiene multiplicando cada lectura del dial de cargas por la constante del aparato.
- Se dibujan las curvas Esfuerzo vs. Penetración para cada molde, colocando en las abscisas cada una de los valores de penetración y en las ordenadas los respectivos esfuerzos. En cada una de las curvas, el cero debe ser desplazado, para así compensar los errores debidos a irregularidades en la superficie de las muestras y para corregir la curva si esta empieza cóncava hacia arriba.



**Figura 25:** Curva de Esfuerzo Vs. Penetración.  
**Elaborado Por:** Roberto Paguay – Romel Alarcón.

- c) Se determina el valor del C.B.R. para cada molde tomando en cuenta que: La relación C.B.R. generalmente se determina para 1" y 2" de penetración, o sea para un esfuerzo de 1000 y 1500 libras por pulgada cuadrada en el patrón, respectivamente. De estos dos valores se usa el que sea mayor.
- d) Se grafican los valores respectivos de Densidad Seca (antes de saturar) y C.B.R. de cada molde. Se determina el C.B.R. de la muestra de acuerdo a la Densidad Seca Máxima obtenida en el ensayo de Compactación, como se muestra a continuación:



**Figura 26:** Curva Densidad Máxima Vs. CBR.  
**Elaborado Por:** Roberto Paguay – Romel Alarcón.

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

### 2.1.1 RESULTADOS DE LOS ESTUDIOS DE SUELOS

Los resultados que se detallan a continuación son datos de estudios de suelos como: Ensayo Granulométrico, Ensayo de Atterberg, Ensayo de Compactación Modificada (Proctor), Ensayo CBR.

También se detalla los resultados de la libreta de campo de la topografía de la vía actual y los detalles existentes de la carretera en los Anexos.

## RESULTADOS DE LOS ENSAYOS GRANULOMÉTRICOS E ÍNDICE DE PLASTICIDAD MÉTODO CASA GRANDE.

**Tabla 34:** Resultado de los Ensayos Granulométricos e Índice de plasticidad en el proyecto.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**



### CUADRO DE RESUMEN

#### CLASIFICACIÓN DE SUELOS

**PROYECTO:** Rediseño DE LA VÍA PUNGAL - PULUG - COCHAPAMBA - LOMA EL CHOCAL

**PROVINCIA** Chimborazo

**CANTÓN:** Guano

**PARROQUIA** San Isidro de Patulú

**Elaborado por:** Romel Alarcón - Roberto Paguay

N° MUESTRA	ABSCISA (Km)	PROFUNDIDAD (m)	W (%)	L.L. (%)	L.P. (%)	I.P. (%)	I.L. (%)	Cu	Cc	S.U.C.S.	OBSERVACIONES
1	0+000	0.6	33.31	30.71	24.49	6.22	1.42	10.82	0.52	SM	Arena Limosa
2	0+500	0.6	26.96	30.64	24.49	6.15	0.40	9.92	0.51	SM	Arena Limosa
3	1+000	0.6	19.79	37.75	29.68	8.07	1.23	8.33	0.61	SM	Arena Limosa
4	1+500	0.6	31.52	26.75	21.52	5.23	1.91	5.71	0.66	SM	Arena Limosa
5	2+000	0.6	14.56	32.91	28.06	4.85	2.78	7.00	0.63	SM	Arena Limosa
6	2+500	0.6	47.14	24.81	20.45	4.35	6.13	10.82	0.60	SM	Arena Limosa
7	3+000	0.6	21.10	20.56	17.58	2.99	1.18	9.92	0.59	SM	Arena Limosa
8	3+500	0.6	32.61	32.56	27.43	5.14	1.01	10.82	0.60	SM	Arena Limosa
9	4+000	0.6	40.09	38.75	23.99	14.77	1.09	10.73	0.56	SM	Arena Limosa
10	4+500	0.6	25.52	22.70	19.86	2.84	1.99	11.54	0.43	SM	Arena Limosa
11	5+000	0.6	32.88	27.45	23.34	4.11	2.32	11.82	0.51	SM	Arena Limosa
12	5+500	0.6	71.29	28.56	23.19	5.38	8.95	14.55	0.45	SM	Arena Limosa
13	6+000	0.6	14.56	32.91	28.06	4.85	2.78	7.00	0.63	SM	Arena Limosa
14	6+200	0.6	19.79	37.75	29.68	8.07	1.23	8.33	0.61	SM	Arena Limosa

**Elaborado por:** Roberto Paguay – Romel Alarcón

## RESULTADOS ENSAYOS DE COMPACTACIÓN POR EL MÉTODO PROCTOR MODIFICADO.

**Tabla 35:** Valores de Compactación Modificada en las Abscisas correspondientes.



*UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO*  
*FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL*  
*LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS*



### CUADRO DE RESUMEN

#### ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

**PROYECTO:** Rediseño DE LA VÍA PUNGAL - PULUG - COCHAPAMBA - LOMA EL CHOCAL

**PARROQUIA:** San Isidro de Patulú

**PROVINCIA:** Chimborazo

**CANTÓN:** Guano

**Elaborado por:**

Romel Alarcón - Roberto Paguay

N° MUESTRA	ABSCISA (km)	PROFUNDIDAD (m)	MÁXIMA DENSIDAD (gr/cm <sup>3</sup> )	OPTIMA HUMEDAD (%)
1	0+000	0.60	1.472	13.625
2	0+500	0.60	1.587	15.037
3	1+000	0.60	1.613	17.437
4	1+500	0.60	1.328	15.441
5	2+000	0.60	1.636	16.725
6	2+500	0.60	1.565	15.632
7	3+000	0.60	1.466	13.414
8	3+500	0.60	1.591	15.275
9	4+000	0.60	1.489	15.690
10	4+500	0.60	1.573	14.050
11	5+000	0.60	1.557	16.931
12	5+500	0.60	1.593	17.410
13	6+000	0.60	1.379	15.508
14	6+200	0.60	1.460	11.198

**RESULTADOS ENSAYOS DE CBR, EN ESTADOS DE HUMEDAD NATURAL.**

**Elaborado por:** Roberto Paguay – Romel Alarcón

**Tabla 36:** Cálculo de CBR de diseño.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**



**CUADRO DE RESUMEN**

**ENSAYO DE CBR**

**PROYECTO:** REDISEÑO DE LA VÍA PUNGAL – PULUG – COCHAPAMBA – LOMA EL CHOAL

**PROVINCIA:** Chimborazo

**CANTÓN:** Guano

**PARROQUIA:** San Isidro de Patulú

**Elaborado por:**

Romel Alarcón – Roberto Paguay

N° MUESTRA	ABSCISA (Km)	PROFUNDIDAD (m)	CBR (95 % yd máx.) 0.1"	CBR (95 % yd máx.) 0.2"
1	0+000	0.60	12.671	18.737
2	0+500	0.60	13.992	16.138
3	1+000	0.60	13.611	15.617
4	1+500	0.60	15.750	18.171
5	2+000	0.60	13.197	16.030
6	2+500	0.60	13.372	16.138
7	3+000	0.60	11.149	13.432
8	3+500	0.60	8.504	11.225
9	4+000	0.60	11.214	16.032
10	4+500	0.60	10.666	12.017
11	5+000	0.60	10.138	11.606
12	5+500	0.60	12.549	14.602
13	6+000	0.60	11.085	15.814
14	6+200	0.60	17.705	25.339

**Elaborado por:** Roberto Paguay – Romel Alarcón.

## CAPITULO IV

### 4. DISCUSIÓN

#### DISCUSIÓN

Para la evaluación del diseño geométrico de la Carretera Pungal – Pulug – Cochapamba – Loma el Chocal se tomó en cuenta los factores más importantes como son: sección transversal, drenaje, calidad de la capa de rodadura, y el trazado geométrico.

En base al Análisis de los alineamientos horizontales y verticales obtenidos previamente por la franja topográfica del camino, se obtuvieron las características topográficas y geométricas de la carretera, y se logró demostrar las deficiencias en sus alineamientos y radios de giro.

Para determinar el T.P.D.A, lo ideal fue disponer de los datos de dos estaciones de conteo que permitan conocer las variaciones diarias, y estacionales. Además convendría disponer del registro de datos de un período de varios años que proporcione una base confiable para pronosticar el crecimiento de tráfico que se puede esperar en el futuro. Como no es usual ni práctico tener estaciones permanentes en todas las rutas, se puede estimar en una primera semana el T.P.D.A, semanal, efectuando montajes por muestreo de 12 horas diarias, durante 7 días incluyendo un sábado y domingo. En lo posible, las muestras semanales que se obtengan deberán corresponder a los meses y semanas más representativos del año, con el objeto de tomar en cuenta las variaciones estacionales máximas y mínimas.

Los resultados que se obtienen en las investigaciones de campo, son procesados con el objeto de conocer la carretera; es decir determinamos la clase de carretera usando para el mismo el T.P.D.A proyectado, nos da en evidencia que es una carretera de *Clase C3 (Agrícola / Forestal) según la nueva Norma Ecuatoriana Vial (NEVI-12- MTOP)* caracterizada por la zona rural existente en la zona, muchos de estos parámetros nos ayudan a determinar qué cantidad de flujo vehicular puede existir en el futuro y así poder plantear mejoras o nuevos diseños.

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

La predicción de tráfico sirve, además, para indicar cuando una carretera debe mejorar su superficie de rodadura o para aumentar su capacidad; esto se hace mediante la comparación

entre el flujo máximo que puede soportar una carretera. En la realización de los estudios para el diseño geométrico de un camino es de suma importancia la topografía del terreno, siendo este un factor determinante en la elección de los valores de los diferentes parámetros en su diseño.

Referente a la velocidad de diseño en el estado actual de la carretera la misma que se eligió en función de las condiciones físicas y topográficas del terreno, de la importancia del camino, los volúmenes del tránsito y uso de la tierra, tratando de que su valor fue de *40 K.P.H.* este es el máximo compatible con la seguridad, eficiencia, desplazamiento y movilidad de los vehículos. Con esta velocidad se calculan los elementos geométricos de la vía para su alineamiento horizontal y vertical.

Los alineamientos verticales no presentan cualidades de diseño realizados encontrándose pendientes que van desde 0.01% hasta un 15.60% permitiendo que existan curvas verticales de radios que van desde 2.70 m. hasta 101.10 m los mismos que pueden ser analizado en vista a la velocidad de circulación permitiendo que su radio mínimo sea de 25 m utilizando la ecuación de la Norma Ecuatoriana Vial ya analizada.

Investigando sobre los estudios previos de la carretera, no existen estudios de la construcción o ejecución de esta vía, se puede constatar que no se le da la prioridad necesaria a las carreteras en la zona rural, sin desmerecer el interés de mejoramiento que desea la comunidad.

## **INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

### **ESTUDIO DE LA SUB RASANTE.**

Se refiere a las condiciones del suelo de fundación o sub rasante, sobre el cual irán las distintas capas de la estructura del pavimento.

Dependiendo de las características de esta, se determinará los distintos espesores de la estructura, en una relación inversa; puesto a mejor calidad de la sub rasante es menor el espesor de las capas de la estructura y de la misma manera inversamente.

Se presentó las diferentes tablas de resúmenes de la características principales de los ensayos de suelos realizados en la vía; estos son ensayos de Humedad natural, límite líquido, límite plástico, índice de plasticidad, clasificación de suelos S.U.C.S, granulometrías, densidad máxima, humedad optima, CRB, entre las principales.

- **ENSAYO DE GRANULOMETRÍA:**

Debido a la gran variedad de suelos que se presentan en la naturaleza, se han desarrollado algunos métodos para clasificación. Dos de los más usados en nuestro medio son: el Sistema Unificado de Clasificación de suelos (S.U.C.S.), y el Triángulo de Clasificación de la División del Valle Bajo del Mississippi, del Cuerpo de Ingenieros de Estados Unidos de América, además, otras clasificaciones de suelos. Sólo se analizará el primer método S.U.C.S en este estudio, analizaremos los resultados de la *(Tabla 34: Resultado de los Ensayos Granulométricos e Índice de plasticidad en el Proyecto)*

Mediante la utilización de la carta de plasticidad se procedió a graficar y se determinó su nomenclatura **SM** (Limos inorgánicos con polvo de roca, ligeramente plásticos.) además se aprecia en la tabla que el límite líquido es menor al 50% en todas las muestras de la vía, por este motivo es de baja comprensibilidad **L**

De acuerdo con el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (S.U.C.S.) mediante los datos obtenidos en el ensayo de granulometría el porcentaje de material que es retenido el tamiz #200 es mayor al 50%, se le considera material grueso.

Ahora bien, como por el tamiz #4 pasa más del 50% de la parte gruesa, se le considera como *(S) Arena* y como el coeficiente de uniformidad es mayor que 4 y el coeficiente de curvatura es menor de uno se debe combinar los símbolos W-P.

**Tipo de suelo:** Arenas Limosas ligeramente plásticas, de baja comprensibilidad, además tiene una combinación entre bien graduados y mal graduados. **(S.M.L.W. ó P.)**

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACION DE SUELOS (S.U.C.S.)

DIVISION MAYOR	SUBDIVISION	NOMBRES TÍPICOS	CRITERIO DE CLASIFICACION EN EL LABORATORIO	
SUELOS DE PARTICULAS GRUESAS Más de la mitad del material es retenido en la malla núm. 200	GRAVAS MAS DE LA MITAD DE LA FRACCION GRUESA PASA POR LA MALLA No. 4 PARA CLASIFICACION VISUAL PERO DESPUESES DE CANTIDAD APLICABLE DE PARTICULAS FINAS	GW	Gravas bien graduadas, mezclas de grava y arena con poco o nada de finos.	
		GP	Gravas mal graduadas, mezclas de grava y arena con poco o nada de finos.	
	ARENAS MAS DE LA MITAD DE LA FRACCION GRUESA PASA POR LA MALLA No. 4 PARA CLASIFICACION VISUAL PERO DESPUESES DE CANTIDAD APLICABLE DE PARTICULAS FINAS	GM	Gravas limosas, mezclas de grava, arena y limo.	
		GC	Gravas arcillosas, mezclas de grava, arena y arcilla.	
	SUELOS DE PARTICULAS FINAS	SW	Arenas bien graduadas, arena con grava, con poco o nada de finos.	
		SP	Arenas mal graduadas, arena con grava, con poco o nada de finos.	
	SUELOS DE PARTICULAS FINAS	SM	Arenas limosas, mezclas de arena y limo.	
		SC	Arenas arcillosas, mezclas de arena y arcilla.	
	SUELOS DE PARTICULAS FINAS Las partículas de 0.075 mm de diámetro (malla no. 200) son, aproximadamente, las más pequeñas visibles a simple vista.	LIMOS Y ARCILLAS LÍMITE LÍQUIDO MENOR DE 50%	ML	Limos inorgánicos, polvo de roca, limos arenosos o arcillosos ligeramente plásticos.
			CL	Arcillas inorgánicas de baja y media plasticidad, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas pobres.
OL			Limos orgánicos y arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad.	
LIMOS Y ARCILLAS LÍMITE LÍQUIDO MAYOR DE 50%		MH	Limos inorgánicos, limos nacidos a distensiones, limos elásticos.	
		CH	Arcillas inorgánicas de alta plasticidad, arcillas tenaces.	
		OH	Arcillas orgánicas de media a alta plasticidad, limos orgánicos de media plasticidad.	
SUELOS ALTAMENTE ORGÁNICOS		Pt	Turba y otros suelos altamente orgánicos.	

CRITERIO DE CLASIFICACION EN EL LABORATORIO	
Coeficiente de uniformidad $C_u$ : mayor de 4 Coeficiente de curvatura $C_c$ : entre 1 y 3 $C_u = (D_{60}/D_{10})$ $C_c = (D_{30})^2 / (D_{10} \cdot D_{60})$	NO SATISFACEN TODOS LOS REQUISITOS DE GRADUACION PARA GW
Límites de Atterberg abajo de la "Línea A" o I.P. menor que 4	Arriba de la "Línea A" y con I.P. entre 4 y 7 son casos de frontera que requieren el uso de símbolos dobles.
Límites de Atterberg arriba de la "Línea A" con I.P. mayor que 7	Límites de Atterberg arriba de la "Línea A" con I.P. mayor que 7
$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$ mayor de 8, $C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \cdot D_{60}}$ entre 1 y 3	No satisfacen todos los requisitos de graduación para SW
Límites de Atterberg abajo de la "Línea A" con I.P. menor que 4	Arriba de la "Línea A" y con I.P. entre 4 y 7 son casos de frontera que requieren el uso de símbolos dobles.
Límites de Atterberg arriba de la "Línea A" con I.P. mayor que 7	Límites de Atterberg arriba de la "Línea A" con I.P. mayor que 7

**EQUIVALENCIA DE SÍMBOLOS**  
 G = GRAVAS, M = LIMO, S = ARENAS, C = ARCILLAS, O = SUELOS ORGÁNICOS.  
 W = BIEN GRADUADOS, P = MAL GRADUADOS, PL = TURBA  
 L = BAJA COMPRESIBILIDAD, H = ALTA COMPRESIBILIDAD

**CARTA DE PLASTICIDAD**  
 PARA LA CLASIFICACION DE SUELOS DE PARTICULAS FINAS EN LAS

The figure shows a Plasticity Chart with Liquid Limit (LÍMITE LÍQUIDO) on the x-axis (0 to 100) and Plasticity Index (ÍNDICE PLÁSTICO) on the y-axis (0 to 60). A diagonal line represents the A-line (I.P. = 0.73(L.L. - 20)). A horizontal line represents the U-line (I.P. = 0.009(L.L. - 8)). The chart is divided into regions for different soil types: CL (arcillas inorgánicas de baja y media plasticidad), CH (arcillas inorgánicas de alta plasticidad), ML (limos inorgánicos), MH (limos inorgánicos), OL (limos orgánicos y arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad), OH (arcillas orgánicas de media a alta plasticidad), and Pt (suelos altamente orgánicos). The chart also indicates regions for 'BAJA' (low), 'MEDIA' (medium), and 'ALTA' (high) plasticity.

Figura 27: Clasificación de suelos, empleando el sistema (S.U.C.S)

Fuente: Mecánica de suelos Juárez Badillo

• ENSAYO DE COMPACTACIÓN (PROCTOR MODIFICADO):

El objetivo primordial de la compactación de los materiales es disminuir su compresibilidad y aumentar su estabilidad al someterlos a la acción de las cargas. Interpretación de la (Tabla 35: Valores de Compactación Modificada en las Abscisas correspondientes).

Este ensayo se realiza para determinar el grado de densidad máxima o Peso Específico Seco máximo en relación con la óptima humedad de este modo se establece un equilibrio de la sub

rasante al ser compactado; además es un dato esencial para calcular el CBR o Valor Relativo de Soporte.

- **ENSAYO DE C.B.R. (California Bearing Ratio):**

Se sabe que el valor relativo de soporte es un índice de resistencia al corte en determinadas condiciones de humedad y compactación en nuestro país se conoce como valores relativos de soporte, el normal (V.R.S. = C.B.R.) y el modificado (V.R.S.M.). El C.B.R. (California Bearing Ratio)=V.R.S. (Valor relativo de soporte) se determina bajo condiciones de saturación de la muestra compactada a su peso volumétrico seco máximo mientras que el V.R.S.M. (Valor relativo de soporte modificado) se determina reproduciendo determinados pesos volumétricos en condiciones diferentes de humedad y compactación. Interpretación de la *(Tabla 36: Cálculo de CBR de diseño)*

En nuestro caso se analizó el primer método (V.R.S. = C.B.R.) desde el punto de vista de su resistencia al corte del material que conforma la sub rasante natural; utilizando los criterios de pavimentos se comprobó que el valor de C.B.R se encuentra entre 10% - 20% en toda la longitud de la vía en estudio; definiendo de esta manera que la sub rasante está entre regular a buena; como consiguiente no será necesario emplear material de mejoramiento; además con estos datos obtenidos de soporte se encuentra el C.B.R de diseño, el cual mediante correlaciones nos da un valor de módulo de Resiliencia; como uno de los parámetros esenciales para diseñar la estructura del pavimento flexible que será utilizado en su construcción.

<b>C.B.R.(%)</b>	<b>Clasificación</b>
0 – 5	Subrasante muy mala
5 – 10	Subrasante mala
10 – 20	Subrasante regular a buena
20 – 30	Subrasante muy buena
30 – 50	Sub-base buenas
50 – 80	Base Buena
80 – 100	Base muy buena

*La relación entre el C.B.R. y la calidad del material para ser empleado en terracería*

## **CAPÍTULOS V**

### **5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1 CONCLUSIONES.**

- Con los resultados obtenidos del cálculo del tráfico diario y determinado los parámetros para el cálculo del TPDA del proyecto, este corresponde a un TPDA proyectado para 20 años de 337 vehículos/día.
- De acuerdo a las Norma Ecuatoriana Vial (NEVI – 12 – MTOP), en el conteo vehicular se pudo determinar que el TPDA proyectado se localiza entre 0-500 vehículos/día la cual corresponde a una vía de Clase C3 vía Agrícola / Forestal.
- La vía actual está desarrollada sobre una topografía ondulada, por cuanto existen pendientes que oscilan entre los valores absolutos 0.20 y 16.00%.
- De las más de 120 curvas aproximadamente, entre verticales y horizontales que existen en la vía actual, el 14.75 % de las curvas no cumplen con el radio mínimo que recomienda la Norma.
- Se desarrolló el estudio transversal de la vía existente que tiene un promedio de ancho de 4.35 m, la cual no cumple con las condiciones geométricas recomendada por la Norma Ecuatoriana Vial (NEVI – 12 – MTOP) para una vía de Clase C3 vía Agrícola/Forestal.

#### **5.2 RECOMENDACIONES.**

- De acuerdo con los resultados obtenidos en el cálculo del TPDA y mediante Norma Ecuatoriana Vial (NEVI – 12 – MTOP) se recomienda realizar el rediseño completo de la vía con las especificaciones de tipo C3.
- Se recomienda la construcción de nuevas alcantarillas, ya que en la vía existente existen su sistema de drenaje obsoleto por lo que ya han cumplido su vida útil las estructuras y su notable deterioro por la falta de mantenimiento.
- Se recomienda la provisión de señales de tránsito claras y bien definidas en relación con la velocidad máxima permisible y tipos de curvaturas.

- Se recomienda continuar con los estudios de la vía, a fin de beneficiar a los sectores aledaños proporcionando una mejor calidad de vida y facilitando la integración del sector al resto del país.

## CAPITULO VI

### 6. PROPUESTA

#### 6.1 TÍTULO DE LA PROPUESTA.

*Rediseño Geométrico de la carretera existente Pungal – Pulug – Cochapamba – Loma el Chocal de la Parroquia San Isidro de Patulú de la Provincia de Chimborazo.*

#### 6.2 INTRODUCCIÓN

El diseño geométrico es la parte más importante dentro de un proyecto de construcción o mejoramiento de una vía, pues allí se determina su configuración tridimensional, es decir, la ubicación y la forma geométrica definida para los elementos de la carretera; de manera que ésta sea funcional, segura, cómoda, estética, económica y compatible con el medio ambiente. En un diseño geométrico es importante analizar los factores correspondientes al tráfico, los mismo que nos permitirán dar las posibilidades de alternativa de solución para la vía, cabe analizar que el documento de propuesta se trata de dar soluciones a los problemas encontrados en el diseño analizado en los mismos cualidades geométricas que pueden mantenerse permanentes o propensos a cambios por factores de seguridad, estética, normativas.

#### 6.3 OBJETIVOS

##### 6.3.1 Objetivo general

Proveer el diseño para el mejoramiento de la vía existente Pungal – Pulug – Cochapamba – Loma el Chocal de la Parroquia San Isidro de Patulú Provincia de Chimborazo.

##### 6.3.2 Objetivo específicos.

- Efectuar el estudio del Tráfico T.P.D.A.
- Realizar el diseño Geométrico Vial.
- Efectuar el diseño de Obras Complementarias.
- Desarrollar el Análisis Económico.

Mediante el análisis del TPDA actual y del proyecto se estableció que corresponde a un tipo de vía Clase C3 camino agrícola / forestal, ya que el TPDA del proyecto y proyectado a 20 años se encuentra entre 0-500 vehículos diarios.

**Tabla 37:** Clasificación jerárquica de vías.

FUNCIÓN	CLASIFICACIÓN FUNCIONAL	TPDA (Año FINAL DE DISEÑO)
carretera de 2 carriles	C1	1000 – 8000
	C2	500 – 1000
	C3	0 – 500

\*Valores referenciales para elegir el tipo de vía

C1= Equivale a carretera e media capacidad.

C2= Equivale a carretera convencional básica y camino básico

C3= Camino agrícola /forestal

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

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

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

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

**Fuente:** Norma Ecuatoriana Vial (NEVI – 12 – MTOP) Volumen 2A.

La propuesta del proyecto, es el re-diseño de la carretera de acuerdo a las normas establecidas por el Ministerio de Transporte y Obras Públicas. A continuación se detallaran los parámetros utilizados para el re-diseño: Las curvas horizontales están diseñadas de acuerdo a las normas vigentes NEVI-12-MTOP según el Volumen 2A de la Pág. 131

## 6.4 CRITERIOS DE DISEÑO

### 6.4.1 FACTORES QUE INTERVIENEN EN EL DISEÑO HORIZONTAL

El diseño horizontal y vertical de una carretera deberá estar coordinado de forma que el usuario pueda circular por ella de manera cómoda y segura. Concretamente, se evitará que circulando a la velocidad de diseño, se produzcan pérdidas visuales de trazado, definida ésta como el efecto que sucede cuando el conductor puede ver, en un determinado instante, dos tramos de carretera, pero no puede ver otro situado entre los dos anteriores.

Las limitaciones de los vehículos y de los conductores, deben regir el diseño horizontal de la vía, la misma que debe ser eficiente en el día y en la noche, en épocas de invierno y verano, satisfacer el tráfico actual y futuro. Los factores que intervienen en el diseño de una vía son:

- Factor humano
- Factor vehicular
- Factor vial

- **FACTOR HUMANO.**

**Limitaciones físicas:** eficiencia, visión, cálculo, percepción, reacción y fatiga.

**Características del conductor:** después que los ojos de una persona registran un obstáculo, hay un tiempo hasta que se produce la reacción muscular adecuada, el mismo que se denomina tiempo de reacción, este valor varía según la persona y su estado físico. A este se suma el tiempo de percepción, el tiempo resultante oscila de 2 a 3 seg.

**La modalidad de los conductores:** Un conductor no ajusta la velocidad de su vehículo a la importancia que reviste un camino en el proyecto, sino a las limitaciones que le imponen las características del lugar o del tránsito y a sus propias necesidades o urgencias. Circula a una velocidad baja cuando existen motivos evidentes de tal necesidad. Como consecuencia de lo anterior existe una tendencia a viajar a una velocidad elegida instintivamente, la que puede ser alta para el camino, dado que al proyectar se debe preferirse un valor que corresponda al deseo de la mayoría de los usuarios y acorde a la topografía del sector.

- **FACTOR VEHICULAR.**

**Limitaciones de diseño.-** Los vehículos dependiendo del trabajo en el que se requiera, presentan sus propias características de diseño, que son: largo, ancho, alto, peso y potencia.

**Limitaciones de operación.-** Las dimensiones propias de cada vehículo, influye en las dificultades de maniobra, tales como: visibilidad, velocidad, radio de giro y funcionamiento.

- **FACTOR VIAL.**

- Velocidad de diseño.
- Radio de curvatura horizontales.
- Distancias de Visibilidad de parada.
- Gradientes
- Sobreanchos.
- Espaldones o bermas.
- Drenajes
- Señalamientos.

#### **6.4.2 DISEÑO EN PLANTA.**

El diseño geométrico en planta de una carretera está compuesto fundamentalmente de tangentes, curvas circulares y espirales, en las rectas es posible lograr un movimiento uniforme del vehículo, buena visibilidad para el conductor, seguridad y un menor consumo de combustible; las rectas presentan problemas para la circulación vehicular cuando son excesivamente largas, la monotonía produce cansancio constituyéndose en un peligro, pudiendo influir en los valores de los tiempos de reacción y percepción.

La imperiosa necesidad de salvar los accidentes topográficos que presenta el terreno, obliga a intercalar curvas entre las alineaciones rectas, esto da origen a la fuerza centrífuga y la falta de visibilidad; la fuerza centrífuga genera el deslizamiento transversal y la probabilidad del vuelco del vehículo, por estas y muchas razones las curvas hay que proyectarlas cumpliendo una serie de normas.

Definición de los elementos que forman parte de la geometría de la vía.

**Eje del camino:** Es la línea media contenida en la calzada.

**Calzada:-** Es el sector de la sección transversal del camino destinado a la circulación de los vehículos.

**Espaldón:-** Es el sector de la sección transversal que limita con la calzada y el inicio de cunetas.

**Cuneta:-** Es el sector de la sección transversal dispuesto para recoger y conducir el agua proveniente de la precipitaciones.

**Obra Básica:-** Se designa con este nombre al cuerpo del camino que incluye a más de la sección transversal, el ancho de los taludes.

### 6.4.3 VELOCIDAD DE DISEÑO

Esta velocidad se elige en función de las condiciones físicas y topográficas del terreno, de la importancia del camino, los volúmenes del tránsito y uso de la tierra, tratando de que su valor sea el máximo compatible con la seguridad, eficiencia, desplazamiento y movilidad de los vehículos. Con esta velocidad se calculan los elementos geométricos de la vía para su alineamiento horizontal y vertical. Determinados el TPDA y el tipo de carretera a diseñar; se elige la velocidad de diseño que depende de la intensidad del tráfico, topografía y factores económicos.

Se deberá tomar en cuenta para escoger la velocidad de diseño el tipo de camino a diseñar:

**Tabla 38:** Velocidad de diseño de acuerdo a la topografía del terreno y tipo de vía.

Velocidades de diseño. Adoptadas por el M.T.O.P en K.P.H			
Clasificación funcional.	TPDA (año final de diseño)	Recomendable	Absolutas
C3	0 - 500	40	25

\*Valores referenciales para elegir las velocidades de diseño de la vía

**Fuente:** Norma Ecuatoriana Vial (NEVI - 12 - MTOP).

La velocidad que se emplea en el proyecto actual es de 40 Km/h.

### 6.4.4 VELOCIDAD DE CIRCULACIÓN.

La velocidad de circulación o de operación es la velocidad real de un vehículo a lo largo de una sección específica de carretera, se obtiene de dividir la distancia recorrida por el vehículo para el tiempo empleado.

La velocidad de circulación de los vehículos en un camino, es una medida de la calidad del servicio que el camino proporciona a los usuarios, por lo tanto, para fines de diseño, es

necesario conocer las velocidades de los vehículos que se espera circulen por el camino para diferentes volúmenes de tránsito.

La **AASHTO** (Asociación Americana de Oficiales de Carreteras Estatales y Transportación) recomienda calcular como un porcentaje de la velocidad de diseño bajo el siguiente criterio:

Para volúmenes de tráfico bajos (TPDA < 1.000) se usará la siguiente ecuación:

$$V_c = 0,80 * V_d. + 6,5$$

Y para volúmenes de tráfico intermedios (1000 < TPDA < 3000)

$$V_c = 1,32 * V_d^{0.89}$$

T.P.D.A. < 1000 Se utiliza la expresión:

$$V_c = 0,80 * V_d. + 6,5$$

En donde:

$V_c$  = Velocidad de circulación, expresada en kilómetros por hora.

$V_d.$  = Velocidad de diseño, expresada en kilómetro por hora

Por ende el proyecto actual es para volúmenes de tráfico que oscilan entre (0 – 500) vehículos día:

T.P.D.A.= 337 Vehículos / día < 1 000 Vehículos / día

$$V_c = 0,8 V_d + 6,5$$

Utilizando la expresión:

$$V_c = 0,8 (40 \text{ km/h}) + 6.5$$

$$V_c = 38.5 \text{ km/h}$$

Donde la velocidad de circulación actual de 38.5 km/h

**Tabla 39:** Relación de velocidad de operación con la velocidad de diseño para carreteras de dos carriles.

VELOCIDAD DE DISEÑO KM/H	VELOCIDAD DE OPERACIÓN PROMEDIO - KM/H VOLUMEN DE TRANSITO		
	BAJO	MEDIO	ALTO
40	38	35	33
50	47	42	40
60	56	52	45
70	63	60	55
80	72	65	60
100	88	75	-

**Fuente:** Norma Ecuatoriana Vial (NEVI - 12 - MTOP).

#### 6.4.5 ALINEAMIENTO HORIZONTAL

El alineamiento horizontal deberá permitir la circulación ininterrumpida de los vehículos, tratando de conservar la misma velocidad directriz en la mayor longitud de carretera que sea posible.

En general, el relieve del terreno es el elemento de control del radio de las curvas horizontales y el de la velocidad directriz. La velocidad directriz, a su vez, controla la distancia de visibilidad.

Los elementos que integran esta proyección son:

- Tangentes seguida por curva horizontal
- Alineamiento compuesto de tangente y curva horizontal y vertical

La proyección del eje en un tramo recto, define la tangente y el enlace de dos tangentes consecutivas de rumbos diferentes se efectúa por medio de una curva. El establecimiento del alineamiento horizontal depende de:

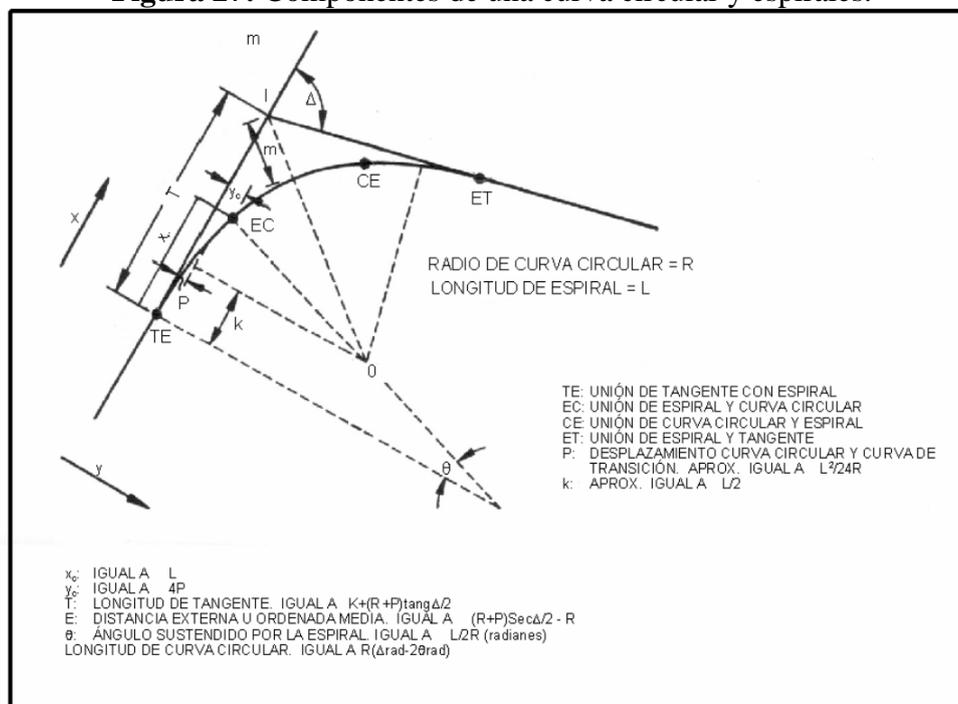
- La topografía
- Características hidrológicas del terreno
- Condiciones del drenaje
- Características técnicas de las subrasante
- Potencial de los materiales locales

### 6.4.5.1 CURVAS HORIZONTALES DE TRANSICIÓN

Para dar seguridad al recorrido de los vehículos desde una sección en recta o tangente de una carretera a una determinada curva horizontal circular, los conductores desarrollan a su manera y en ocasiones invadiendo el carril vecino, una curva que podría denominarse de transición. En los nuevos diseños se ha vuelto práctica común intercalar una curva de transición, que facilite a los conductores el recorrido seguro y cómodo de la curva, manteniendo el vehículo inscrito dentro de su carril y sin experimentar la violencia de la fuerza centrífuga que es propia de la circulación por dicha curva. El requerimiento especial de una curva de transición consiste en que su radio de curvatura pueda decrecer gradualmente desde el infinito en la tangente que se conecta con la espiral (TE) hasta el final de la espiral en su enlace con la curva circular (EC).

En la situación de salida de la curva circular hacia la espiral (CE), se produce el desarrollo inverso hasta el contacto de la espiral con la tangente (ET). Esta condición produce un incremento y decremento gradual de la aceleración radial, que es bastante deseable en diseño. No cabe lugar a dudas de que la utilización de curvas en espiral mejora la apariencia y la circulación en una carretera.

**Figura 27:** Componentes de una curva circular y espirales.



**Fuente:** Norma Ecuatoriana Vial (NEVI – 12 – MTOP)

Existen varios métodos para calcular la longitud de la curva de transición en espiral. El primero fue desarrollado por Shortt en 1909, para aplicarse al diseño de curvas horizontales

para ferrocarriles, aplicándose después al diseño de curvas de carreteras. La longitud mínima de transición de la espiral ( $L_e$ ), se expresa de la siguiente forma:

$$L_e = 0.0702 (V^3/RC) \quad (\text{Sistema Métrico})$$

Dónde:

V = Velocidad en kilómetros por hora

R = Radio central de la curva, en metros

C = Tasa de incremento de la aceleración centrípeta, en  $m/seg^3$

Las longitudes mínimas de espirales, para los radios mínimos que gobiernan la velocidad de diseño, van desde 20 metros para velocidades de 30 kilómetros por hora y radios mínimos de 25 metros, hasta 60 metros para velocidades de 70 kilómetros por hora y radios mínimos de 160 metros.

El alineamiento horizontal está constituido por una serie de líneas rectas, definidas por la línea preliminar, enlazados por curvas circulares o curvas de grado de curvatura variable de modo que permitan una transición suave y segura al pasar de tramos rectos a tramos curvos o viceversa. Los tramos rectos que permanecen luego de emplear las curvas de enlace se denominan también tramos en tangente y pueden llegar a ser nulos, es decir, que una curva de enlace quede completamente unida a la siguiente.

Al cambiar la dirección de un alineamiento horizontal se hace necesario, colocar curvas, con lo cual se modifica el rumbo de la vía y se acerca o se aleja este del rumbo general que se requiere para unir el punto inicial con el final. Este cambio de dirección es necesario realizarse por factores diferentes:

**Topográfico:** Con el fin de acomodar el alineamiento a la topografía y evitar cortes o rellenos excesivos, minimizando costos y evitando inestabilidades en los cortes o en los rellenos.

**Construcciones existentes y futuras:** Para lograr salvar inmuebles existentes que tienen los terrenos por donde pasa la vía.

**Hidráulico:** Permitiendo cruzar una corriente de agua mediante una estructura de modo que quede construida en un buen sitio.

### 6.4.5.2 TANGENTES INTERMEDIA MÍNIMA EN CURVAS ESPIRALES

El MTOP recomienda en este caso una tangente intermedia mínima dada por la siguiente ecuación:

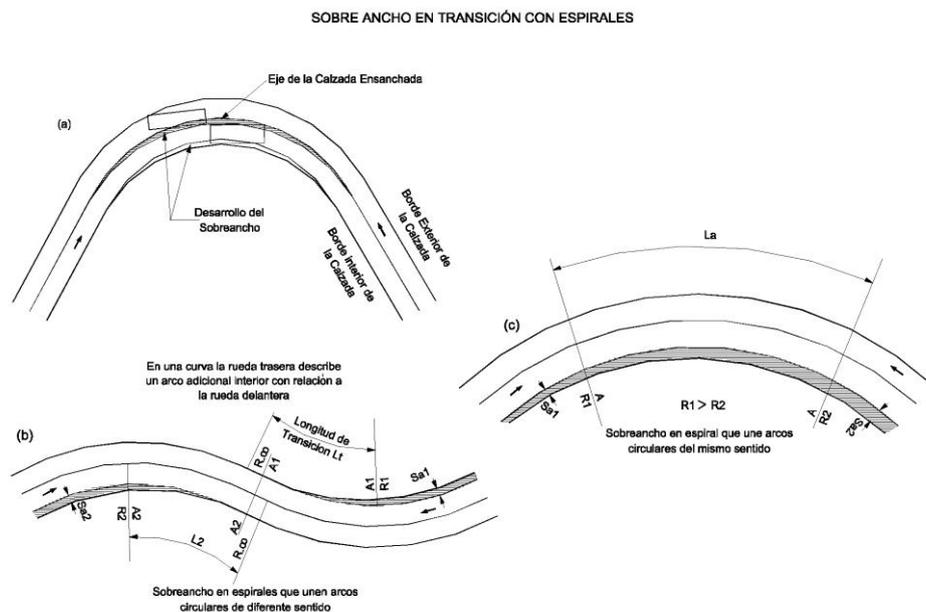
$$T_{mín} = \frac{L_{Ta} + L_{Tp}}{2} * 10$$

*Dónde:*

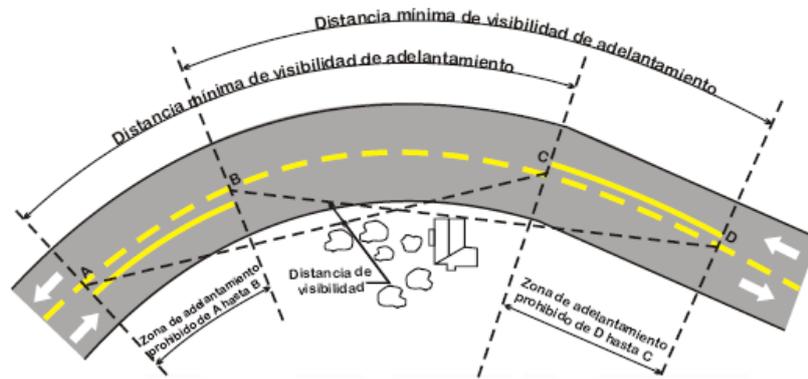
$L_{Ta}$ : longitud de desarrollo del peralte (curva anterior)

$L_{Tp}$ : Longitud de desarrollo del peralte (curva posterior)

La longitud mínima de una tangente está condicionada por la seguridad. Las tangentes son causa potencial de accidentes, debido a la somnolencia que produce al conductor mantener concentrado su atención en puntos fijos del camino durante mucho tiempo, o bien, porque favorecen los deslumbramientos durante la noche; por tal razón, conviene limitar la longitud de las tangentes, proyectando en su lugar alineamientos ondulados con curvas de gran radio. La longitud mínima de tangente entre dos curvas consecutivas está definida por la longitud necesaria para dar la sobre elevación y ampliación a esas curvas.



**Figura 28:** Tangente intermedia mínima.  
**Fuente:** Vías de Comunicación Misael Rivera



**Figura 30:** Distancia visibilidad en curva.  
**Fuente:** Vías de Comunicación Misael Rivera.

### 6.4.5.3 TANGENTE MÁXIMA

Para evitar problemas relacionados con el cansancio, deslumbramientos, excesos de velocidad, etc. es deseable limitar las longitudes máximas de las alineaciones rectas.

Siendo:

$$L_{\text{máx.}} = 20 * V_d.$$

$$L_{\text{máx.}} = 20 * 40$$

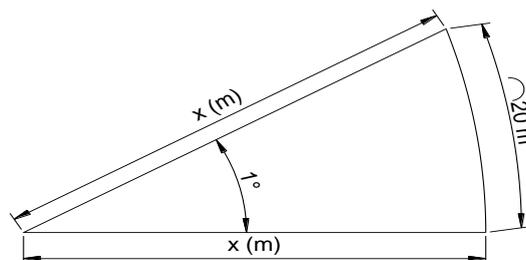
$$L_{\text{máx.}} = 800 \text{ m}$$

$L_{\text{máx.}}$ : Tangente Máxima (m)

$V_d$ .: Velocidad de diseño de la carretera (Km/h)

### 6.4.5.4 GRADO Y RADIO DE CURVATURA.

Para determinar el grado de curva o de curvatura ( $G_c$ ), es el ángulo sustentado en el centro de un círculo de radio R por un arco de 100 pies o de 20 metros, según el sistema de medidas utilizado. Para nuestro país, que se rigen por el sistema métrico, se utiliza la siguiente expresión para el cálculo de D:



**Figura 29:** Grado de Curvatura  
**Fuente:** Mantenimiento de caminos Pio Cueva Moreno.

$$G_c = \frac{20 * 360}{2\pi R} = \frac{1145.92}{R} \quad (1145.92 \text{ m es la distancia } x)$$

Igualando ambas expresiones para el radio tenemos:

$$G_c = \frac{145532(e + f)}{V^2}$$

Radio de Curvatura: Es el radio de la curva circular y se identifica como Rc su fórmula en función del grado de curvatura es:

$$R_c = \frac{1145.93}{G_c}$$

**Tabla 40:** Radio mínimo y grados máximos de curvas horizontales para distintas velocidades de diseño.

Velocidad de diseño (km/h)	Factor de fricción máxima	Peralte máximo 4%			Peralte máximo 6%		
		Radio (m)		Grado de curva	Radio (m)		Grado de curva
		Calculado	Recomendado		Calculado	Recomendado	
30	0.17	33.7	35	32'44"	30.8	30	38'12"
40	0.17	60	6	19'06"	54.8	55	20'50"
50	0.16	98.4	100	11'28"	89.5	90	12'44"
60	0.15	149.2	150	7'24"	135	135	8'29"
70	0.14	214.3	215	5'20"	192.9	195	5'53"
80	0.14	280	280	4'05"	252	250	4'35"
90	0.13	375.2	375	3'04"	335.7	335	3'25"
100	0.12	492.1	490	2'20"	437.4	435	2'38"
110	0.11	635.2	635	1'48"	560.4	560	2'03"
120	0.09	872.2	870	1'19"	755.9	775	1'29"
Velocidad de diseño (km/h)	Factor de fricción máxima	Peralte máximo 8%			Peralte máximo 10%		
		Radio (m)		Grado de curva	Radio (m)		Grado de curva
		Calculado	Recomendado		Calculado	Recomendado	
30	0.17	28.3	30	38'12"	26.2	25	45'50"
40	0.17	50.4	50	22'55"	46.7	45	25'28"
50	0.16	82	80	14'19'	75.7	75	15'17"
60	0.15	123.2	120	9'33'	113.4	115	9'58"
70	0.14	175.4	175	6'33'	160.8	160	7'10"
80	0.14	229.1	230	4'59'	210	210	5'27"
90	0.13	303.7	305	3'46'	277.3	275	4'10"
100	0.12	393.7	395	2'54'	375.9	360	3'11"
110	0.11	501.5	500	2'17'	453.7	455	2'31"
120	0.09	667	665	1'43'	596.8	595	1'56"

**Fuente:** Norma Ecuatoriana Vial (NEVI – 12 – MTOP)

En nuestro proyecto se usara los siguientes valores de Gc y Rc:

$$e = 8\% \quad f = 0.17 \text{ (ver tabla 37)} \quad Vd = 40 \text{ km/h}$$

$$Gc = \frac{145532 * (0.08 + 0.17)}{40^2} = 22.73^\circ$$

$$Rc = \frac{1145.92}{22.73^\circ} = 50.41m \approx 50m$$

## RADIO MÍNIMO

Es el menor valor que puede tener el radio de una curva horizontal, que posibilita la circulación de los vehículos con seguridad, a una velocidad de diseño dada, se la debe fijar, para asegurar que existe suficiente visibilidad y el evitar el deslizamiento transversal.

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

Dónde:

R: Radio mínimo de curvatura

V: Velocidad de proyecto

e: peralte

f: Coeficiente de fricción transversal

Estos valores de  $f$  varían en un rango de 0,15 a 0,40, De acuerdo con las experiencias de la: AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Oficiales), el valor de  $f$  correspondiente al peralte que viene dado por:

$$f = 0.19 - 0,0000626 * V$$

Es obvio que el valor del radio mínimo corresponde al máximo valor del peralte, siendo inversa la relación entre el radio y el peralte. Criterios para adoptar los valores del radio mínimo:

- Cuando la topografía del terreno es montañosa.
- En las aproximaciones a los cauces de accidentes orográficos e hidrográficos.
- En intersecciones comunes entre sí.

- En vías urbanas.

**NOTA:** Se podrá utilizar un radio mínimo de 15 m siempre y cuando se trate de:

- Aprovechar estructuras existentes.
- Relieve difícil y escarpado.
- Caminos de bajo costo.

En nuestro proyecto es:

$$Vd = 40 \text{ Km/h}$$

$$e_{\text{máx}} = 8\%$$

$$f = 0.17$$

$$Rc = 50 \text{ m (recomendado según NEVI - 12 - MOPT)}$$

#### **6.4.5.5 PERALTE DE CURVAS**

La sobre elevación o peralte, siempre se necesita cuando un vehículo viaja en una curva cerrada a una velocidad determinada, para contrarrestar las fuerzas centrifugas y el efecto adversó de la fricción que produce la llanta y el pavimento.

En los métodos de diseño del alineamiento horizontal, como el radio mínimo de curva o grado máximo de curva, la tasa de sobreelevación máxima o peralte máximo, los factores de fricción y las longitudes de transición mínima cuando se pasa de una tangente a una curva.

La expresión matemática desarrollada para tomar en cuenta estos factores y la velocidad de diseño, es la siguiente:

$$e + f = V^2/127 R$$

Dónde:

e= Tasa de sobreelevación en fracción decimal.

f = Factor de fricción lateral, que es la fuerza de fricción dividida por la masa perpendicular al pavimento.

V = Velocidad de diseño, en kilómetros por hora.

R = Radio de curva, en metros

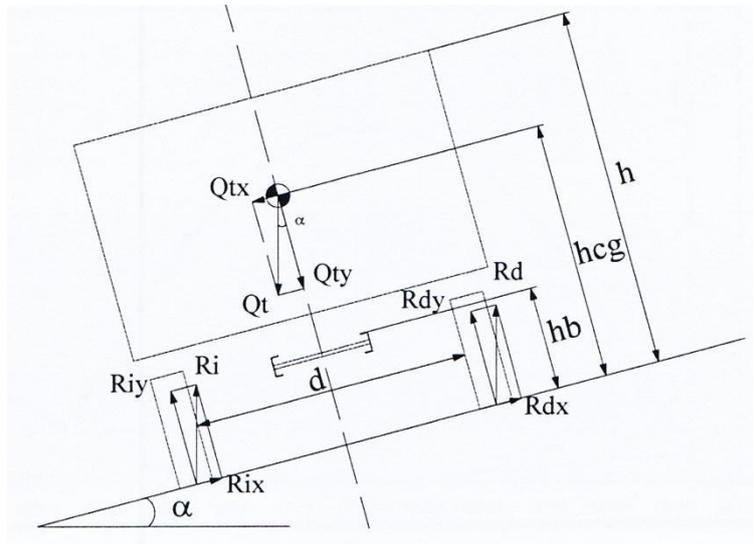
La AASHTO presenta factores de fricción lateral para tres tipos de carreteras, con variaciones entre 0.17 y 0.10 en función inversa de la velocidad para todo tipo de carreteras rurales y

urbanas con velocidades comprendidas entre 30 y 110 km/h, entre 0.30 y 0.16 para vías urbanas de baja velocidad, de 30 a 70 km/h, y entre 0.33 y 0.15 para tramos de giro en intersecciones a velocidades de 20 a 70 km/h.

**Tabla 41:** Tasa de sobre elevación en curvas

Tasa De Sobreelevación "e" en %	Tipo De Área
10	Rural Montañosa
8	Rural Plana
6	Suburbana
4	Urbana

**Fuente:** A Poly on Geometric Design of Highways and Streets



**Figura 30:** Estabilidad de vehículos en la curvas.  
**Elaborado por:** Roberto Paguay – Romel Alarcón

El uso del peralte provee comodidad y seguridad al vehículo que transita sobre el camino en curvas horizontales, sin embargo el valor del peralte no debe sobrepasar el máximo del 10% ya que un peralte exagerado puede provocar el deslizamiento del vehículo hacia el interior de la curva cuando el mismo circula a baja velocidad. Debido a estas limitaciones de orden práctico, no es posible compensar totalmente con el peralte la acción de la fuerza centrífuga en las curvas pronunciadas, siendo necesario recurrir a la fricción, para que sumado al efecto del peralte, impida el deslizamiento lateral del vehículo, lo cual se lo contrarresta al aumentar el rozamiento lateral.

En base a investigaciones realizadas, se ha adoptado el criterio de contrarrestar con el peralte aproximadamente el 55% de la fuerza centrífuga; el restante 45% lo absorbe la fricción lateral.

A continuación se muestra un cálculo tipo de la Sobreelevación que produce el peralte e:

**Datos:**

e = 8%

a = 6.00 m.

$$h = e * a$$

Dónde:

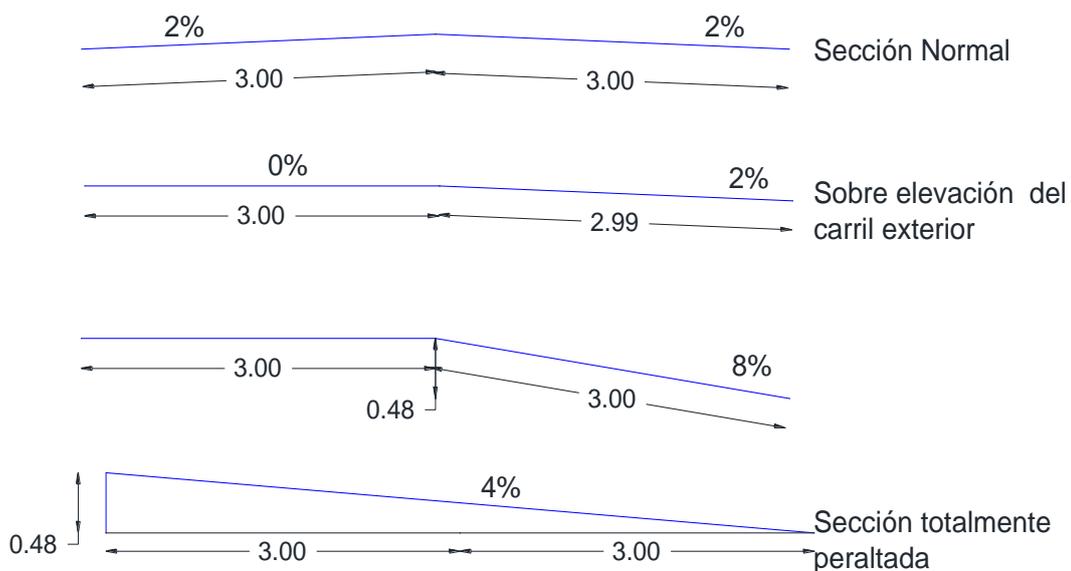
e = Peralte, %

a = Ancho de la calzada. En curva incluido el Sobreancho.

Entonces:

$$h = \left(\frac{8}{100}\right) * 6 m.$$

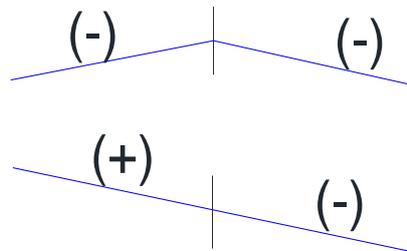
$$h = 0.48 m.$$



**Figura 31:** Cálculo tipo de sobre elevación en curvas.  
**Elaborado por:** Roberto Paguay – Romel Alarcón

- **Convención de peralte.**

El peralte positivo corresponde cuando se levanta el borde con respecto al eje y negativo cuando baja. Es importante tener en cuenta que en una curva el peralte eleva el borde externo y descende el eje interno.



**Figura 32:** Convención de peralte en curvas.

**Fuente:** Proyecto, Construcción, fiscalización y mantenimiento de caminos. Pio Cueva M.

- **Desarrollo de peralte.**

Cuando se presenta en el alineamiento horizontal una curva, es necesario modificar la inclinación transversal desde el bombeo hasta el peralte. Esta modificación en la inclinación transversal, que se debe realizar a lo largo de una longitud apropiada, se denomina transición del peralte y se puede desarrollar de tres maneras:

- Girando el pavimento de la calzada alrededor de su línea central o eje: Es el más empleado ya que permite un desarrollo más armónico, provoca menor distorsión de los bordes de la corona y no altera el diseño de la rasante.
- Girando el pavimento alrededor de su borde interior: Se emplea para mejorar la visibilidad de la curva o para evitar dificultades en el drenaje superficial de la carretera, en secciones en corte. Origina cambios en la rasante de la vía.
- Girando el pavimento alrededor de su borde exterior: Se usa cuando se quiere destacar la apariencia del trazado. Es el menos utilizado y el que genera mayores cambios en la rasante.

**Tabla 42:** Longitudes de desarrollo de la sobreelevación en carreteras de dos carriles.

PERALTE	LONGITUD DE TRANSICIÓN Y VELOCIDADES DE DISEÑO km/h							
	40	50	60	70	80	90	100	110
<b>Carriles hasta de 3.65 m</b>								
0.02	25	30	35	40	50	55	60	65
0.04	25	30	35	40	50	55	60	65
0.06	35	35	40	40	55	55	60	65
0.08	45	45	50	55	60	60	65	70
0.10	55	55	60	65	75	75	80	85
0.12	65	65	75	80	90	90	95	105

**Fuente:** Norma Ecuatoriana Vial (NEVI -12 – MTOP) Volumen 2A.

#### 6.4.5.6 LONGITUD DE TRANSICIÓN EN FUNCION DEL PERALTE

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

Se calcula la longitud “L” de desarrollo del peralte en función de la gradiente de borde “i”, cuyo valor se obtiene en función de la velocidad de diseño.

$$L = \frac{e * a}{2 * i}$$

Dónde:

L: Longitud de transición

e: Peralte

a: Ancho de calzada

i: Gradiente longitudinal

Para nuestro proyecto es:

e= 8%

a= 6 m

V= 40 Km/h

$$L = \frac{0.08 * 6}{2 * 0.0070}$$

$$L = 34.286m \approx 35 m$$

Para encontrar la longitud de bombeo o tangencial, podemos establecer por la siguiente relación:

$$X = \frac{p * a}{2 * i}$$

Dónde:

X: Longitud Tangencial

p: Pendiente transversal del camino, Generalmente 2%

i: Gradiente Longitudinal

Para nuestro proyecto es:

p= 2%

a= 6 m

V= 40 Km/h

$$X = \frac{0.02 * 6.00}{2 * 0.0070} \quad X = 8.57 \quad \approx \quad 8.60 \text{ m}$$

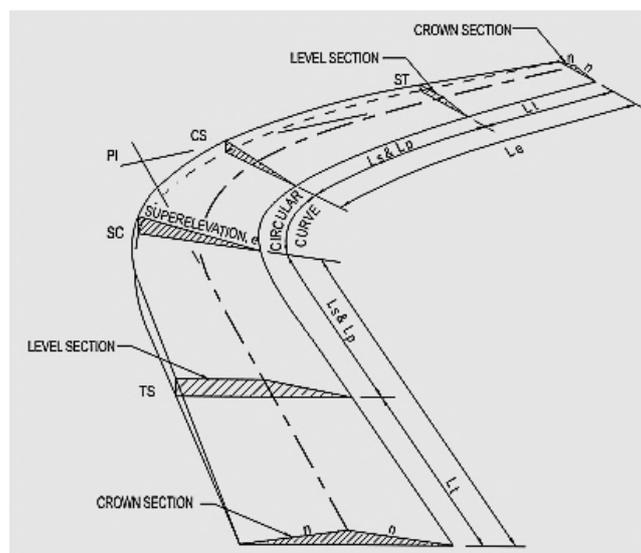
Longitud total de transición:

$$L_T = L + X$$

$$L_T = 35 + 8.60$$

$$L_T = 43.60 \text{ m} \approx 45 \text{ m}$$

L recomendado = 45 m



**Figura 33:** Diagrama de transición en curvas.

**Fuente:** Proyecto, construcción, fiscalización y mantenimiento de caminos. Pio Cueva M

**Tabla 43:** Gradiente longitudinal necesaria para el desarrollo del peralte

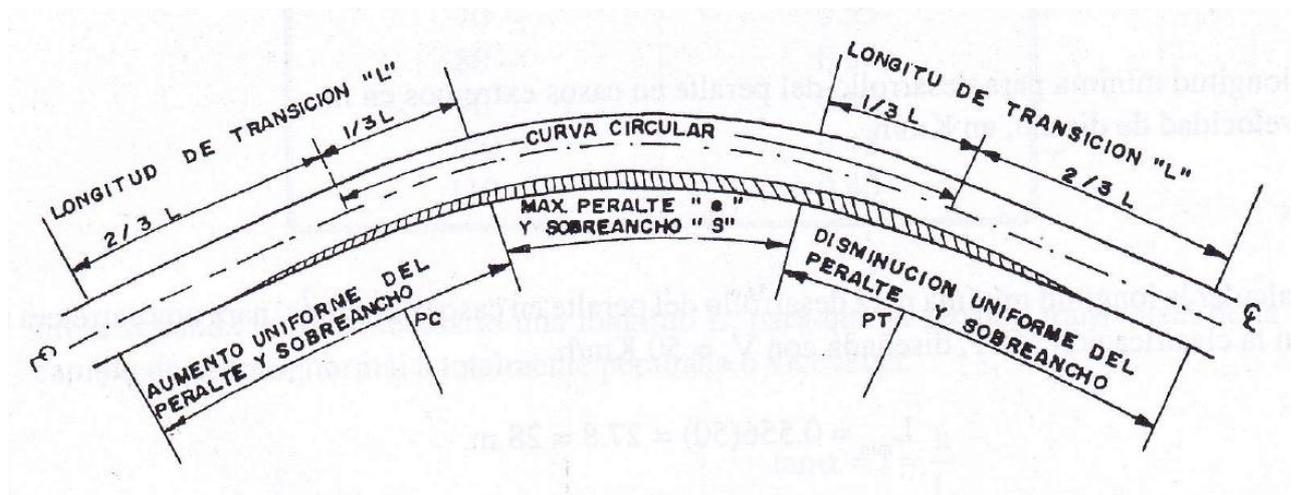
V <sub>D</sub> km/h	VALOR de (i), %	Máxima Pendiente Equivalente
20	0.80	1:125
25	0.78	1:129
30	0.75	1:133
35	0.73	1:138
40	0.70	1:143
50	0.65	1:154
60	0.60	1:167
70	0.55	1:182
80	0.50	1:200
90	0.47	1:213
100	0.43	1:233
110	0.40	1:250
120	0.37	1:270

**Fuente:** Normas de Diseño Geométrico de Carreteras MTOP

#### 6.4.5.7 DESARROLLO DE PERALTE EN CURVAS SIMPLES

En las curvas circulares, la transición del peralte se desarrolla una parte en tangente y otra parte en la curva. Por lo general 2/3, dentro de la tangente y 1/3 dentro de la curva, lo cual constituye un diseño más seguro.

El desarrollo del peralte, para el caso que se usen espirales se los hace dentro de la longitud de la espiral, a lo largo de toda su magnitud.



**Figura 34:** Transición del peralte y sobreebanco de una curva circular.

**Fuente:** Proyecto, Construcción, Fiscalización y Mantenimiento de Caminos Pio Cuevas M.

### 6.4.5.8 DESARROLLO DE PERALTE EN CURVAS ESPIRALES

El desarrollo de transición en curvas espirales tiene dos etapas:

En la primera hasta el TS o ST se produce el giro del plano de la sección transversal (calzada) hasta que el borde externo (carril exterior) quede a nivel de la horizontal y la otra mitad de la calzada con la pendiente transversal normal; 2%.

En la segunda etapa, el carril exterior a nivel con la horizontal empieza a levantarse gradualmente hasta alcanzar la sobre elevación máxima de la curva de transición en los puntos SC o CS, dada por  $h$  y que es la misma para los 2 lados a partir del eje del camino, la longitud total sobre la que tiene lugar la transición del peralte en esta segunda etapa está dada por  $L$ :

$$h = \frac{e * a}{2}$$

Dónde:

$e$  = peralte.

$a$  = ancho de calzada.

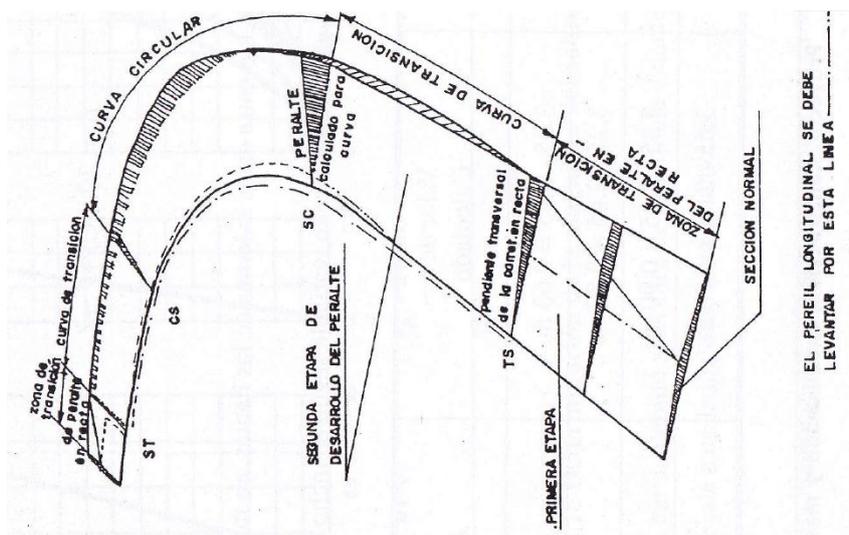
$$L = \frac{e * a}{2 * i}$$

Dónde:

$e$  = peralte.

$a$  = ancho de calzada.

$i$  = gradiente longitudinal.



**Figura 35:** Transición del peralte y sobreelevación de una curva espiral.

**Fuente:** Proyecto, Construcción, Fiscalización y Mantenimiento de Caminos Pío Cuevas M.

**Tabla 44:** Longitud de transición en función del peralte.

LONGITUD DE TRANSICIÓN EN FUNCIÓN DE PERALTE									
Velocidad de Diseño	Pendiente de borde %	Ancho de calzada 6.00 m (2 x 3.00)				Valor de la longitud Tangencial			
		Peralte (e)				Peralte (e)			
		0.1	0.08	0.06	0.04	0.1	0.08	0.06	0.04
20	0.800		30	23	15		8	8	8
25	0.775		31	23	15		8	8	8
30	0.750		32	24	16		8	8	8
35	0.725		33	25	17		8	8	8
40	0.700	55	45	35	25		9	9	9
50	0.650	55	45	35	30		9	9	9
60	0.600	60	50	40	35	10	10	10	10
70	0.550	65	55	40	40	11	11	11	11
80	0.500	75	60	50	50	12	12	12	12
90	0.470	75	60	55	55	13	13	13	13
100	0.430	80	65	60	60	14	14	14	14
110	0.400	85	70	65	65	15	15	15	15

**Fuente:** Norma Ecuatoriana Vial (NEVI – 12 – MTOP)

#### 6.4.5.9 LONGITUD DE TRANSICIÓN MÍNIMA

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

La longitud mínima de transición de la espiral ( $L_e$ ), se expresa de siguiente forma:

Dónde:

V = Velocidad en kilómetros por hora.

R = Radio central de la curva, en metros.

C = Tasa de incremento de la aceleración centrípeta, en  $m/seg^3$

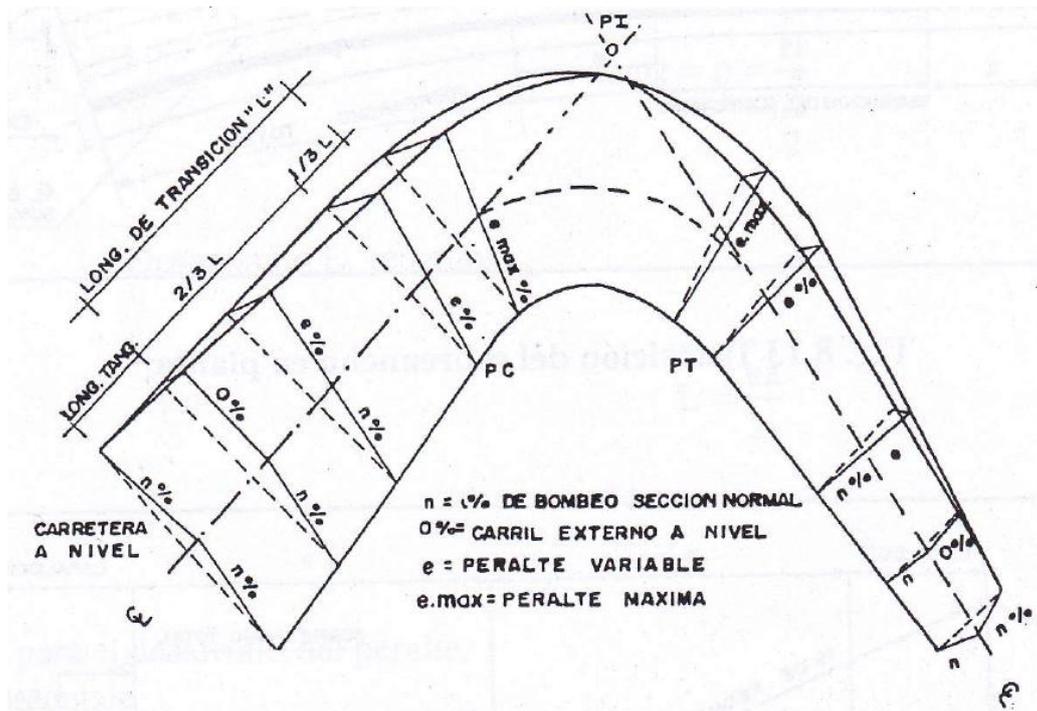
$$L_e = 0.0702 (V^3/RC) \text{ (sistema métrico)}$$

$$L_e = 0.0702 ( (40km/h)^3 / 50 * 1.11 )$$

$$L_e = 0.0702 ( (11.11m/s)^3 / (50m) * (1.11m/s^3) )$$

$$L_e = 1.73 \text{ m}$$

<b>Valores C</b>	1.2	1.11	1.02	0.93	0.84	0.75
<b>V. de Diseño Km/h</b>	30	40	50	60	70	80



**Figura 36:** Longitud de transición y sobreancho.

**Fuente:** Proyecto, Construcción, Fiscalización y Mantenimiento de Caminos Pio Cuevas M.

#### 6.4.5.10 CURVAS DE TRANSICIÓN

Son las curvas que unen al tramo de tangente con la curva circular en forma gradual, tanto para el desarrollo del peralte como para el del sobre ancho. La característica principal es que a lo largo de la curva de transición, se efectúa de manera continua, el cambio en el valor del radio de curvatura, desde infinito en la tangente hasta llegar al radio de la curva circular.

Se puede adoptar curvas espirales cuando se considere necesario o para la construcción de una nueva vía sin incurrir en los costos de construcción.

La transición en espiral facilita el movimiento del timón, evitando cambios abruptos en la aceleración radial, que causa mucha incomodidad al conductor y los pasajeros, ya que la fuerza centrífuga se va incrementando hasta la curva circular y disminuye a la salida en sentido inverso, hasta alcanzar de nuevo la tangente.

- **Curva espiral – circular – espiral (Clotoide o Espiral de Euler):**

Para calcular los elementos de una curva Espiral – Circular – Espiral se deben conocer inicialmente tres valores:

1. El delta de la curva ( $\Delta$ ) que se puede leer en el terreno, en el plano o en el computador de acuerdo al procedimiento utilizado.
2. El radio de la curva circular ( $R_c$ ) que se define a partir de los mismos parámetros y criterios que el de la curva circular simple.
3. La longitud espiral ( $L_e$ ) cuya longitud mínima se estudiará más adelante.

**Localización de curva Espiral – Circular – Espiral.**- Aunque existen diferentes formas de localizar una curva con espirales de transición, la manera tradicional y más apropiada de hacerlo es por medio de cuerdas y deflexiones.

Existe otro método que es el de las coordenadas cartesianas, es decir valores de X y Y, pero esto implica un mayor número de cálculos y un procedimiento más laborioso en el terreno ya que se deben ubicar inicialmente puntos a lo largo de la tangente, que serían los valores de X, y luego perpendiculares a estos puntos, correspondientes a los valores de Y. De todas maneras en los ejemplos que se presenten se calcularán los correspondientes valores de X y Y para las diferentes estaciones redondas de la espiral.

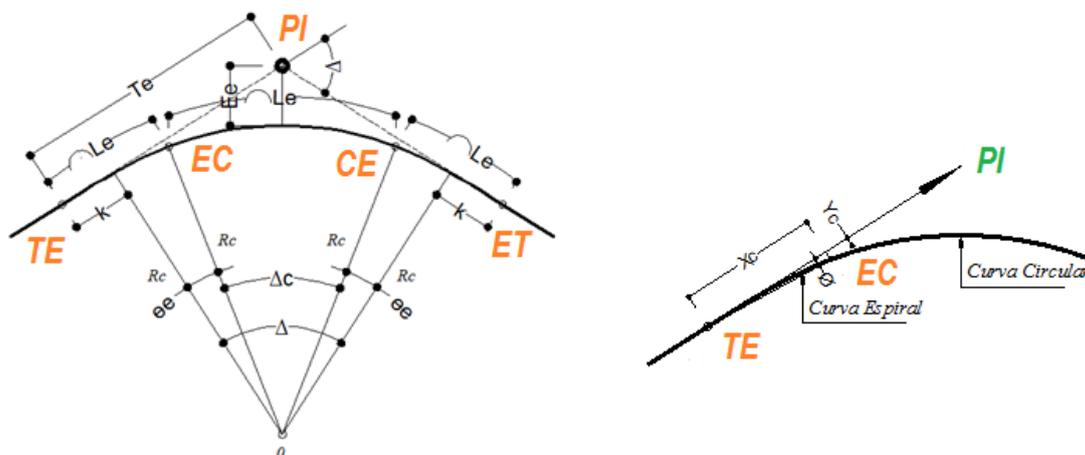
Un tercer método es el de las coordenadas absolutas o radiación desde un punto cualquiera. Esta metodología es apropiada cuando el terreno presenta una configuración topográfica tal que no permita localizar la curva por cuerdas y deflexiones y se debe ubicar un punto que permita un dominio visual para toda la curva. También es recomendable en proyectos de rectificación donde se hace necesario localizar el nuevo diseño desde puntos que no interrumpen el tránsito vehicular y además no pongan en peligro la integridad física de los trazadores. Se requiere para este procedimiento del uso de una estación total y de una calculadora programable o un computador que permita realizar los cálculos de una forma ágil y precisa.

A continuación se presenta la metodología para localizar la curva por el método de cuerdas y deflexiones:

1. Estando ubicado en el PI se mide el valor de la tangente,  $T_e$ , en dirección de los dos alineamientos que definen dicho PI. Se obtiene así la ubicación del TE y el ET.
2. Se traslada el equipo hacia el TE y con “ceros” en el PI se localizan todas las estaciones redondas de la primera espiral hasta llegar al EC. Esta localización se realiza con cuerdas y deflexiones, estas últimas calculadas previamente.
3. Se mide sobre la tangente (línea TE – PI) el valor de la tangente larga  $T_l$  determinando así la ubicación del  $PI_e$ . Luego se chequea el valor de la tangente corta  $T_c$  con el fin de verificar que la primera espiral ha sido bien localizada. La tangente corta es la distancia entre el  $PI_e$  y el EC.
4. Se ubica ahora el equipo en el EC y con el telescopio invertido y línea en el  $PI_e$  se transita 180 grados determinando así la línea de referencia para medir las deflexiones de la curva circular llegando así hasta el CE.
5. Finalmente se ubica el equipo en el ET y con línea en el PI se localiza la segunda espiral en sentido contrario al abscisado, es decir desde el ET al CE, obteniendo el error de cierre en este último.

### Elementos de la curva espiral – circular – espiral.

En la figura 37 se presenta todos los elementos que conforman la curva compuesta por una espiral de entrada, un arco circular central y una espiral de salida. Luego se define cada uno de los elementos indicados en la figura.



**Figura 37:** Curva espiral –espiral – circular de transición.  
**Fuente:** Norma Ecuatoriana Vial (NEVI -12 – MTOP).

**PI:** Punto de intersección de las alineaciones.

**TE:** Punto de empalme entre la tangente y espiral

**EC:** Punto de empalme entre la espiral y el arco circular.

**CE:** Punto de empalme entre el arco circular y la espiral.

**ET:** Punto empalme entre la espiral y la tangente.

**Rc:** Radio de curva circular.

**Le:** Longitud de curva espiral.

**Rc:** Radio de curvatura.

**Θe:** Delta o deflexión de curva espiral.

**Φ:** Angulo de la cuerda larga de la espiral.

**Δ:** Deflexión de la curva.

**Xc:** Coordenada X de la espiral en los puntos EC y CE

**Yc:** Coordenada Y de la espiral en los puntos EC y CE

**P:** Desplazamiento del arco circular con respecto a la tangente.

**Te:** Tangente de la curva. Distancia TE – PI y PI – ET.

**Ce:** Cuerda larga de la espiral. Línea que une TE con EE y EE con ET.

**K:** Abscisa Media. Distancia entre el TE y el punto donde se produce el disloque de la curva.

**Ee:** External.

**Δc:** Deflexión de la curva circular.

**Tl:** Tangente larga. Distancia entre TE o ET y PI.

**Tc:** Tangente corta. Distancia entre PI y EC o CE

**G:** Grado de curvatura circular.

**Lc:** Longitud de curva circular.

**Cc:** Cuerda larga circular.

**Ejemplos de cálculo de curva Espiral – Circular – Espiral.-** Inicialmente es bueno considerar que este tipo de curvas requiere del uso de una calculadora programable con el fin de agilizar tanto sus cálculos como su localización en el terreno. Primero que todo, debido a la gran cantidad de elementos que conforman una curva con espirales de transición incluyendo sus deflexiones, se requiere de un buen lapso de tiempo si se realiza con una calculadora convencional. Pero además se debe tener la seguridad de los valores obtenidos en el momento de localizar la curva, ya que si esta no cierra en el terreno, se puede tener la certeza de que el error ha sido durante la localización, porque de lo contrario la pérdida de tiempo sería considerable ya que si además de localizarla de nuevo se debe volver a calcular.

### Cálculo tipo de curva espiral – circular - espiral:

#### Datos:

Curva N° 23 Izquierda

Le =15 m

Rc =80 m

PI E= 752925.23

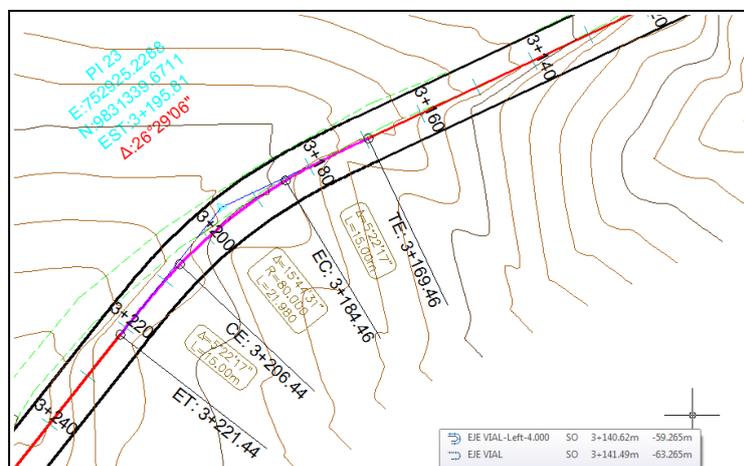
N= 9831339.67

Abscisa PI = 3+195.81

Velocidad de diseño= 40Km/h

$\Delta = 26^{\circ}29'06''$

C= 10m



**Figura 38:** Curva espiral – circular – espiral de transición abscisa 3+195.81 m.  
Elaborado por: Roberto Paguay – Romel Alarcón

#### Elementos curva espiral:

a) *Parámetro de la Clotoide*

$$A = \sqrt{Le * Rc}$$

$$A = \sqrt{15m * 80m}$$

$$A = 34.64 \text{ m.}$$

b) *Cálculo de X,Y (Coordenadas rectangulares desde TE)*

$$Xc = Le * \left[ 1 - \frac{\delta e^2}{10} + \frac{\delta e^4}{216} - \frac{\delta e^6}{9360} + \frac{\delta e^8}{685440} \right]$$

$$Xe = 14.99 \text{ m.}$$

$$Y_c = L_e * \left[ \frac{\delta e}{3} - \frac{\delta e^3}{42} + \frac{\delta e^5}{1320} - \frac{\delta e^7}{75600} \right]$$

$$Y_e = 0.47 \text{ m.}$$

c) *Ángulo al centro de la espiral de Longitud Le.*

$$\theta_e = \frac{90 * L_e}{\pi * R_c}$$

$$\theta_e = 5.371 \cong 5^\circ 22' 17''$$

d) *Abcisa del PC medida desde TE.*

$$K = X_c - R_c * (\text{Sen } \theta_e)$$

$$K = 7.50 \text{ m.}$$

e) *Desplazamiento del arco circular con respecto a la tangente.*

$$P = Y_c - R_c * (1 - \text{Cos } \theta_e)$$

$$P = 0.12 \text{ m.}$$

f) *Tangente larga distancia entre TE o ET y Pie.*

$$Tl = X_c - \left( \frac{Y_c}{\text{Tan } \theta_e} \right)$$

$$Tl = 10.00 \text{ m.}$$

g) *Tangente corta distancia entre Pie - y EC o CE.*

$$Tc = \left( \frac{Y_c}{\text{Sen } \theta_e} \right)$$

$$Tc = 5.00 \text{ m}$$

h) *Cuerda larga espiral.*

$$C_e = \sqrt{X_c^2 + Y_c^2}$$

$$C_e = 14.99 \text{ m}$$

### **Elementos de la curva circular:**

a) *Deflexión de la curva circular.*

$$\Delta_c = \Delta - 2\theta_e$$

$$\Delta_c = 15.74 \cong 15^\circ 44' 31''$$

b) *Grado de curvatura circular.*

$$G = 2 \text{Sen}^{-1} \left( \frac{C}{2R_c} \right)$$

$$G = 7.16 \cong 7^\circ 9' 43''$$

c) *Cuerda larga circular.*

$$Cc = 2 * Rc * \text{Sen}\left(\frac{\Delta c}{2}\right)$$

$$Cc = 21.91m$$

**Abcisado para el replanteo vial:**

$$TE = PI - Te = 3 + 169.463$$

$$EC = TE + Le = 3 + 184.463$$

$$CE = CE + Lc = 3 + 206.443$$

$$ET = CE - Le = 3 + 221.443$$

Se utilizó curvas espirales – circulares – espirales en distintos tramos de la vía que a continuación se detallan:

PUNTO	ABSCISA	DISTANCIA	DEFLEXIÓN	$\Theta$	X	Y	DEFLEXIÓN
		1	$\varphi = \frac{l^2 \phi}{Le^2}$	$\theta = \frac{l^2}{2A^2}$	(1-1)	(1-2)	$\varphi_p = \text{Tan}^{-1}\left(\frac{y}{x}\right)$
TE	3+169.532	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	3+170.000	0.47	0.000	0.000	0.468	0.000	0.000
	3+180.000	10.47	0.005	0.046	10.466	0.159	0.015
EC	3+184.532	15.00	0.010	0.094	14.987	0.468	0.031
EC	3+184.532	0.00	0.000				
	3+190.000	5.47	0.001				
	3+200.000	15.47	0.011				
CE	3+206.512	21.98	0.022				
CE	3+206.512	15.00	0.010				
	3+210.000	11.51	0.006	0.055	11.508	0.212	0.018
	3+220.000	1.51	0.000	0.001	1.512	0.000	0.000
ET	3+221.512	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

**Tabla 45:** Cálculo de curvas horizontales espirales – circulares - espirales de la vía Pungal – Pulug – Cochapamba – Loma el Chocal.  
**Elaborado por:** Roberto Paguay – Romel Alarcón

#### 6.4.5.11 CURVAS ESPIRAL – ESPIRAL

Como ya se ha dicho, este tipo de curvas representan principalmente cuando su deflexión es pequeña, normalmente por debajo de los 30°. Aunque se pudiese aumentar el radio y/o disminuir la longitud espiral, para obtener una curva espiral – circular – espiral con longitud circular positiva, la mayoría de los ingenieros prefieren utilizar la curva espiral – espiral por varias razones:

- ✓ Simplifica los cálculos ya que no existen los elementos de la curva circular.
- ✓ Se reduce también los trabajos de localización en el terreno.
- ✓ Facilita un mejor control de cierre en el campo.
- ✓ Permite una mayor flexibilización en los cálculos ya que, además de la deflexión, los cálculos se puede realizar partiendo de uno de estos elementos:

Radio ( $R_c$ ), longitud espiral ( $L_e$ ), externa ( $E_e$ ) o tangente ( $T_e$ ). Quiere decir lo anterior que, dependiendo del control que se tenga en el campo, se puede asumir el valor más apropiado de uno de estos cuatro elementos.

Cuando se tienen longitudes del arco circular muy pequeñas, menores de 10 metros, la estética de la curva no es la mejor, por lo que se recomienda optar por modificarla por una curva de este tipo.

#### **Cálculo tipo de curva Espiral – Espiral.**

Inicialmente se puede calcular el valor de la deflexión espiral cuyo valor, tal como se observa en la figura anterior, está dado por:

$$\theta_e = \frac{\Delta}{2}; \theta_e \text{ en grados}$$
$$\theta_e = \frac{\Delta\pi}{360}; \theta_e \text{ en radianes}$$

Ahora se analizará de acuerdo al elemento de cálculo asumido:

- ✓ Dado  $R_c$  como radio mínimo 50m

$$L_e = 2R_c * \theta_e; \theta_e \text{ en radianes}$$

Conociendo  $L_e$  y  $\theta_e$  se puede calcular

$$Xc = Le \left( 1 - \frac{\theta e^2}{10} + \frac{\theta e^4}{216} - \frac{\theta e^6}{9360} \right)$$

$$Yc = Le \left( \frac{\theta e}{3} - \frac{\theta e^3}{42} + \frac{\theta e^5}{1320} - \frac{\theta e^7}{75600} \right)$$

Luego se calcula

$$\cos \theta e = \frac{Yc}{Ee}$$

Por lo tanto:

$$Ee = \frac{Yc}{\cos \theta e}; \theta e \text{ en grados}$$

Se tiene además que:

$$Te = Xc + Ee * \text{Sen} \theta e; \theta e \text{ en grados}$$

**Los demás elementos se calculan de forma similar.**

Dado Le

$$Rc = \frac{Le}{2\theta e}; \theta e \text{ en radianes}$$

**Conociendo Rc se procede a calcular los otros elementos**

Dado Ee

$$Ee = \frac{Le \left( \frac{\theta e}{3} - \frac{\theta e^3}{42} \right)}{\cos \theta e}$$

Por lo tanto:

$$Le = \frac{Ee * \cos \theta e}{F1}; \theta e \text{ en grados}$$

Dónde:

$$F1 = \left( \frac{\theta e}{3} - \frac{\theta e^3}{42} \right); \theta e \text{ en radianes}$$

Se calcula luego el radio y los demás elementos.

Dado Te

$$Te = Xc + Yc * \tan \theta e$$

Definiendo a F2 como:

$$F2 = \left( 1 - \frac{\theta e^2}{10} + \frac{\theta e^4}{216} \right)$$

Se tiene que:

$$Xc = Le * F2$$

$$Yc = Le * F1$$

Entonces:

$$Te = Le(F2 + F1 * \tan \theta e)$$

Finalmente:

$$Le = \frac{Te}{F2 + F1 * \tan\theta e}; \theta e \text{ en grados}$$

**Abcizado curva Espiral – Espiral.** Como no existe longitud circular en este tipo de curva se tiene entonces que:

$$TE = PI - Te$$

$$EE = TE + Le$$

$$ET = EE + LE$$

### **Localización curva Espiral – Espiral.**

La localización de una curva espiral – espiral en el terreno solo requiere ubicar el aparato en él TE y luego en el ET teniendo como punto de cierre el EE además de no ser necesario ubicar el PI ya que no existe arco circular. Normalmente este tipo de curva presenta valores de externa pequeños lo que permite controlar la ubicación del EE en el momento de localizar la primera espiral.

Al igual que la curva circular, la curva espiral – espiral se puede localizar desde el PI, disminuyendo considerablemente el trabajo de campo. Las expresiones son prácticamente las mismas pero modificando la nomenclatura:

$$\alpha_p = \text{Tan}^{-1} \left( \frac{2 * \text{Sen}^2 \varphi_p}{\text{Tan} \left( \frac{\Delta}{2} \right) - \text{Sen} 2\varphi_p} \right)$$

Dónde:

$\alpha_p$  = Deflexión desde el PI, con línea en ET o TE, para un punto cualquiera p sobre la espiral.

$\varphi_p$  = Deflexión desde él TE o ET para un punto cualquiera p sobre la espiral.

$\Delta$  = Deflexión de la curva.

Las distancias se calculan con:

$$Dp = \sqrt{(Te - x)^2 + y^2}$$

Dónde:

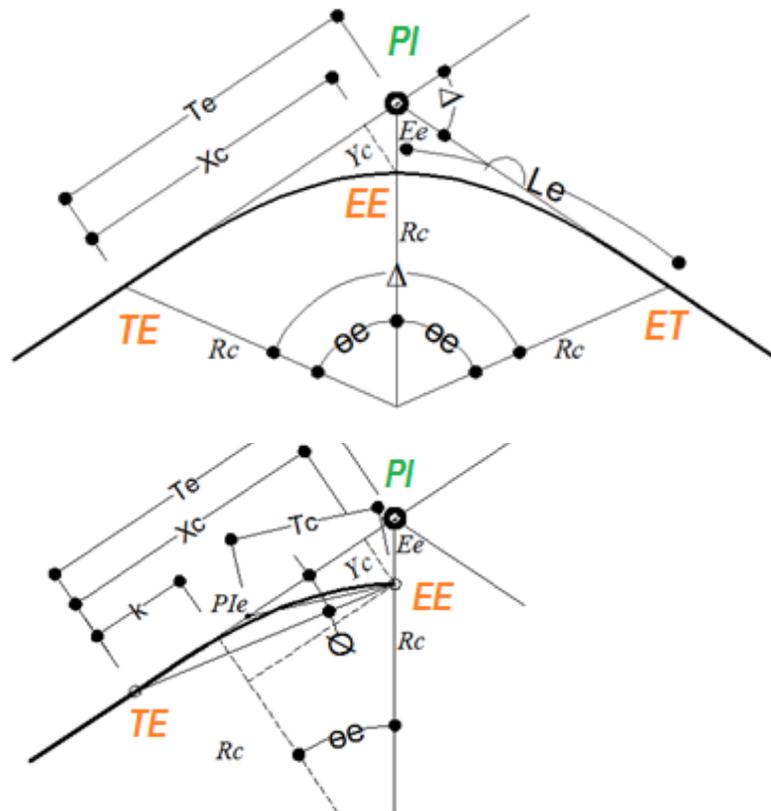
$Dp$  = Distancia desde el PI para un punto cualquiera p sobre la espiral.

$Te$  = Tangente de la curva.

$x, y$  = Coordenadas del punto.

**Elementos de la curva Espiral – Espiral.** Los elementos de la curva espiral – espiral son los mismos de la curva espiral – circular – espiral con excepción de los que corresponden al tramo circular, es decir, la deflexión circular, el grado de curvatura, la longitud circular y la cuerda larga circular. En la Figura 40 se presenta la geometría de la curva espiral – espiral.

Se puede observar en la Figura 40 que el radio de la curva  $R_c$  es puntual y se presenta en el punto donde se unen las dos espirales, denominado  $EE$  o  $ECE$ , por lo tanto no existen los puntos  $EC$  y  $CE$ .



**Figura 39:** Curva espiral – espiral de transición.  
**Fuente:** Norma Ecuatoriana Vial (NEVI -12 – MTOP).

- PI:** Punto de intersección de las alineaciones.
- TE:** Punto de empalme entre la tangente y espiral
- EE:** Punto de cambio de espiral a espiral.
- ET:** Punto empalme entre la espiral y la tangente.
- Le:** Longitud de curva espiral.

**Rc:** Radio de curvatura.

**Θe:** Delta o deflexión de curva espiral.

**Δ:** Deflexión de la curva.

**Xc:** Coordenada X de la espiral en los puntos TE y EE

**Yc:** Coordenada Y de la espiral en los puntos EE y ET

**Te:** Tangente de la curva. Distancia TE – PI y PI – ET.

**Ce:** Cuerda larga de la espiral. Línea que une TE con EE y EE con ET.

**K:** Abscisa Media. Distancia entre el TE y el punto donde se produce el disloque de la curva.

**Ee:** External.

**Φ:** Angulo de la cuerda larga de la espiral.

### Cálculo tipo curva espiral - espiral:

**Curva N° 02** Izquierda

**R=200 m**

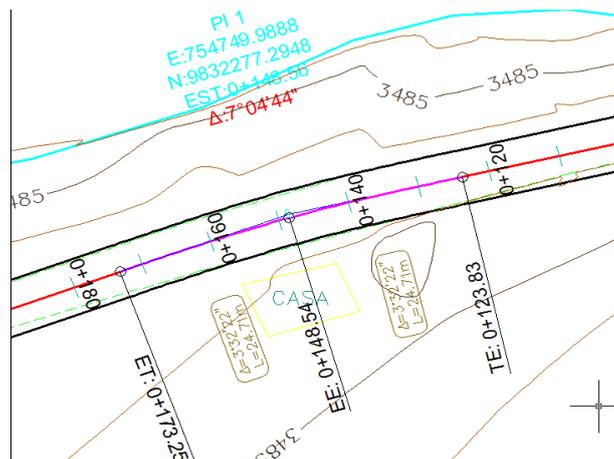
**PI E= 753417.81**

**N= 9832277.295**

**Abscisa PI= 0+148.564**

**Velocidad de diseño= 40Km/h**

**Δ= 7°04'44''**



**Figura 40:** Curva espiral – espiral de transición.  
**Fuente:** AutoCAD Civil 3D

a) *Deflexión de la espiral:*

$$\theta_e = \frac{\Delta}{2} = \frac{7^\circ 04' 44''}{2} = 3^\circ 32' 22''$$

$$\theta_e = \frac{\Delta * \pi}{360} = \frac{7^\circ 04' 44'' * \pi}{360} = 0.062 \text{ Rd}$$

b) *Serie F1 y F2:*

$$F1 = \left( \frac{\theta_e}{3} - \frac{\theta_e^3}{42} \right) = \left( \frac{0.062}{3} - \frac{(0.062)^3}{42} \right) = 0.021$$

$$F2 = \left( 1 - \frac{\theta_e^2}{10} - \frac{\theta_e^4}{216} \right) = \left( 1 - \frac{(0.062)^2}{10} - \frac{(0.062)^4}{216} \right) = 1.000$$

c) *Longitud espiral:*

$$Le = 2R * \theta_e = 2 * 200 * 0.062 = 24.710m$$

d) *Coordenadas Xc y Yc:*

$$Xc = Le * F2 = 24.710m * 1.000 = 24.701m$$

$$Yc = Le * F1 = 24.710m * 0.021 = 0.509m$$

e) *External:*

$$Ee = \frac{Yc}{\text{Cos}\theta_e} = \frac{0.509m}{\text{Cos}(0.062)} = 0.510m$$

f) *Tangente:*

$$Te = Xc + Ee * \text{Sen}\theta_e = 24.701m + 0.510 * \text{Sen}(0.062) = 24.732m$$

g) *Ubicación del pie:*

$$Tl = Xc - \frac{Yc}{\text{Tan}\theta_e} = 24.701m - \frac{0.509m}{\text{Tan}(0.062)} = 16.477m$$

$$Tc = \frac{Yc}{\text{Sen}\theta_e} = \frac{0.509m}{\text{Sen}(0.062)} = 8.240m$$

h) *Cuerda larga espiral:*

$$Ce = \sqrt{Xc^2 + Yc^2} = \sqrt{24.710^2 + 0.509^2} = 24.706m$$

i) *Deflexión de la cuerda larga de la espiral:*

$$\phi = \text{Tan}^{-1} \left( \frac{Yc}{Xc} \right) = \text{Tan}^{-1} \left( \frac{0.509m}{24.701m} \right) = 0.0206 = 1^\circ 10' 47''$$

**Abscisado para el replanteo vial:**

$$TE = PI - Te = 148.564 - 24.732 = 0 + 123.832$$

$$EE = TE + Le = 123.832 - 24.710 = 0 + 148.542$$

$$ET = EE + Le = 148.542 - 24.710 = 0 + 173.252$$

**Deflexiones de la curva espiral - espiral:**

Las deflexiones se calculan de igual manera que en la curva espiral - curva - espiral obviamente que sin las deflexiones de la curva circular.

Se emplearán las mismas dos expresiones con el fin de comparar los resultados.

$$\varphi_p = \frac{l^2 \phi}{Le^2} = \frac{6.168^2 * 0.0206}{24.710^2} = 0.001$$

$$A = \sqrt{Rc * Le} = \sqrt{100 * 24.710} = 70.299m$$

$$\theta = \frac{l^2}{2A^2} = \frac{6.168^2}{2 * (70.299)^2} = 0.001$$

$$X = l \left( 1 - \frac{\theta^2}{10} + \frac{\theta^4}{216} - \frac{\theta^6}{9360} \right) = 6.17 \left( 1 - \frac{0.004^2}{10} + \frac{0.004^4}{216} - \frac{0.004^6}{9360} \right) = 6.168m$$

$$Y = l \left( \frac{\theta}{3} - \frac{\theta^3}{42} + \frac{\theta^5}{1320} - \frac{\theta^7}{75600} \right) = l \left( \frac{0.004}{3} - \frac{0.004^3}{42} + \frac{0.004^5}{1320} - \frac{0.004^7}{75600} \right) = 0.008m$$

$$\varphi_p = \text{Tan}^{-1} \left( \frac{Y}{X} \right) = \frac{6.168^2 * 0.0206}{24.710^2} = 0.001$$

PUNTO	ABSCISA	DISTANCIA	DEFLEXIÓN	$\theta$	X	Y	DEFLEXIÓN
		l	$\varphi = \frac{l^2 \phi}{Le^2}$	$\theta = \frac{l^2}{2A^2}$	(1-1)	(1-2)	$\varphi_p = \text{Tan}^{-1} \left( \frac{y}{x} \right)$
TE	0+123.832	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	0+130.000	6.168	0.001	0.004	6.168	0.008	0.001
	0+140.000	16.168	0.009	0.026	16.167	0.143	0.009
EE	0+148.542	24.710	0.021	0.062	24.701	0.509	0.021
	0+150.000	23.252	0.018	0.055	23.245	0.424	0.018
	0+160.000	13.252	0.006	0.018	13.252	0.078	0.006
	0+170.000	3.252	0.000	0.001	3.252	0.001	0.000
ET	0+173.252	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

**Tabla 46:** Cálculos de espirales – espirales de transición.

**Elaborado por:** Roberto Paguay – Romel Alarcón

#### **6.4.5.12 SOBREANCHO EN CURVA**

Los sobre anchos se diseñan siempre en las curvas horizontales de radios pequeños, combinados con carriles angostos, para facilitar las maniobras de los vehículos en forma eficiente, segura, cómoda y económica. Los sobre anchos son necesarios para acomodar la mayor curva que describe el eje trasero de un vehículo pesado y para compensar la dificultad que enfrenta el conductor al tratar de ubicarse en el centro de su carril de circulación. En las carreteras modernas con carriles de 3.65 metros y buen alineamiento, la necesidad de sobre anchos en curvas se ha disminuido a pesar de las velocidades, aunque tal necesidad se mantiene para otras condiciones de la vía.

Para establecer el sobre ancho en curvas deben tomarse en cuenta las siguientes consideraciones:

- En curvas circulares sin transición, el sobre ancho total debe aplicarse en la parte interior de la calzada. El borde externo y la línea central deben mantenerse como arcos concéntricos.
- Cuando existen curvas de transición, el sobre ancho se divide igualmente entre el borde interno y externo de la curva, aunque también se puede aplicar totalmente en la parte interna de la calzada. En ambos casos, la marca de la línea central debe colocarse entre los bordes de la sección de la carretera ensanchada.
- El ancho extra debe efectuarse sobre la longitud total de transición y siempre debe desarrollarse en proporción uniforme, nunca abruptamente, para asegurarse que todo el ancho de los carriles modificados sean efectivamente utilizados. Los cambios en el ancho normalmente pueden efectuarse en longitudes comprendidas entre 30 y 60 m.
- Los bordes del pavimento siempre deben tener un desarrollo suave y curvado atractivamente, para inducir su uso por el conductor.
- Para determinar el valor del sobree ancho, debe elegirse el vehículo representativo o promedio del tránsito de la vía. Cuando el valor del sobree ancho sea menor de 30 centímetros (0.30 metros) no es obligatoria su aplicación. Hay que tomar en cuenta que si la curva horizontal consta de una espiral de transición, el sobre ancho se reparte en ambos lados de la vía y que si la curva horizontal no consta de una espiral de transición, el sobree ancho se repartirá solo del lado interior de esta.

**Tabla 47:** Sobre ancho mínimo de la calzada en curvas circulares (m)

Tipo	C1							C2							C3						
	Velocidad de Diseño (km/h)							Velocidad de Diseño (km/h)							Velocidad de Diseño (km/h)						
	50	60	70	80	90	100	110	50	60	70	80	90	100	110	50	60	70	80	90	100	110
1500	0	0	0	0	0	0	0	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5
100	0	0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.5	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5
750	0	0	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0.8	0.8
500	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.7	0.7	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	1.0	1.0	1.1	1.1
400	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.7	0.7	0.8	0.8	0.9	0.9	1.0	1.0	1.1	1.1	1.1	
300	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.7	0.7	0.8	0.8	0.9	1.0	1.0	1.1	1.1	1.1	1.1		
250	0.4	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.7	0.8	0.8	0.9	0.9	1.0	1.1	1.1	1.2	1.2	1.2	1.2		
200	0.6	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	1.0	1.1	1.1	1.1	1.2	1.3	1.3	1.4	1.4	1.4	1.4		
150	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	1.0	1.1	1.1	1.1	1.1	1.3	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4		
140	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	1.0	1.1	1.1	1.1	1.1	1.3	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4		
130	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	1.0	1.1	1.1	1.1	1.1	1.3	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4		
120	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	1.0	1.1	1.1	1.1	1.1	1.3	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4		
110	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	1.0	1.1	1.1	1.1	1.1	1.3	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4		
100	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4		
90	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4		
80	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6		
70	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7		

**Fuente:** Norma Ecuatoriana Vial (NEVI -12 – MTOP).

• **Magnitud del sobreebancho.**

Existen diferentes expresiones para calcular el sobreebancho en curva: siendo las más conocidas las de Vosheel y Palazo, Bernett y la de la AASHTO que ha sido adoptada por el MTOP.

Utilizamos la siguiente expresión:

$$W = A_c - A_t$$

Dónde:

W = sobreebancho o ensanchamiento de la curva, en m.

A<sub>c</sub> = ancho total necesario, en m.

A<sub>t</sub> = ancho del pavimento en tangente, en m.

Siendo:

$$A_c = 2(U + C) + F_A + Z$$

U = Ancho de huella del vehículo entre caras externas de las llantas, en metros.

C = separación libre entre dos vehículos de diseño, variable según el ancho de calzada, en metros.

F<sub>A</sub> = Ancho adicional en curva debido al avance de la esquina delantera del vehículo (parte de la carrocería que sobresale a un lado de la llanta delantera).

Z = Ancho adicional para maniobra del vehículo en condiciones de seguridad, en metros.

El valor de U está dado por la siguiente expresión:

$$U = u + R - (R^2 - L^2)^{1/2}$$
$$U = 2.45 + R - (R^2 - 6.1^2)^{1/2}$$

Siendo:

L = distancia entre ejes del vehículo o base rígida, en metros.

u = ancho del vehículo en diseño, en m.

R = radio de curvatura del eje central (carretera de dos carriles).

Podemos deducir las siguientes expresiones:

$$F_A = (R^2 + A*(2L + A))^{1/2} - R$$

En donde:

A = longitud en cantiliver, entre la esquina externa delantera y el eje correspondiente (1.22 m, para el vehículo de diseño).

$$F_A = (R^2 + 1.22*(2.61 + 1.22))^{1/2} - R$$
$$F_A = (R^2 + 16.37)^{1/2} - R$$

El valor de Z está dado por:

$$Z = \frac{V}{9.5 \sqrt{R}}$$

Según el MTOP valor de sobreancho es:

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

En donde:

n = número de carriles

R = radio de la curvatura circular, en m.

L = longitud del vehículo de diseño, en m.

V = velocidad de diseño en km/h.

### ***Cálculo Tipo De Sobreancho:***

Cálculo del sobreancho para la carretera tipo C3 camino agro forestal, con los siguientes datos de diseño:

R = 50.00 m radio mínimo recomendado.

V = 40 km/h. velocidad de diseño.

$e = 8\%$  (0.08 m/m) peralte admisible.

$f = 0.17$  (calculado anteriormente en la tabla 37.)

$A_t = 6.00$  m. ancho de la calzada.

$c = 0.60$  m. separación libre entre dos vehículos de diseño, variable según el ancho de la calzada.

Ancho Calzada (m)	Valor C
6.00	0.60
6.50	0.70
6.70	0.75
7.30	0.90

$$A_c = 2(U + C) + F_A + Z$$

$$A_c = 2 \left[ (2.45 + R - \sqrt{R^2 - 37.21}) + 0.60 \right] + \left( \sqrt{R^2 + A(2L + A)} - R \right) + \frac{V}{9.5\sqrt{R}}$$

$$A_c = 2 \left[ (2.45 + 50 - \sqrt{50^2 - 37.21}) + 0.60 \right] + \left( \sqrt{50^2 + 16.37} - 50 \right) + \frac{40}{9.5\sqrt{40}}$$

$$A_c = 7.68 \text{ m.}$$

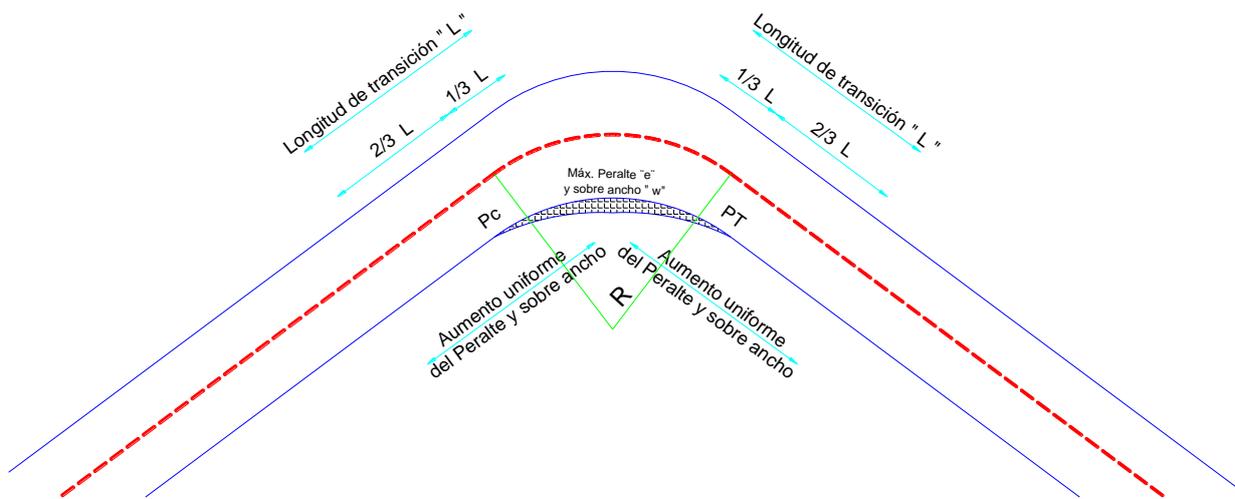
El sobre ancho será:

$$W = A_c - A_t = 7.68 - 6.00 = 1.68 \text{ m.}$$

Los sobreesanchos en las curvas, están determinadas por el ancho el pavimento en tangente, tal como se ha calculado anteriormente. El valor recomendado como sobre ancho para carreteras con anchos de 7.30 m. y radios de curvatura mayores a 175 m, es de 0.60 m.

- **Desarrollo del sobreesancho**

La transición del sobreesancho en curvas circulares debe ser por razones de apariencia y utilidad en forma suave y gradual, debiendo realizarse en el borde interior de la calzada a 2/3 en la tangente y 1/3 dentro de la curva, y cuando exista en curva espiral el sobre ancho se realiza el 50% hacia el interior de la curva y el 50% hacia el exterior, a lo largo de la longitud de la espiral.



**Figura 41:** Desarrollo del sobreancho en curvas.

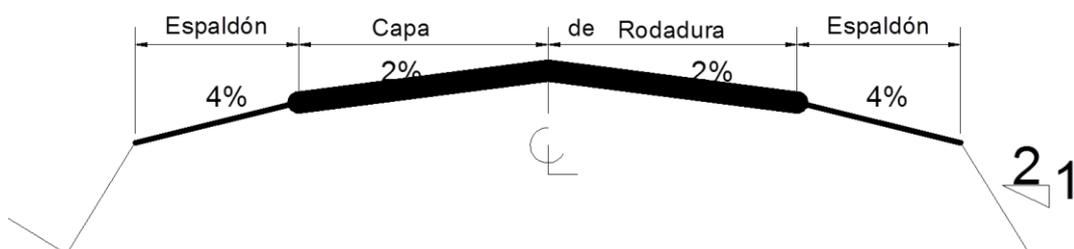
**Fuente:** Proyecto, Construcción, Fiscalización y Mantenimiento de Caminos Pio Cuevas M.

## PENDIENTE TRANSVERSAL

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

En las carreteras de dos carriles de circulación y en secciones en tangente es común que el bombeo de la capa de rodadura sea del 2% de pendiente y en los espaldones sea del 4%.

En este proyecto no aplica el ancho de espaldón porque es una vía de Tipo C3 y se ubica en una zona montañosa ondulada, lo cual incide en el aumento de volúmenes de corte en la carretera.

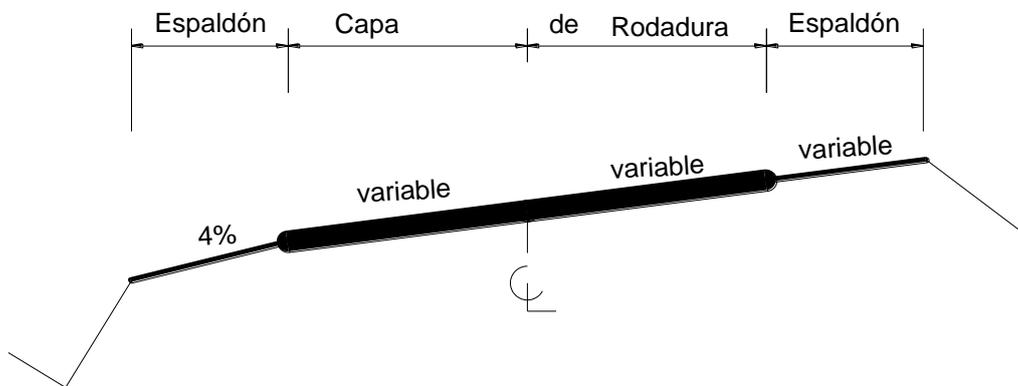


**Figura 42:** Bombeo en sección transversal en tangente.

**Fuente:** Proyecto, Construcción, Fiscalización y Mantenimiento de Caminos Pio Cuevas M.

Sin embargo dentro de la transición de la sección en tangente a la de la curva, suele haber un sector donde se complica la conformación de una pendiente transversal adecuada, siendo que

deberá resolverse en cada caso, en el cual será conveniente considerar la existencia de la pendiente longitudinal.



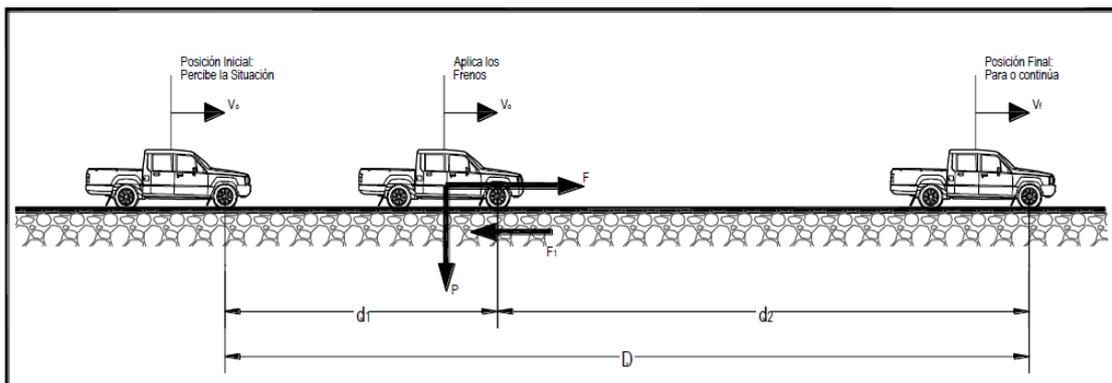
**Figura 43:** Bombeo en sección transversal en curva.

**Fuente:** Proyecto, Construcción, Fiscalización y Mantenimiento de Caminos Pio Cuevas M.

### 6.4.5.13 DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA Y ADELANTAMIENTO

#### a. Distancia de visibilidad de parada

Toda curva horizontal deberá satisfacer la distancia de visibilidad de parada para una velocidad de proyecto y una curvatura dada, para ello cuando exista un obstáculo en el lado interior de la curva, la distancia mínima "m" que debe haber entre él y el eje del carril interior de la curva.



**Figura 44:** Distancia de parada

**Fuente:** Norma Ecuatoriana Vial (NEVI – 12 – MTOP)

**Cálculo tipo de distancia de visibilidad de parada:**

$$V_c = 38 \text{ km/h.}$$

$$t = 2.5 \text{ seg}$$

La distancia de visibilidad de parada se calcula de la siguiente manera:

$$d_{vp} = d_1 + d_2$$

$$d_1 = 0.278 * Vt$$

$$d_1 = 0.278 * 40 * 2.5 = 26.6m$$

$$d_2 = \frac{V_c^2}{254 * f}$$

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

$$f = \frac{1.15}{38^{0.3}} = 0.386$$

$$d_2 = \frac{40^2}{254 * 0.386} = 16.31 \text{ m}$$

$$d_{vp} = 27.8 + 16.31$$

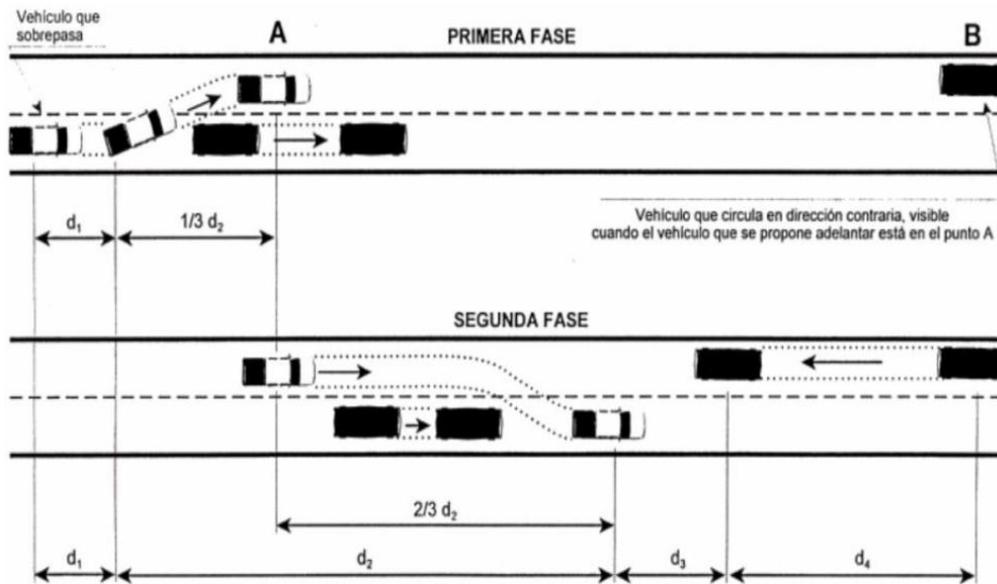
$$d_{vp} = 44.11 \text{ m}$$

$$d_{vp} = 45 \text{ m}$$

**b. Distancia de visibilidad de adelantamiento**

Condiciones.

1. El vehículo rebasado tenga una velocidad uniforme.
2. El vehículo que rebasa viaja a esta velocidad uniforme, mientras espera una oportunidad para rebasar.
3. Cuando el conductor está rebasando, acelera hasta alcanzar un promedio de velocidad de 15 kilómetros por hora más rápido que el otro vehículo que está siendo rebasado.
4. Debe existir una distancia de seguridad entre el vehículo que se aproxima en sentido contrario y el que efectúa la maniobra de adelantamiento.



**Figura 45:** Etapas de la maniobra de adelantamiento en carreteras de dos carriles

**Fuente:** Norma Ecuatoriana Vial (NEVI – 12 – MTOP)

La distancia  $d_1$  se calcula utilizando la siguiente ecuación:

$$d_1 = 0.278 t_1 \left( v - m + a \frac{t_1}{2} \right)$$

Dónde:

$v$  = velocidad promedio del vehículo que rebasa, (km/h).

$t_1$  = Tiempo de maniobra inicial, (s).

$a$  = Aceleración promedio del vehículo que efectúa el rebase, en (km/h/s) durante el inicio de la maniobra.

$m$  = Diferencia de velocidad entre el vehículo que es rebasado y el que rebasa, (km/h)

La distancia  $d_2$  expresado por:

$$d_2 = 0.278 v t_2$$

Donde,

$v$  = velocidad promedio del vehículo que ejecuta el adelantamiento, kilómetros por hora

$t_2$  = Tiempo de ocupación del carril opuesto, segundos

Distancia de seguridad ( $d_3$ ). La experiencia ha demostrado que valores entre 35 y 90 m. son aceptables para esta distancia.

Distancia recorrida por el vehículo que viene en el carril contrario ( $d_4$ ). Es práctica corriente fijar esta distancia en dos tercios ( $2/3$ ) de la distancia  $d_2$ .

***Cálculo tipo de distancia de visibilidad de adelantamiento:***

$$t_1 = 3.6 \text{ seg.}$$

$$v = 55 \text{ km/h.}$$

$$m = 15 \text{ km/h.}$$

$$a = 2.225 \text{ km/h}$$

$$t_2 = 9.3 \text{ seg}$$

- Distancia preliminar de demora  $d_1$ .

$$d_1 = 0.278 t_1 \left( v - m + a \frac{t_1}{2} \right)$$

$$d_1 = 0.278 (3.6) \left( 55 - 15 + 2.25 \frac{3.6}{2} \right)$$

$$d_1 = 44.09$$

- Distancia de adelantamiento  $d_2$ .

$$d_2 = 0.278 v t_2$$

$$d_2 = 0.278 \left( 55 \frac{\text{km}}{\text{h}} \right) * (9.3)$$

$$d_2 = 142.2 \text{ m}$$

- Longitud libre  $d_3$ .

$$d_3 = \text{distancia recorrida(m)} \quad \text{fuete: Tabla 5}$$

$$d_3 = 30 \text{ m}$$

- Vehículo que se aproxima  $d_4$ .

$$d_4 = \text{distancia recorrida(m)} \quad \text{fuete: Tabla 5}$$

$$d_4 = 95 \text{ m}$$

- Distancia total de visibilidad de adelantamiento.

$$dt = d_1 + d_2 + d_3 + d_4, (\text{m})$$

$$dt = 44.09 + 142.2 + 30 + 90$$

$$dt = 306.3 \text{ m}$$

## **6.4.6 ALÍNEAMIENTO VERTICAL**

El diseño vertical, el perfil longitudinal conforma la rasante que está constituida por una serie de rectas enlazadas por arcos verticales parabólicos a los cuales dichas rectas son tangentes. De una carretera es tan importante como el alineamiento horizontal y debe estar en relación directa con la velocidad de diseño, con las curvas horizontales y con las distancias de visibilidad.

Un camino en el proyecto se define como un conjunto de líneas de gradientes enlazadas con curvas simples y cuando cumplan con las condiciones de tangencia.

Por lo tanto en este diseño se trata de las pendientes longitudinales y las curvas que las enlazan. Estas pendientes deben diseñarse dentro de valores mínimos que dependen de varios factores.

Para fines de proyecto, el sentido de las pendientes se define según el avance del kilometraje, siendo positivas aquellas que implican un aumento de cota y negativas las que producen una pérdida de cota.

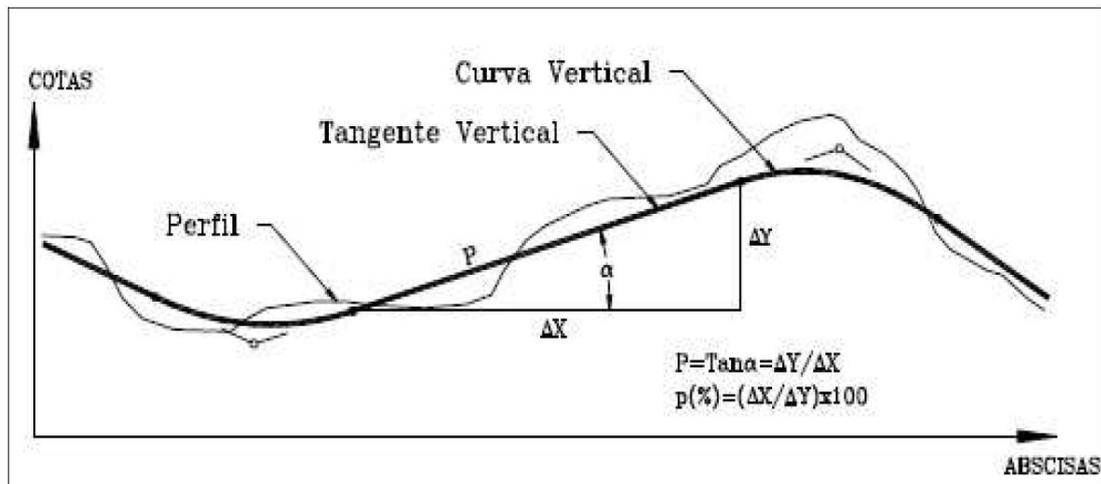
Las curvas verticales entre dos pendientes sucesivas permiten conformar una transición entre pendientes de distinta magnitud, eliminando el quiebre brusco de la rasante. El diseño de estas curvas asegurará distancias de visibilidad adecuadas.

### **6.4.6.1 PERFIL LONGITUDINAL**

El eje que define el perfil, coincidirá con el eje central de la calzada. Para el caso de Autopistas o Autovías en que se necesite carriles de servicio, y en los cuales dichos carriles se encuentren en una cota diferente al de los carriles principales se deberá contar con perfiles independientes

El diseño vertical o de rasante se realiza con base en el perfil del terreno a lo largo del eje de la vía. Dicho perfil es un gráfico de las cotas negras, donde el eje horizontal corresponde a las abscisas y el eje vertical corresponde a las cotas, dibujadas de izquierda a derecha.

También es deseable lograr una rasante compuesta por pendientes moderadas que presente variaciones graduales entre los alineamientos, de modo compatible con la categoría de la carretera y la topografía del terreno.



**Figura 46:** Diseño Vertical.

**Fuente:** Diseño geométrico de vías Agudelo Ospina, John Jairo.

El perfil del alineamiento vertical de una vía corresponde generalmente al eje de esta y se puede determinar a partir de una topografía o por medio de una nivelación de precisión. Cuando el eje de un proyecto se localiza en el terreno este debe ser nivelado con el fin de obtener el perfil de dicho terreno y sobre este proyectar la rasante más adecuada.

Los valores especificados para pendiente máxima y longitud crítica, podrán emplearse en el trazado cuando resulte indispensable. El modo y oportunidad de la aplicación de las pendientes determinarán la calidad y apariencia de la carretera.

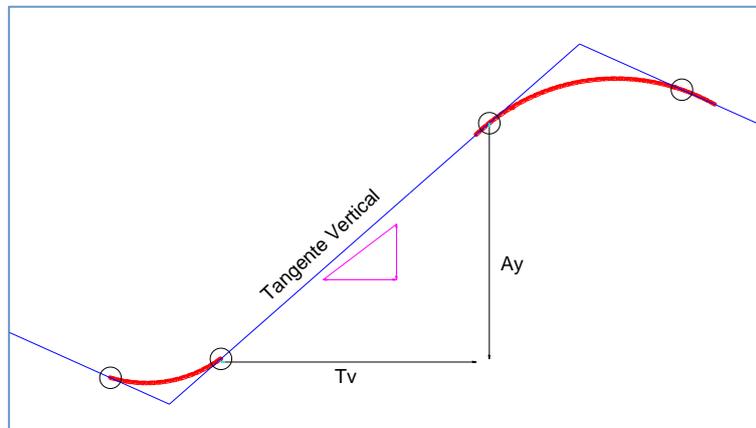
Rasantes de lomo quebrado (dos curvas verticales de mismo sentido, unidas por una alineación corta), deberán ser evitadas siempre que sea posible. En casos de curvas convexas, se generan largos sectores con visibilidad restringida y cuando son cóncavas, la visibilidad del conjunto resulta antiestética y se generan confusiones en la apreciación de las distancias y curvaturas

#### 6.4.6.2 PENDIENTES MÁXIMAS

En general, las gradientes a adoptarse dependen directamente de la topografía del terreno y deben tener valores bajos, en lo posible, a fin de permitir razonables velocidades de circulación y facilitar la operación de los vehículos.

De acuerdo con las velocidades de diseño, que dependen del volumen de tráfico y de la naturaleza de la topografía, en la tabla siguiente se indican de manera general las gradientes

medias máximas que pueden adoptarse, la gradiente "m" de la tangente es la relación entre el desnivel y la distancia horizontal entre dos puntos de la misma.



**Figura 47:** Diseño vertical tipo.

**Fuente:** Diseño geométrico de vías Agudelo Ospina, John Jairo.

En general se considera deseable no sobrepasar los límites máximos de pendiente que están indicados en la siguiente tabla.

**Tabla 48:** Valores de diseño de las gradientes longitudinales máximas

Orografía	Terreno Plano	Terreno Ondulado	Terreno Montañoso	Terreno Escarpado
velocidad (km/h)				
20	8	9	10	12
30	8	9	10	12
40	8	9	10	10
50	8	8	8	8
60	8	8	8	8
70	7	7	7	7
80	7	7	7	7
90	6	6	6	6
100	6	5	5	5
110	5	5	5	5

**Fuente:** Norma Ecuatoriana Vial (NEVI – 12 – MTOP)

Las pendientes altas aumentan cuando los recorridos son largos o cuando los volúmenes reducen la posibilidad de rebasamiento, por esto se ha normalizado la longitud crítica de gradiente. Cuando sea imprescindible utilizar gradientes altas sean mayor del 5% se debe procurar que sea en tramos cortos, Se proyectará, más o menos cada tres kilómetros, un tramo

de descanso de una longitud no menor a 500m con pendientes no mayores del 2%. Se determinará la frecuencia y la ubicación de estos tramos de descanso de manera que se consigan las mayores ventajas y los menores incrementos del costo de construcción.

#### **6.4.6.3 PENDIENTE MÍNIMAS**

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

#### **6.4.6.4 LONGITUD CRÍTICA**

El término “longitud crítica de gradiente” se usa para indicar la longitud máxima de gradiente cuesta arriba, sobre la cual puede operar un camión representativo cargado, sin mayor reducción de su velocidad y, consecuentemente, sin producir interferencias mayores en el flujo de tráfico.

Para una gradiente dada, y con volúmenes de tráfico considerables, longitudes menores que la crítica favorecen una operación aceptable, y viceversa.

Con el fin de poder mantener una operación satisfactoria en carreteras con gradientes que tienen longitudes mayores que la crítica, y con bastante tráfico, es necesario hacer correcciones en el diseño, tales como el cambio de localización para reducir las gradientes o añadir un carril de ascenso adicional para los camiones y vehículos pesados.

Esto es particularmente imperativo en las carreteras que atraviesan la cordillera delos Andes. Los datos de longitud crítica de gradiente se usan en conjunto con otras consideraciones, tales como el volumen de tráfico en relación con la capacidad de la carretera, con el objeto de determinar sitios donde se necesitan carriles adicionales.

Para carreteras de dos carriles, como guía general, debe considerarse una vía auxiliar de ascenso cuando el volumen de tránsito horario empleado en el diseño exceda en un 20% la capacidad proyectada para la gradiente que se estudia.

Para establecer los valores de diseño de las longitudes críticas de gradiente, se asume lo siguiente:

- Un camión cargado tal que la relación de su peso-potencia (Libras por cada H.P.) sea aproximadamente igual a 400.

- La longitud crítica de gradiente es variable de acuerdo con la disminución de la velocidad del vehículo que circula cuesta arriba; esto es, a menor reducción de la velocidad se tiene una mayor longitud crítica de gradiente.
- Se establece una base común en la reducción de la velocidad, fijándola en 25 kph para efectos de la determinación de la longitud de la gradiente crítica promedio.

Para calcular la longitud crítica de gradiente se tiene la siguiente fórmula:

$$G\% = \frac{240}{Lc^{0.705}}$$

Donde;

Lc = Longitud crítica de gradiente.

G = Gradiente cuesta arriba expresada en porcentaje.

Según especificaciones la gradiente y longitud máxima varían de acuerdo a los valores:

- Longitud de 1.000 m. para gradientes del 8 – 10%.
- Longitud de 800 m. para gradientes del 10 – 12%.
- Longitud de 500 m. para gradientes del 12 – 14%.

#### **6.4.6.5 CURVAS VERTICALES**

Los tramos consecutivos de rasante serán enlazados con curvas verticales parabólicas cuando la diferencia algebraica de sus pendientes sea mayor a 1% para carreteras pavimentadas. Las curvas verticales serán proyectadas de modo que permitan, cuando menos, la visibilidad en una distancia igual a la de visibilidad mínima de parada, y cuando sea razonable una visibilidad mayor a la distancia de visibilidad de paso.

Las curvas verticales se usan para dar transiciones suaves entre los cambios de pendiente o tangentes, los mismos que pueden ser circulares, parabólicas cuadráticas y parabólicas cúbicas.

Las curvas verticales, deben proporcionar distancias de visibilidad adecuadas sobre crestas y hondonadas. La visibilidad, es uno de los parámetros fundamentales en el diseño de las curvas verticales, porque permite al usuario detenerse, antes de llegar a un obstáculo ubicado en la vía; o cuando, se encuentre con un vehículo que circula en sentido contrario.

Las curvas verticales se clasifican en cóncavas y convexas: En las curvas convexas gobierna la distancia de parada segura, mientras que en las curvas cóncavas prima la distancia visual de luz delantera. En las rasantes que superan cierto valor, las curvas verticales deberán cumplir con las condiciones mínimas determinadas para el diseño.

Para la determinación de la longitud de las curvas verticales se seleccionará el Índice de Curvatura K. La longitud de la curva vertical será igual al Índice K multiplicado por el valor absoluto de la diferencia algebraica de las pendientes (A).

$$L = KA$$

La longitud mínima se calcula con la siguiente fórmula:

$$L_{cv \text{ min.}} = 0.60 * Vd$$

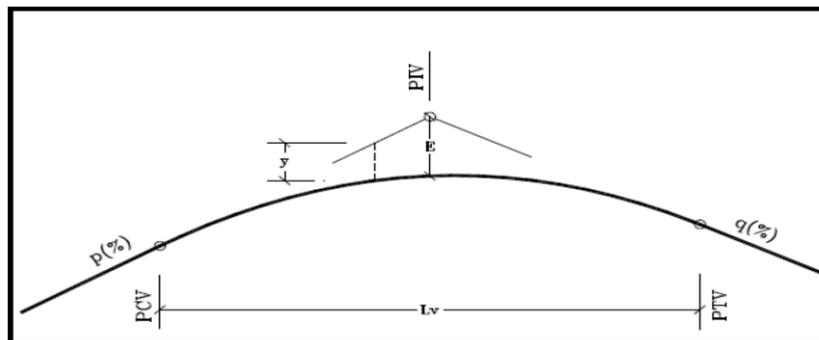
Donde;

Vd. = Velocidad de diseño en KPH.

Entonces;

$$L_{cv \text{ min.}} = 0.60 * 40$$

$$L_{cv \text{ min.}} = 24 \text{ m.}$$



**Figura 48:** Representación de curva vertical  
**Fuente:** Normas de diseño geométrico de carreteras del MTOP.

#### 6.4.6.6 CURVAS VERTICALES CONVEXAS

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

Para  $S < L$

$$L_{cv} = \frac{A * S^2}{426.13}; \quad \text{pero } L = KA; \quad \text{siendo } K = \frac{S^2}{426.13}$$

Para  $S > L$

$$L = 2S - \frac{426.13}{A}$$

Donde;

L = Longitud de curva vertical convexa, en m.

A= Diferencia algebraica de gradientes.

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

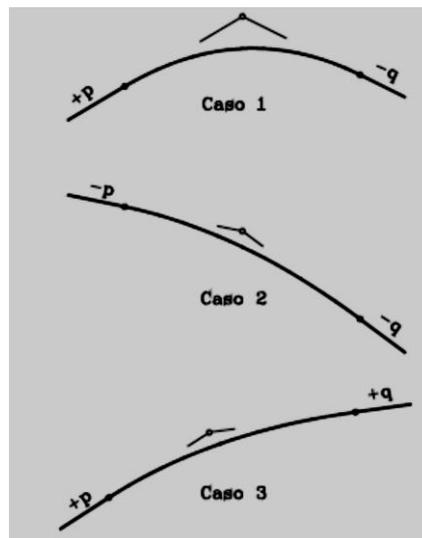
K = Factor para la determinación de la longitud, específico para curvas convexas.

Presenta 3 casos:

Caso 1.  $p > 0, q < 0$

Caso 2.  $p < 0, q < 0, p > q$

Caso 3.  $p > 0, q > 0, p > q$



**Figura 49:** Tipos de curvas convexas.

**Fuente:** Normas de diseño geométrico de carreteras del MTOP.

La curva del Caso 1, cuando las pendientes tienen diferente signo, presenta a lo largo de su trayectoria un punto de cota máxima, mientras que para los otros dos casos, 2 y 3, el punto de cota máxima de la curva estaría ubicado al principio y al final de esta, respectivamente.

**Tabla 49:** Índice K para el cálculo de la longitud de curva vertical convexa.

Velocidad (km/h)	Longitud controlada por visibilidad de frenado		Longitud controlada por visibilidad de adelantamiento	
	distancia de visibilidad de frenado (m)	Índice de curvatura K	Distancia de visibilidad de adelantamiento (m)	índice de curvatura K
20	20	0.6	-	-
30	35	1.9	200	46
40	50	3.8	270	84
50	65	6.4	345	138
60	85	11	410	195
70	105	17	485	272
80	130	26	540	338
90	160	39	615	438

El índice de curvatura es la longitud (L) de la curva de las pendientes (A)  $K = L/A$  por el porcentaje de la diferencia algebraica

**Fuente:** Norma Ecuatoriana Vial (NEVI -12 – MTOP).

Para este proyecto el factor de coeficiente mínimo será igual a: **K=3.8** para distancia de visibilidad de frenado, **K= 84** distancia de visibilidad de adelantamiento.

#### 6.4.6.7 CURVAS VERTICALES CONCAVAS

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

La siguiente fórmula indica la relación entre la longitud de la curva, la diferencia algebraica de gradientes y la distancia de visibilidad de parada.

En este tipo de curvas el diseño de su longitud está basado en la distancia de alcance de rayos de luz de los faros de un vehículo sea aproximadamente igual a la distancia de la visibilidad de parada.

Las expresiones para calcular las longitudes de las curvas verticales cóncavas dadas por el MTOP son:

Para  $S < L$

$$L = KA \quad L = \frac{AS^2}{122+3.5 S} ; \text{ Siendo } K = \frac{S^2}{122+3.5 S}$$

Donde;

**L** = Longitud de curva vertical cóncava, en (m).

**A** = Diferencia algebraica de gradientes, en %.

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

**K** = Factor para la determinación de la longitud, específico para curvas cóncavas.

Para  $S > L$

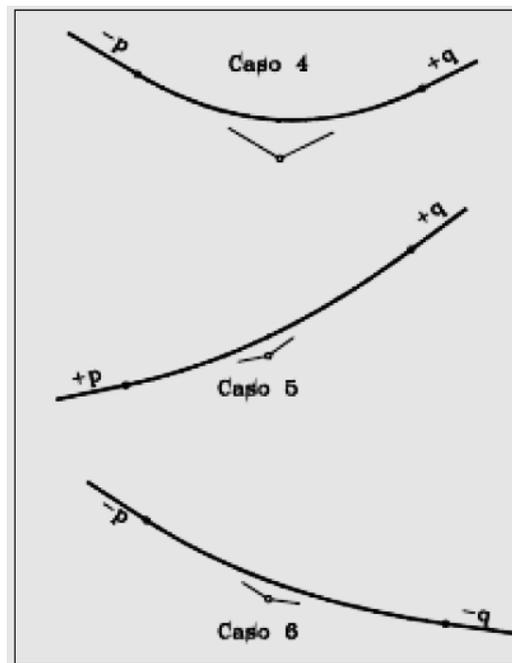
$$L = KA \quad L = 2S - \frac{122+3.5S}{A}$$

Presenta tres casos diferentes:

*Caso 4.*  $p < 0, q > 0$

*Caso 5.*  $p > 0, q > 0, p < q$

*Caso 6.*  $p < 0, q < 0, p < q$



**Figura 50:** Tipos de curvas cóncavas.

**Fuente:** Normas de Diseño Geométrico de Carreteras 2003 del MTOP.

Para este tipo de curva, existe en el Caso 4, un punto en la curva donde se presenta la cota mínima. Los otros dos casos, 5 y 6, presentan su cota mínima sobre la curva al principio y al final de esta, respectivamente.

**Tabla 50:** Índice del cálculo de la longitud de curvatura vertical cóncava.

Velocidad (km/h)	Longitud controlada por visibilidad de frenado	
	distancia de visibilidad de frenado (m)	Índice de curvatura K
20	20	3
30	35	6
40	50	9
50	65	13
60	85	18
70	105	23
80	130	30
90	160	38
El índice de curvatura es la longitud (L) de la curva de las pendientes (A) $K = L/A$ por el porcentaje de la diferencia algebraica.		

**Fuente:** Norma Ecuatoriana Vial (NEVI – 12 – MTOP).

Para este proyecto el factor de coeficiente mínimo será igual a: **K=9**.

Cálculo tipo:

No.	Tipo	PIV	PVI Elevación	Pendiente inicio	Pendiente fin	A	Longitud de Curva	K	Radio de curvatura
1		0+000.000m	3356.697m		11.09%				
2	Convexa	0+063.971m	3363.793m	11.09%	3.39%	7.70%	92.420m	12	1200.000m
3	Cóncava	0+134.762m	3366.193m	3.39%	7.93%	4.54%	47.591m	10.487	1048.678m
4	Convexa	0+327.070m	3381.442m	7.93%	2.70%	5.23%	62.722m	12	1200.000m
5	Cóncava	0+402.133m	3383.470m	2.70%	8.96%	6.26%	67.089m	10.726	1072.622m

**Tabla 51:** Cálculo de curvas verticales.

**Elaborado por:** Roberto Paguay – Romel Alarcón

## 6.4.7 SECCIÓN TRANSVERSAL

### GENERALIDADES

La sección transversal, que comprende los carriles de circulación cuyo número será determinado por el ancho de vía, sobre anchos, espaldones y demás dispositivos de seguridad, se dispondrá según lo establecido en la normativa vigente determinada en la Clasificación Funcional de las vías. El diseño de la sección transversal típica de una vía depende por lo general del volumen de tráfico y del terreno y por consiguiente de la velocidad de diseño más apropiada para dicha carretera.

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

- Pavimento.
- Taludes interiores.
- Espaldones.
- Cunetas.

Para nuestro caso el ancho del pavimento viene dado por el volumen y composición del tráfico y las características del terreno. Dado el orden de nuestra vía en base al volumen de tráfico, siendo de *Tipo C3* según la Norma Ecuatoriana Vial (NEVI – 12 – MTOP), debe tener un ancho de 6.00 m lo suficientemente adecuado y recomendable para evitar el deterioro del pavimento.

En la tabla siguiente se indican los valores de diseño para el ancho del pavimento en función de los volúmenes de tráfico, para el Ecuador.

**Tabla 52:** Ancho de calzada según la clase de carretera y TPDA.

Clasificación Según Desempeño De Las Carreteras.	Velocidad De Diseño Km/H	Ancho De Vía (M)	TPDA	Número De Carriles	Tipo
Camino Agrícola/ Forestal	40	6.00	0-500	2	C3
Camino Básico	60	9.00	500-1000	2	C2
Carretera Básica	80	12.00	1000-8000	2	C1
Carretera De Mediana Capacidad	100	14.30	8000-26000	2	AV1
		18.00	26000-50000	3	AV2
Vías De Ala Capacidad Interurbana	100	26.60 Normal	50000-80000	4	AP1
		34.60 Excepcional		4	
Vías De Alta Capacidad Urbana Y Periurbana	100	48.6	80000-120000	8	AP2

**Fuente:** Norma Ecuatoriana Vial (NEVI – 12 – MTPO)

## **6.4.8 DISEÑO DE PAVIMENTO**

El actual método de la AASHTO, versión 1993, describe con detalle los procedimientos para el diseño de la sección estructural de los pavimentos flexibles y rígidos de carreteras.

A partir de la versión del año 1993, el método AASHTO comenzó a introducir conceptos mecanicistas para adecuar algunos parámetros a condiciones diferentes a las que imperaron en el lugar del ensayo original.

Los modelos matemáticos respectivos también requieren de una calibración para las condiciones locales del área donde se pretenden aplicar.

### **6.4.8.1 ALTERNATIVA DE CAPA DE RODADURA**

Una estructura, en nuestro caso un camino descansa sobre el material denominado suelo y en definitiva es este el material que va a soportar las cargas; la función de la estructura es hacer que el vehículo se desplace cómodo y seguro y distribuir las cargas en forma tal que ese suelo de apoyo sea capaz de absorberlas.

A continuación mencionaremos los elementos que componen la estructura del pavimento:

#### **a. Subrasante**

Es la capa donde se va a cimentar la estructura, su estudio se lo debe realizar como en el caso de la capa de rodadura, base y sub-base en las condiciones más críticas de servicio.

Generalmente los procedimientos y ensayos que se utilizan para el estudio de la subrasante, son los mismos que se utilizan para los materiales de sub-base y base cuando no tienen cimentación.

El punto fundamental es lograr conocer el grado de compactación y el porcentaje de humedad que va a tener en obra y realizar los respectivos ensayos en estas condiciones.

Una buena densificación de la subrasante es fundamental para lograr un buen comportamiento de toda la estructura, evitando así el posterior asentamiento por consolidación, o fallas por fluencia plástica.

En la subrasante se debe utilizar los siguientes materiales:

- Suelo seleccionado
- Suelos mejorados con cal para disminuir la plasticidad

### **b. Sub-base**

Es una capa de material seleccionado que está sobre la subrasante y bajo la base, este material lo constituyen suelos gruesos triturados, mezclados con agregados finos. El tamiz que pasa el N° 40 debe cumplir el  $LL < 25\%$  y el  $IP < 6\%$

#### **Existen tres clases de sub-bases que son:**

- Sub-base clase 1, formado por agregados triturados y bien graduados de grueso a fino.
- Sub-base clase 2, son agregados cribados provenientes de piedras fragmentadas que se encuentran en su estado natural y bien graduadas (ripió minado).
- Sub-base clase 3, material obtenido de excavaciones o de minas, desmenuzados, cribados y mezclados.

#### **Funciones de la sub-base:**

- Está destinada a lograr un soporte uniforme y asegurar un comportamiento satisfactorio en servicio.
- Prevenir contracciones e hinchamientos excesivos de los suelos caracterizados por altos cambios volumétricos.
- Ayudar a controlar levantamientos diferenciales o excesivos por acción de las heladas.
- Prevenir el bombeo de los suelos finos.

### **c. Base**

Es la capa intermedia entre la sub-base y la carpeta asfáltica, está formada por material seleccionado tales como suelos friccionantes bien graduados, suelos totalmente compactados y piedra triturada, la fracción que pasa por el tamiz N° 40 debe tener un  $LL < 25\%$  y un  $IP < 6\%$ .

#### **Existen cuatro clases de bases que son:**

- Clase 1, formado por el 100% de agregados triturados.
- Clase 2, más del 50% en peso de agregado es mezclado en planta.
- Clase 3, el 25% del peso del material grueso es triturado, también relleno mineral con arena para completar granulometría.
- Clase 4, conformado de agregados por cribado o trituración de piedras fragmentadas.

La base transmite los esfuerzos producidos por el tráfico a la sub-base y a la subrasante, drena el agua que se infiltra por la carpeta asfáltica y no permite que el agua suba por efecto de capilaridad.

#### **d. Capa de Adherencia**

Es una capa delgada compuesta por una solución bituminosa de asfalto o alquitrán con o sin agregado, que se coloca sobre la capa de rodadura, cumple las siguientes funciones:

- Permite sellar la superficie y evitar filtraciones de agua.
- Reduce la circulación de aire en el interior y la oxidación.
- Proporciona una superficie de textura lisa y color uniforme.
- Mejora la superficie deteriorada por el clima y el tiempo, y corrige el desmoronamiento de los bordes.
- El betún no debe penetrar en la base, debe mantenerse fluido y colocarse a temperatura ambiente.
- Su aplicación se realiza en condiciones climáticas favorables (no en época de lluvia).
- Si el agregado es preponderantemente fino, o de un solo tamaño, hay que aumentar el asfalto para asegurar la resistencia a la humedad.
- Si el sello es de espesor considerable o agregados gruesos, hay que reducir el asfalto para asegurar la estabilidad.
- Las cantidades de asfalto deben estar comprendidas entre 0,15 a 0,45 lt/m<sup>2</sup>.

#### **e. Carpeta Asfáltica**

Es la capa de la superficie que recibe en forma directa la acción producida por las cargas del vehículo, el espesor debe considerar la resistencia de las cargas a las que será sometido y estará en función del costo, su diseño se realiza de acuerdo a las especificaciones técnicas del MTOP.

La capa debe ser completamente impermeable, ya que la filtración de agua produciría la oxidación del pavimento.

### **6.4.8.2 PERÍODO DE DISEÑO DE LA CARPETA ASFÁLTICA**

El período de diseño será de 10 años, ya que en el diseño no se puede tomar responsabilidad del mantenimiento que se le dé a la vía una vez construida.

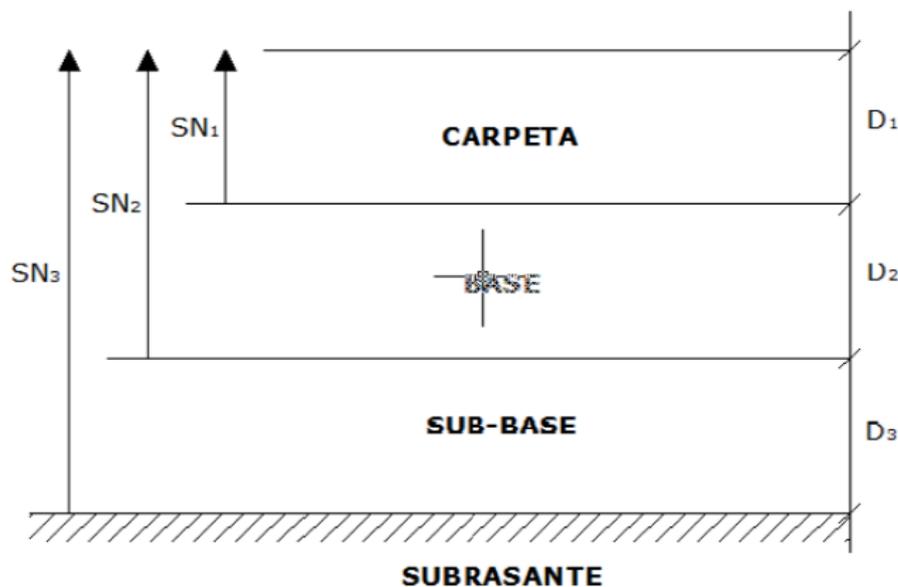
### 6.4.8.3 EJES EQUIVALENTES

Para el diseño se utilizan únicamente las cargas de los vehículos pesados de acuerdo a la metodología empleada.

Se determinó el número de vehículos pesados que circularán por el carril de diseño por día, considerando los factores de distribución de tráfico para el tipo de vía analizado de acuerdo con las recomendaciones de la AASHTO.

El método de diseño, se basa en el número de ejes simples equivalentes a 18 Kips (8,2 Ton) en el carril de diseño (W18).

El método AASHTO recomienda el empleo de la siguiente figura y ecuaciones:



**Figura 51:** Estructura del pavimento flexible.  
**Fuente:** Manual de Pavimentos AASHTO, 1993

El diseño está basado primordialmente en identificar o encontrar un número “SN” para que el pavimento pueda soportar el nivel de carga solicitado, para el cual se toma en consideración factores de tipo ambiental, humedad relativa, calidad de la subrasante, calidad de los materiales y confiabilidad.

A continuación se muestra la ecuación de diseño para pavimento flexible:

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

Donde;

**W<sub>18</sub>** = Número previsto equivalente de 18 Kips (18000 lb) acumulados durante el período de diseño para el carril estudiado.

**Z<sub>R</sub>** = Valor de “Z” correspondiente a la curva estandarizada.

**S<sub>o</sub>** = Desviación estándar general 0.35 para pavimentos flexibles.

**ΔPSI** = Diferencia entre el índice de servicio inicial (P<sub>i</sub>) y el índice de servicio final (P<sub>f</sub>) del pavimento.

**M<sub>R</sub>** = Módulo de Resiliencia de la subrasante y de las capas de base y sub-base granulares, obtenido a través de la ecuación de correlación con la capacidad portante CBR de los materiales (suelos granulares).

**SN** = Número estructural indicativo del pavimento, o capacidad de la estructura para soportar las cargas bajo las condiciones (variables independientes) de diseño.

El número estructural se expresa por:

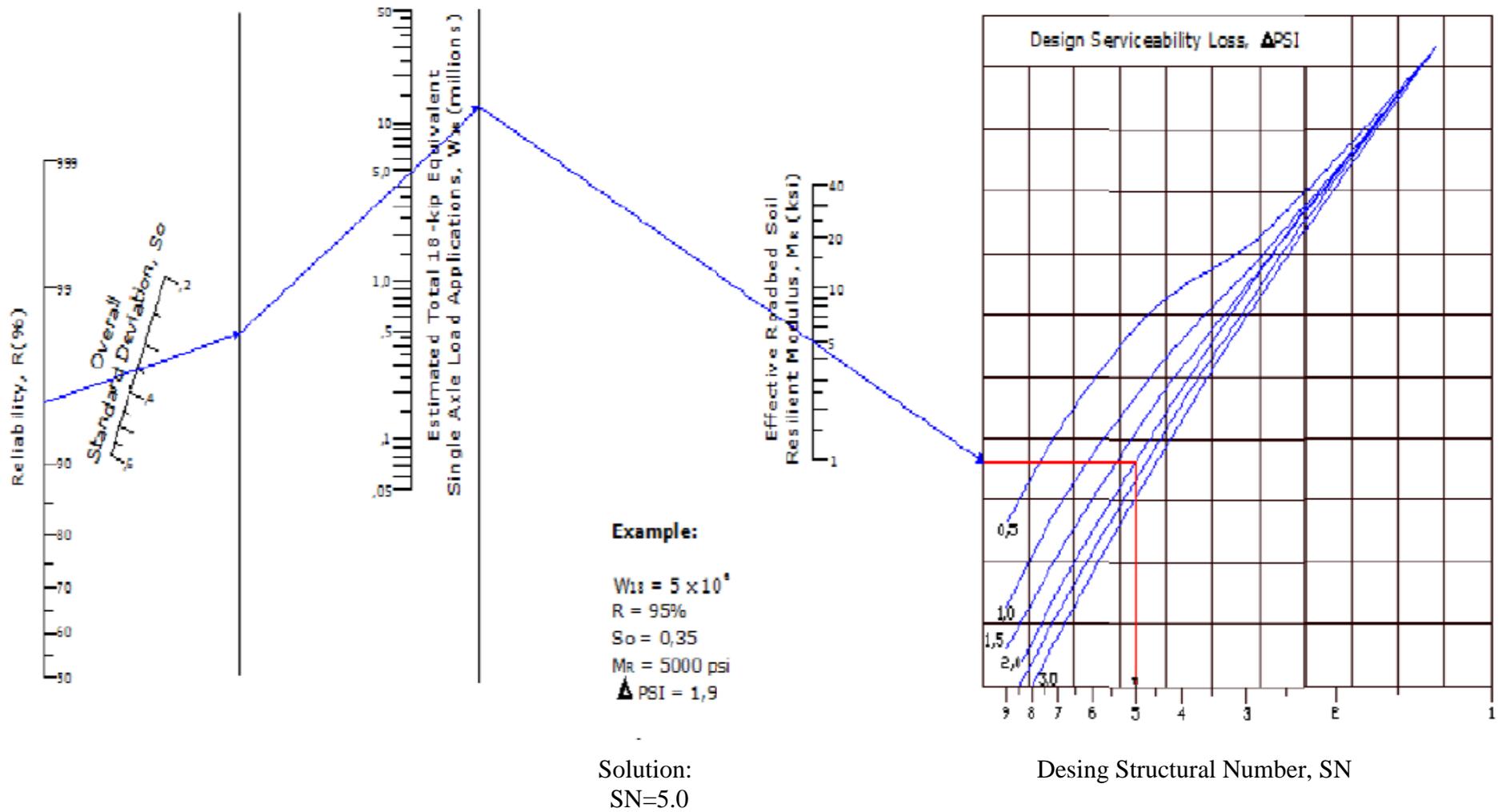
$$SN = a_1D_1 + a_2D_2m_2 + a_3D_3m_3$$

Dónde:

a<sub>1</sub>, a<sub>2</sub>, a<sub>3</sub>      Coeficientes estructurales de cada uno de los estratos

m<sub>2</sub>, m<sub>3</sub>            Coeficiente de drenaje

D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub>, D<sub>3</sub>      Espesor de la capa en cm



**Figura 52:** Para Diseño de Estructuras de Pavimento Flexible  
**Fuente:** Manual de Pavimentos AASHTO, 1993.

Coeficiente estructural de la capa asfáltica en función del Módulo Elástico.

**Tabla 53:** Coeficiente Estructural de la capa asfáltica en función del Módulo Elástico.

MÓDULO ELÁSTICOS		VALORES DE a1
psi	Mpa	
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:** Manual de Pavimentos AASHTO, 1993.

La distancia máxima calculada para el transporte de la mezcla asfáltica será de 40 Km. desde el centro de gravedad del proyecto hasta la planta de asfalto.

**Tabla 54:** Coeficientes de capas granulares en función del CBR

BASE DE AGREGADOS		SUB -BASE GRANULAR	
CBR %	a2	CBR %	a3
20	0.070	10	0.080
25	0.085	15	0.090
30	0.095	20	0.093
35	0.100	25	0.102
40	0.105	30	0.108
45	0.112	35	0.115
50	0.115	40	0.120
55	0.120	50	0.125
60	0.125	60	0.128
70	0.130	70	0.130
80	0.133	80	0.135
90	0.137	90	0.138
100	0.140	100	0.140

**Fuente:** Manual de Pavimentos AASHTO, 1993

El cálculo de diseño de pavimento flexible se muestra a continuación:

#### 6.4.8.4 TRÁFICO DEL PROYECTO

Utilizaremos los resultados de los estudios de tráfico, el cuadro resumen, en el que nos indica el tráfico actual, el tráfico proyectado a 10 y 20 años, tráfico desviado, tráfico generado, tráfico por desarrollo.

$$TPDA \text{ Proyecto} = TPDA \text{ Futuro} + \text{Tráfico Desviado} + \text{Tráfico Generado} + \text{Tráfico por Desarrollo}$$

$$TPDA \text{ Proyecto} = 272 + 23 + 30.8 + 10.78$$

$$TPDA \text{ Proyecto} = 337 \text{ vehículos}$$

##### a. Estudio de la subrasante.

Se refiere a las condiciones del suelo de fundación o subrasante, sobre la cual irán las distintas capas de la estructura del pavimento.

Dependiendo de las características de esta, se determinarán los distintos espesores de la estructura, en una relación inversa, puesto que a mejor calidad de la subrasante, menor es el espesor de las capas de la estructura y de la misma manera inversamente.

Se trata de determinar las propiedades de la subrasante, por lo que in situ se toma muestras del material, y se las procesa en el laboratorio, con la finalidad de determinar un CBR de diseño, el cual mediante correlaciones nos da un valor del módulo de resiliencia necesario para calcular los pavimentos.

En el siguiente cuadro se presenta el resumen de los distintos valores de CBR en cada abscisa del proyecto.

**Tabla 55:** Abscisas y CBR %

MUESTRA	ABSCISA	VALOR CBR %
1	0+000	15.70
2	0+500	15.07
3	1+000	14.61
4	1+500	16.96
5	2+000	14.61
6	2+500	14.75
7	3+000	12.29
8	3+500	9.86
9	4+000	13.62
10	4+500	11.34
11	5+000	10.87
12	5+500	13.58
13	6+000	13.45
14	6+200	21.52

**Realizado por:** Roberto Paguay – Romel Alarcón

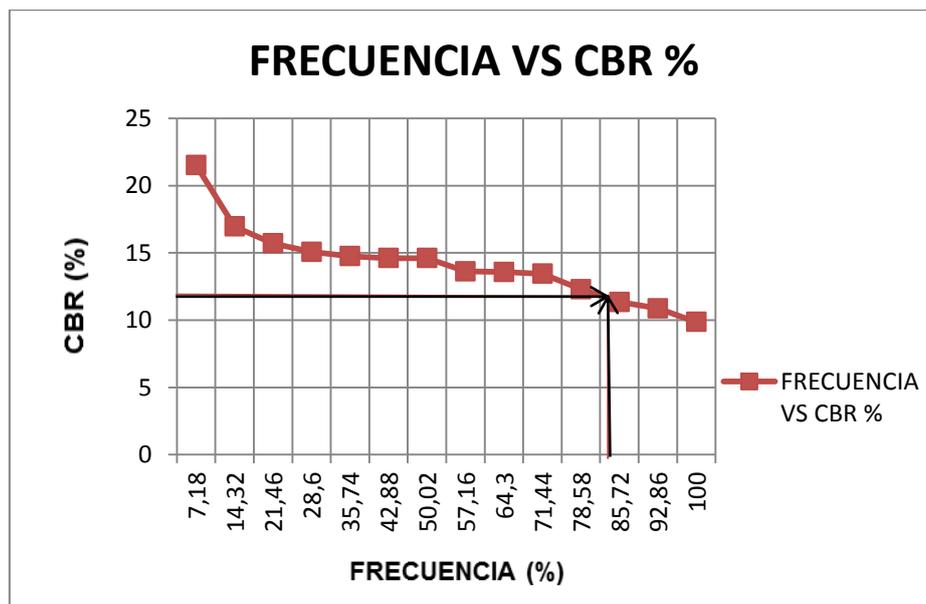
Ordenando los valores de CBR y asumiendo que los valores repetidos, son descartados presentamos las frecuencias y sus respectivos valores de CBR.

**Tabla 56:** CBR % vs frecuencia

NÚMERO	VALOR CBR %	FRECUENCIA %
14	9.86	100.00
13	10.87	92.86
12	11.34	85.72
11	12.29	78.58
10	13.45	71.44
9	13.58	64.30
8	13.62	57.16
7	14.61	50.02
6	14.61	42.88
5	14.75	35.74
4	15.07	28.60
3	15.70	21.46
2	16.96	14.32
1	21.52	7.18

**Realizado por:** Roberto Paguay – Romel Alarcón

Para obtener el valor del CBR de diseño, graficaremos un diagrama el cual se representará la frecuencia en las abscisas y en las coordenadas, para el CBR de diseño, entraremos en el valor de frecuencia del 80% cortamos a la curva y leemos en las coordenadas el valor de CBR, este será el que tendremos como CBR de diseño.



**Figura 53:** Gráfica CBR % vs Frecuencia

**Realizado por:** Roberto Paguay – Romel Alarcón

Por lo tanto nuestro valor de CBR de diseño en la frecuencia asumida de 80% es de 12.10%  
 En la actualidad, para diseñar pavimentos se hace referencia al Módulo de Resiliencia, se ha adoptado ciertas correlaciones entre el valor del CBR con este módulo las cuales presentamos a continuación.

### Resistencia del suelo de fundación

Módulos  $M_R$  y Coeficientes Estructurales de los Suelos y Materiales.

$$\text{C.B.R.} < 7,2\% \quad M_R \text{ (psi)} = 1500 \text{ (C.B.R.)}$$

$$\text{Si C.B.R.} < 20\% \quad M_R \text{ (psi)} = 3000 \text{ (C.B.R.)}^{0,65}$$

$$\text{Si C.B.R.} > 20\% \quad M_R \text{ (psi)} = 4326 * \ln(\text{C.B.R.}) + 241$$

Por lo tanto para un valor de CBR de diseño igual a 12.10% entonces utilizamos la fórmula:

$$M_R \text{ (psi)} = 3000 * (\text{CBR})^{0,65}$$

$$M_R \text{ (psi)} = 3000 * (12.10)^{0,65}$$

$$M_R \text{ (psi)} = 15168.12$$

### b. Índice de servicio

El Índice de Servicio de un pavimento, es el factor que indica el grado de confort que tiene la superficie para el desplazamiento natural y normal de un vehículo; en otras palabras, un pavimento en perfecto estado se le asigna un valor de servicialidad inicial que depende del diseño del pavimento y de la calidad de la construcción, de 5 (perfecto); y un pavimento en franco deterioro o con un índice de servicialidad final que depende de la categoría del camino y se adopta en base a esto y al criterio del proyectista, con un valor de 0 (pésimas condiciones). A la diferencia entre estos dos valores se la conoce como la pérdida de servicialidad ( $\Delta PSI$ ) o sea en Índice de Servicio.

**Tabla 57:** Índices de servicio.

FUNCIÓN DE LA CARRETERA	PSI <sub>o</sub>	PSI <sub>f</sub>	$\Delta PSI$
corredores materiales (mallas esencial)	4.5	2.5	2.00
Colectores (Autopistas)	4.5	2.0	2.50
otros	4.2	2.0	2.20

**Fuente:** Manual de Pavimentos AASHTO, 1993

Iniciaremos suponiendo que el índice de servicio inicial será de 4.20, y nuestra vía no podrá ir más allá de un índice final de 2.00, por lo que se deberá prever un sistema de mantenimiento vial.

$$\Delta PSI = PSI_o - PSI_f$$

$$\Delta PSI = 4.2 - 2.0$$

$$\Delta PSI = 2.20$$

**c. Nivel de confiabilidad Zr.**

El nivel de confiabilidad trata de incorporar un grado de certeza en el diseño, de que el pavimento dure en condiciones adecuadas todo el período de diseño y al cabo del mismo, alcance el índice de servicio previsto. Toma en cuenta las variaciones imprevistas en la predicción del tráfico y en su realización.

Es la certeza que asumiremos para que nuestro diseño cumpla con su finalidad, está determinado por el tipo de vía a diseñarse y el sector donde se encuentra ubicada.

Por lo que asumiremos un valor de confiabilidad de 80%

**Tabla 58:** Niveles de confianza

FUNCIÓN DE LA CARRETERA	URBANOS	RURALES
Corredores arteriales (mallas esencial)	85-99	80-99
Colectores (Autopistas)	80-99	75-95
Otros	50-80	50-80

**Fuente:** Manual de Pavimentos AASHTO, 1993

Correlacionando la confiabilidad con la desviación Estándar Zr tenemos:

**Tabla 59:** Desviación Normal Estándar del Nivel de Confiabilidad

CONFIABILIDAD (%)	DESVIACIÓN ESTÁNDAR
60.0	-0,253
70.0	-0,524
75.0	-0,674
80.0	-0,841
85.0	-1037.0
90.0	-1282.0
95.0	-1645.0
98.0	-2054.0
99.0	-2327.0
99,9	-3,09

**Fuente:** Manual de pavimentos AASHTO, 1993

Escogeremos los valores de 80% y una desviación Estándar de -0.841, por estar nuestra vía en el sector rural.

$$Z_r = -0.841$$

#### d. Drenaje

La zona del proyecto tiene una precipitación media, aproximadamente el 5-25% de los días del año llueve, por lo que la estructura del pavimento tendrá humedades cercanas a la saturación. Se estima que la calidad del drenaje de la base granular será bueno y la calidad de la sub-base, regular.

**Tabla 60:** Coeficiente de Drenaje

Calidad de drenaje	Porcentaje de tiempo con la estructura expuesta del pavimento está expuesto a niveles de humedad próximos a la saturación			
	< 1%	1 - 5%	5 - 25%	> 25%
Excelente	1.40-1.35	1.35-1.30	1.30-1.20	1.20
Bueno	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
Muy pobre	1.05-0.95	0,95-0,75	0,75-0,40	0.40

**Fuente:** Manual de Pavimentos AASHTO, 1993

Por lo que asumiremos el valor de 1.00 para m2 (base), y 0.80 para m3 (sub-base)

$$m_2 = 1.00$$

$$m_3 = 0.80$$

#### e. Tráfico de Diseño

Se lo denomina también “Número de Tráfico de Diseño” (NTD) y se calcula mediante la siguiente expresión:

$$NTD = \left( \frac{T_i + T_f}{2} \right) * 365 * n * F * C * E * \% \text{ distribución por carril}$$

Dónde:

NTD            Número de tráfico de diseño

Ti              Tráfico inicial

Tf	Tráfico final
n	Período de diseño en años
E	Promedio de ejes por camión (estimado igual a 2,88)
F	Factor de equivalencia de carga
C	Porcentaje de vehículos en el carril de diseño

**f. Desviaciones Estándar (So).**

Valores del “So” en los tramos de prueba de la AASHTO no incluyeron errores en la estimación del tránsito; sin embargo, el error en la predicción del comportamiento de las secciones en tales tramos, fue de 0,25 para pavimentos rígidos y 0,35 para los flexibles, lo que corresponde a valores de la desviación estándar total debidos al tránsito de 0,35 y 0,45 para pavimentos rígidos y flexibles respectivamente.

**Tabla 61:** Desviación estándar total (So).

Pavimentos Rígidos	0.25 - 0.35
Pavimentos Flexibles	0.35 - 0.45

**Fuente:** Manual de Pavimentos AASHTO, 1993

Para construcciones nuevas, en pavimentos flexibles se recomienda un valor entre 0.35 – 0.45  
La desviación estándar será de: **So = 0.45**

**g. W18. Ejes equivalentes a 18.000 lb**

El tráfico es uno de los factores que determinan el número estructural requerido, el método de la AASHTO, transforma el número de vehículos a ejes equivalentes de 18000 lb, esta transformación se la realiza exclusivamente para los vehículos tanto buses, como pesados, descartando a los livianos, pues no representa una afectación a la estructura del pavimento.

Una vez transformado los vehículos pesados a ejes equivalentes se los afecta por un factor de daño, el cual es característico para cada uno de los vehículos pesados y buses, de acuerdo al cuadro expuesto a continuación.

**Tabla 62:** Factor de daño de cada vehículo.

FACTORES DAÑO SEGÚN TIPO DE VEHICULO									
TIPO	SIMPLE		SIMPLE DOBLE		TANDEM		TRIDEM		FACTOR DAÑO
	tons	(P/6.6) ^4	tons	(P/8.2) ^4	tons	(P/15) ^4	tons	(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			20	3,16	26	1,63	5,48

\*Usando Datos del Cuadro Demostrativo de Cargas Útiles Permisibles del Departamento de Pesos, Medidas y Peaje de la Dirección de Mantenimiento Vial del MTOP en el Ecuador

**Fuente:** Ministerio de Transportes y Obras Públicas MTOP.

Luego de ello este valor debe ser afectado por los factores tanto de distribución por carril y por dirección, al considerar el capítulo de tráfico, obtuvimos un valor de TPDA Proyecto = 337 veh/día en una proyección de veinte años, por lo cual asumimos el diseño de una vía Tipo C3 Camino Agrícola / Forestal, la cual de acuerdo a la sección típica tiene dos carriles, uno por cada sentido, de acuerdo a las tablas de la AASHTO nuestros factores de afectación serán:

**Tabla 63:** Factor por dirección

FACTOR DE DISTRIBUCION POR DIRECCION	
Número de carriles en ambas direcciones	LD 10
2	50
4	45
6 o más	40

**Fuente:** Guía para el diseño de estructuras de pavimento AASHTO, 1993

**Tabla 64:** Factor por carril

FACTOR DE DISTRIBUCION POR CARRIL	
Número de carriles en una sola dirección	LD 11
1	1.00
2	0.80 - 1.00
3	0.60 - 0.80
4	0.50 - 0.75

**Fuente:** Guía para el diseño de estructuras de pavimento AASHTO. 1993

Factor de distribución por dirección igual a 0.50

Y Factor de distribución por carril igual a 1.00.

Aplicando la ecuación

$$W_{18} = D_d * D_l * EAL$$

De donde:

EAL = Número de ejes equivalentes a 8.2 tn en el período de diseño.

D<sub>d</sub>= Factor de distribución direccional

D<sub>l</sub> = Factor de distribución por carril.

Aplicando la ecuación tenemos los siguientes resultados.

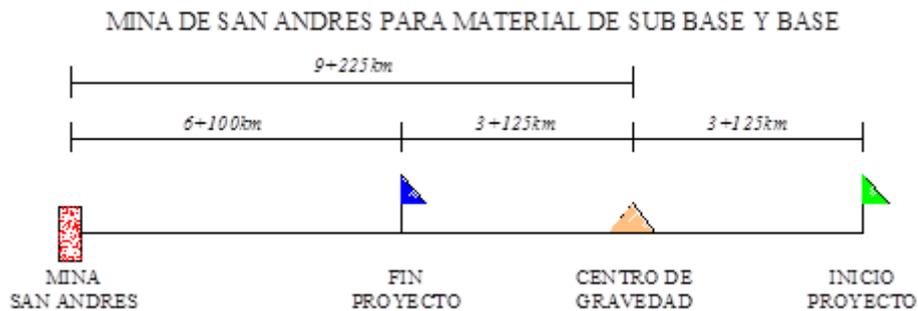
**Tabla 65:** Resumen Ejes Equivalentes

AÑO	% Crecimiento			TRANSITO PROMEDIO DIARIO				W <sub>18</sub>	W <sub>18</sub>
	AUTOS	BUSES	CAMIONES	TPD TOTAL	AUTOS	BUSES	CAMIONES	Acumulado	Carril Diseño
2,013	3.87%	1.32%	2.26%	154	118	9	27	3.24E+03	1.62E+03
2,023	3.10%	1.05%	2.61%	209	164	10	35	3.78E+04	1.88881E+04
2,033	2.82%	0.96%	2.38%	272	217	11	44	7.60E+04	3.80137E+04

**Realizado por:** Roberto Paguay – Romel Alarcón

**h. Coeficiente estructural de la sub base.**

Para los agregados pétreos de la sub-base clase 3, escogeremos la mina de San Andrés ubicada a 9.225 km del centro de gravedad, el CBR de la mina es de 56%, mediante correlación tenemos el módulo de resiliencia de 17654,67 psi, con un valor de **a3=0.128**



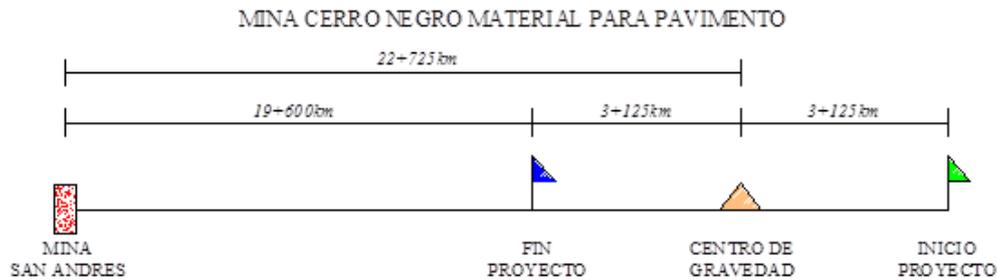
Si C.B.R. >20%      M<sub>R</sub> (p.s.i.)      =      4326 x ln(CBR) + 241

M<sub>R</sub> (p.s.i.) = 4326 x ln (56) + 241

M<sub>R</sub> (p.s.i.) = 17654.67 psi

**i. Coeficiente estructural de la base.**

Para los agregados pétreos de base clase 4, escogeremos la mina de Cerro Negro, ubicada a 22,725 km del centro de gravedad, el CBR de la mina es de 87%, mediante correlación tenemos el módulo de resiliencia de 119560,52 psi, con un valor de **a2 = 0.132**



$$\text{Si C.B.R. } > 20\% \quad \text{Mr. (p.s.i.)} = 4326 \times \ln(\text{CBR}) + 241$$

$$\text{Mr. (p.s.i.)} = 4326 \times \ln(87) + 241$$

$$\text{Mr. (p.s.i.)} = 19560.52 \text{ psi}$$

Con todos los datos obtenidos podemos aplicar la ecuación dictada por la AASHTO, teniendo lo siguiente:

**PARA 10 AÑOS**

- $W_{18} = 188881$
- $R = 80\%$
- $Z_r = -0.841$
- $S_o = 0.45$
- $\Delta PSI = 2.20$
- $M_R = 15168.12 \text{ psi}$

El número estructural requerido bajo las condiciones expuestas será de.

- $NE = 1.85$

**PARA 20 AÑOS:**

- $W_{18} = 380137$
- $R = 80\%$
- $Z_r = -0.841$
- $S_o = 0.45$

- $\Delta PSI = 2.20$
- $M_R = 15168.12$  psi.

El número estructural requerido bajo las condiciones expuestas será de.

- $NE = 2,07$

## RESUMEN DE DATOS

### CÁLCULO PARA 10 Años

- $NE = 1.85$
- $a_1 = 0.420$
- $a_2 = 0.132$
- $a_3 = 0.128$
- $m_2 = 1.00$
- $m_3 = 0.80$
- $W_{18} = 1.88881+E5$
- $Z_r = -0.841$
- $S_o = 0.45$
- $\Delta PSI = 2.20$
- $M_R = 15168.12$  psi.

**Tabla 66:** Cuadro Resumen

DATOS :					
EJES ACUMULADOS 8,2 ton :	1.88881+E5	No. AÑOS : 10			
CONFIABILIDAD (%) :	80				
DESVIACIÓN ESTÁNDAR :	-0.841				
ERROR ESTÁNDAR COMBINADO :	0.45	<b>COEFICIENTES ESTRUCTURALES Y DRENAJE</b>			
MÓDULO HOR. ASFALTICO (psi.):	400,000	<b>a 1 :</b>	0.420	<b>m 1 :</b>	x
MÓDULO DE LA BASE (psi.):	19,561	<b>a 2 :</b>	0.132	<b>m 2 :</b>	1.0
MÓDULO DE LA SUBBASE (psi.):	17,655	<b>a 3 :</b>	0.128	<b>m 3 :</b>	0.8
MÓDULO DE SUBRASANTE :	15,168				
PÉRDIDA TOTAL DE P S I :	2.2				

**Elaborado por:** Roberto Paguay – Romel Alarcón

- **Determinación de espesores de la estructura:**

Aplicando las formulas correspondientes y utilizando hojas de cálculo, ingresamos los datos y obtenemos los siguientes resultados.

Carpeta asfáltica = 1 pulg

Base clase IV = 6 pulg

Sub base Clase III = 8 pulg

Transformado a centímetros.

Carpeta asfáltica = 2.5 cm

Base clase IV = 15 cm

Sub base Clase III = 20 cm

### CÁLCULO PARA 20 Años

- NE = 2.07
- a1 = 0.420
- a2 = 0.132
- a3 = 0.128
- m2 = 1.00
- m3 = 0.80
- W18 = 3.80137+E5
- R = 80%
- Zr = -0.841
- So = 0.45
- ΔPSI = 2.20
- MR = 15168.12 psi.

**Tabla 67:** Cuadro Resumen

DATOS :					
EJES ACUMULADOS 8,2 ton :	3.80137+E5	No. AÑOS : 20			
CONFIABILIDAD (%) :	80				
DESVIACIÓN ESTÁNDAR :	-0.841				
ERROR ESTÁNDAR COMBINADO :	0.45	COEFICIENTES ESTRUCTURALES Y DRENAJE			
MÓDULO HOR. ASFALTICO (psi.):	400,000	a 1 :	0.420	m 1 :	x
MÓDULO DE LA BASE (psi.):	19,561	a 2 :	0.132	m 2 :	1.0
MÓDULO DE LA SUBBASE (psi.):	17,655	a 3 :	0.128	m 3 :	0.8
MÓDULO DE SUBRASANTE :	15,168				
PÉRDIDA TOTAL DE P S I :	2.2				

**Elaborado por:** Roberto Paguay – Romel Alarcón

- **Determinación de espesores de la estructura:**

Aplicando las formulas correspondientes y utilizando hojas de cálculo, ingresamos los datos y obtenemos los siguientes resultados.

Carpeta asfáltica = 2 pulg

Base clase IV = 6 pulg

Sub base Clase III = 12 pulg

Transformado a centímetros.

Carpeta asfáltica = 5.00 cm

Base clase IV = 15 cm

Sub base Clase III = 30 cm

## 6.4.9 ESTUDIO HIDRÁULICO

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

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

Las primeras tres funciones son realizadas por drenajes longitudinales tales como cunetas, cunetas de coronación, canales de encausamiento, bordillos y sub-drenajes mientras que la última función es realizada por drenajes trasversales como las alcantarillas y puentes.

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

### 6.4.9.1 MÉTODO RACIONAL

Se utiliza para determinar los caudales en función del coeficiente de escorrentía (superficie del terreno), de la intensidad de lluvia de la zona y del área aportante, se utilizará para ello la siguiente expresión.

El caudal de diseño se lo ha calculado utilizando el Método Racional, y la expresión matemática es la siguiente:

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

Q = caudal de diseño, (m<sup>3</sup>/s)

C = Coeficiente de escorrentía, adimensional.

I = Intensidad de precipitación (l/s ha)

A = Área de drenaje (ha)

**a. Coeficiente de Escorrentía (C)**

Es un factor que se emplea en la ecuación del método racional, está en función de la gradiente del terreno, área de drenaje, clase de cobertura vegetal del área estudiada, evaporación de la zona, permeabilidad del suelo, intensidad de la precipitación etc.

Nosotros utilizaremos el cuadro siguiente, en el cual se determina el coeficiente de escorrentía de acuerdo a la pendiente del terreno y la cobertura vegetal. En nuestro proyecto, tiene una pendiente del terreno media, la cobertura vegetal en general se trata de cultivos y es permeable. Según el cuadro que detallamos a continuación tiene un coeficiente de 0.40

**Tabla 68:** Coeficiente de escorrentía “C”

COBERTURA VEGETAL	TIPO DE SUELO	PENDIENTE DEL TERRENO				
		PRONUNC > 50 %	ALTA 20 %	MEDIA 5 %	SUAVE 1 %	DESPREC < 1 %
SIN VEGETACIÓN	IMPERMEABLE	0.80	0.75	0.70	0.65	0.60
	SEMIPERMEABLE	0.70	0.65	0.60	0.55	0.50
	PERMEABLE	0.50	0.45	0.40	0.35	0.30
CULTIVOS	IMPERMEABLE	0.70	0.65	0.60	0.55	0.50
	SEMIPERMEABLE	0.60	0.55	0.50	0.45	0.40
	PERMEABLE	0.40	0.35	0.30	0.25	0.20
PASTOS, VEGETACIÓN LIGERA	IMPERMEABLE	0.65	0.60	0.55	0.50	0.45
	SEMIPERMEABLE	0.55	0.50	0.45	0.40	0.35
	PERMEABLE	0.35	0.30	0.25	0.20	0.15
HIERBA, GRAMA	IMPERMEABLE	0.60	0.55	0.50	0.45	0.40
	SEMIPERMEABLE	0.50	0.45	0.40	0.35	0.30
	PERMEABLE	0.30	0.25	0.20	0.15	0.10
BOSQUES, DENSA VEGETACIÓN	IMPERMEABLE	0.55	0.50	0.45	0.40	0.35
	SEMIPERMEABLE	0.45	0.40	0.35	0.30	0.25
	PERMEABLE	0.25	0.20	0.15	0.10	0.05

Nota: para zonas que se espera puedan ser quemadas, se debe aumentar los coeficientes así: Cultivos multiplicarlos por 1.10; hierbas, pastos y vegetación ligera, bosques y densa vegetación multiplicarlos por 1.30.

**Fuente:** Ministerio de Transporte y Obras Públicas

**b. Tiempo de Concentración.**

Es el tiempo que tarda una gota de lluvia en recorrer desde el punto más alejado del área en consideración hasta llegar a la estructura o punto que deseamos que drene, también se lo llama tiempo de duración de la precipitación.

Para la aplicación del método, en primer lugar se obtiene la información cartográfica disponible, los datos de área de drenaje, longitud de cauce y desnivel medio de cada subcuenca analizada, sobre la base de los cuales se determina el llamado tiempo de concentración mediante la fórmula de Kirpich.:

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

Dónde:

- T<sub>c</sub>** tiempo de concentración, minutos.
- L** longitud del cauce principal, metros.
- H** desnivel medio de la cuenca, metros.

En nuestro caso utilizaremos un tiempo de concentración de 10 minutos.

### c. Intensidad de Precipitación ( I )

El cálculo se efectuó a partir de las intensidades obtenidas de las curvas Intensidad - Duración – Frecuencia elaboradas con la ecuación de Intensidades Máximas, sobre la base de los datos generados por el Estudio de Lluvias Intensas publicado por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI) en 1999.

- Para  $5\text{min} < t < 25\text{min}$   $I_{t,T_r} = 76,946 * t^{-0.4583} * I_d$
- Para  $25\text{min} < t < 1140\text{min}$   $I_{t,T_r} = 174.470 * t^{-0.7143} * I_d$

Dónde:

- I<sub>t, Tr</sub>** = Int. Máx. de lluvia con duración t y período de retorno Tr en años.
- t** = Duración de la lluvia, en minutos.
- I<sub>d</sub>** = Intensidad diaria para un período de retorno Tr años ( $I_d = P_d/24$ ), mm/h.
- P<sub>d</sub>** = Precipitación diaria (precipitación máxima en 24 horas), mm.

### d. Período de retorno (T):

Es el período en el cual se espera que las condiciones de una lluvia sean igualadas o excedidas, este período depende del tipo de estructura que se desee diseñar, nosotros en el proyecto utilizaremos un período de 10 años, por considerar estructuras de drenaje para obras de arte menor, en las cuales se encasillan las cunetas longitudinales, contra cunetas, y alcantarillas.



La selección del período de retorno incide directamente en el dimensionamiento de las obras y lógicamente en sus costos. El período mínimo a considerar es de 10 años y aumenta la consideración dependiendo del tipo de vía a diseñar.

**Tabla 69:** Período de retorno (T)

TIEMPO T <sub>c</sub> (min)	PERÍODO DE RETORNO TR (años)				
	5	10	25	50	100
5	66.24	47.84	55.20	58.88	66.24
7	56.77	41.00	47.31	50.47	56.77
10	48.21	34.82	40.18	42.86	48.21
12	44.35	32.03	36.96	39.42	44.35
15	40.04	28.92	33.36	35.59	40.04
17	37.80	27.30	31.50	33.60	37.80
20	35.09	25.34	29.24	31.19	35.09
25	31.51	22.76	26.26	28.01	31.51
30	27.66	19.98	23.05	24.59	27.66
40	22.52	16.27	18.77	20.02	22.52
50	19.21	13.87	16.00	17.07	19.21
60	16.86	12.18	14.05	14.99	16.86
80	13.73	9.91	11.44	12.20	13.73
90	12.62	9.11	10.52	11.22	12.62
100	11.71	8.45	9.75	10.40	11.71

**Fuente:** Instituto Nacional De Meteorología e Hidrológica, INAMHI

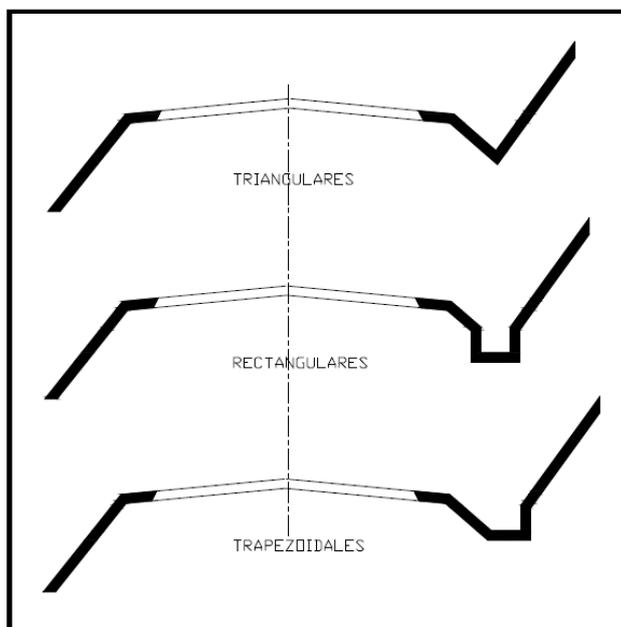
#### 6.4.9.2 TALUDES

Los taludes en corte y en relleno son muy importantes en la seguridad y buena apariencia de una carretera, además de influir en su costo de mantenimiento. Aunque su diseño depende de las condiciones de los suelos y de las características geométricas de la vía, como regla general los taludes deben diseñarse con la menor pendiente económicamente permisible.

Los taludes en arena limosa y grava, resultan estables cuando el ángulo del talud con respecto a la horizontal, es menor que el ángulo de fricción interna del material que es de aproximadamente 32° (1.6:1). En el caso de taludes formados por arenas densas, el ángulo natural de reposo es de 40°, equivalente a un talud un poco más pronunciado de (1.2:1).

### 6.4.9.3 CUNETAS

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



**Figura 55:** Secciones típicas de cunetas.  
**Fuente:** Ministerio de Transportes y Obras Públicas

### Cálculo tipo de cuneta:

**Tabla 70:** Coeficiente de escorrentía

Coeficiente de escorrentía	Coeficiente Escorrentía	
	Pavimentos de Hormigón u hormigón asfáltico	0.75
Pavimentos de Macadán Asfáltico o Sup. de Grava Tratada	0.65	0.80
Pavimentos de Grava, Macadán etc.	0.25	0.60
Suelo Arenoso, Cultivado o con Escasa Vegetación	0.15	0.30
Suelo Arenoso, Bosques o Materiales Espesos	0.15	0.30
Grava, Ninguna o escasa Vegetación	0.20	0.40
Grava, Bosques o Matorrales Espesos	0.15	0.35
Suelo Arcilloso, Ninguna o Escasa Vegetación	0.35	0.75
Suelo Arcilloso, Bosques o Vegetación Abundante	0.25	0.60

**Fuente:** Proyecto, Contratación y Mantenimiento de Caminos Pio Cuevas Moreno

Ecuación para el cálculo para el aporte de aguas lluvias

$$QT = Q1 + Q2$$

Dónde:

- QT = Caudal total a ser evacuado, m<sup>3</sup>/s.  
Q1 = caudal aportado por el talud de corte, m<sup>3</sup>/s  
Q2 = Caudal aportado por el semi ancho de la vía, m<sup>3</sup>/s

Empleamos el Método Racional para determinar los caudales de diseño:

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

Dónde:

- Q = Caudal en m<sup>3</sup>/s  
C = Coeficiente de escorrentía  
I = Intensidad de precipitación pluvial en mm/h  
A = Área de aportación en Ha

C<sub>1</sub> = 0.40 Para talud de corte, suelos que aportan caudal a la cuneta lateral.

C<sub>2</sub> = 0.85 Para pavimentos de Hormigón asfáltico.

I = 34.82 mm/h para un período de retorno de Tr=10 años y un Tc 10 min.

El sistema menor de drenaje “cunetas” deberá ser diseñado para un período de retorno mínimo de 10 años. El período de retorno está en función de la importancia económica.

**A1**= a1\*L Área de aportación del Talud de corte.

**A2**= a2\*L Área de aportación correspondiente al semi ancho de la vía.

**a1**= 25.00 m Altura promedio para el aporte de caudal.

**a2**= 3.00 m Semi ancho de la vía.

**L**= 0+350.00 Longitud de la cuneta lateral.

Cálculo de caudal total a ser evacuado, m<sup>3</sup>/s

$$QT = \frac{(C1 * a1 + C2 * a2) * L * I}{3600 * 1000}$$

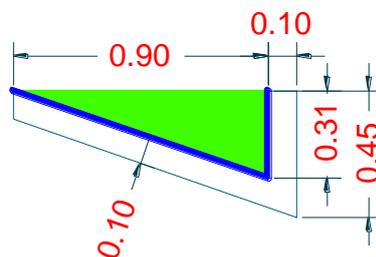
$$QT = \frac{(0.40 * 25 + 0.85 * 3.00) * L * 34.82}{3600 * 1000}$$

$$QT = 0.0001214 * L$$

Dimensionamiento de cuneta lateral.

$$V = \frac{R^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}}}{n} \quad \text{Ec.1 Velocidad.}$$

$$Q = V * A \quad \text{Ec.2 Caudal}$$



Área mojada ( $A_m$ ) = 0.14 m<sup>2</sup>  
 Perímetro mojado ( $P$ ) = 1.26 m  
 Radio Hidráulico ( $A_m/P$ ) = 0.11

**Figura 56:** Capacidad de la cuneta lateral.  
 Elaborado por: Roberto Paguay – Romel Alarcón

CONDICIONES HIDRÁULICAS ADMISIBLES DE LA CUNETA LATERAL

<b>Am=</b>	0.140	m <sup>2</sup>	Cálculo del área efectiva del canal , m <sup>2</sup>	
<b>P=</b>	1.260	m	Cálculo del perímetro mojado , m	
<b>R=</b>	0.110	m	Cálculo del radio hidráulico , m	
				PARA
<b>V=</b>	1.65	m/s	Cálculo de la velocidad admisible, m/s	S= 1.0%
<b>Q=</b>	0.15	m <sup>3</sup> /s	Cálculo del Caudal admisible, m <sup>3</sup> /s	

CONDICIONES HIDRAULICAS SOLICITANTES DE LA CUNETA LATERAL

<b>QT=</b>	0.043	m <sup>3</sup> /s	Cálculo del caudal solicitante, m <sup>3</sup> /s
<b>V=</b>	0.355	m/s	Cálculo de la velocidad solicitante, m/s

S= 0.001 *Cálculo de la pendiente solicitante, m/m*

*Verificación de diseño: (Pendiente más desfavorable)*

Velocidad:

<b>Velocidad solicitante</b>	<	<b>Velocidad Admisible</b>
0.35	<	1.65
<b>OK</b>		

Caudal:

<b>Caudal solicitante</b>	<	<b>Caudal Admisible</b>
0.04	<	0.15
<b>OK</b>		

Pendiente:

<b>Pendiente solicitante</b>	<	<b>Pendiente Admisible</b>
0.0015	<	0.01
<b>OK</b>		

#### 6.4.9.4 ALCANTARILLAS

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

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

De acuerdo a las condiciones topográficas del corredor de la carretera, se puede considerar que las alcantarillas servirán para drenar: planicies de inundación o zonas inundables, cuencas pequeñas definidas o para coleccionar aguas provenientes de cunetas.



**Tabla 71:** Principales quebradas que afectan al proyecto

Principales Quebradas			
No	Nombre	Abscisa	Área
			Ha
1	Quebrada del Rayo	1+310.00	27.22
2	Quebrada Poqyos	1+780.00	15.07
3	Quebrada el Churo	4+100.00	2.94
4	Quebrada Mulcorral	5+010.00	114.47
5	Varios sitios	5+600.00	182.43

**Realizado por:** Roberto Paguay – Romel Alarcón

**b. Cálculo del tiempo de concentración y cálculo de caudales.**

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

Dónde:

Q = Caudal en m<sup>3</sup>/s

C = Coeficiente de escorrentía

I = Intensidad de precipitación pluvial en mm/h

A = Área de aportación en Ha

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

Dónde:

T<sub>c</sub> tiempo de concentración, minutos.

L longitud del cauce principal, metros.

H desnivel medio de la cuenca, metros.

**Cálculo de caudales por el método racional.**

**Tabla 72:** Cálculos Tipo de caudales.

No	Nombre	Abscisa	C	L (m)	H (m)	Tc Calc. (min)	Tc Asum(min)	A (Ha)	I (mm/h)	Q CALC. (m <sup>3</sup> /s)
1	Quebrada del Rayo	1+310.00	0.45	684.16	202	4.75	10	27.22	40.18	1.37
2	Quebrada Poqyos	1+780.00	0.45	579.04	198	3.95	10	15.07	40.18	0.76
3	Quebrada el Churo	4+100.00	0.45	1280.63	25	21.92	22	2.94	29.24	0.11
4	Quebrada Mulcorral	5+010.00	0.45	1245.45	175	10.04	25	114.47	26.26	3.76
5	Varios sitios	5+600.00	0.45	561.89	59	6.08	15	182.43	33.36	7.61

**Realizado por:** Roberto Paguay – Romel Alarcón

c. Cálculo de alcantarilla tipo método Racional.

**Tabla 73 : Rugosidad de los materiales.**

DESCRIPCIÓN	n
Tubos de Hormigón	0.012
<b>Tubos de Metal Corrugado ó Tubos de Arco</b>	
a) Simple o Revestido	0.024
b) Solera Pavimentada	0.019
Tubo de Arcilla Vitrificada	0.012
Tubo de hierro Fundido	0.013
Alcantarilla de Ladrillo	0.015
Pavimente Asfáltico	0.015
Pavimento de Hormigón	0.014
Parterre de Césped	0.05
Tierra	0.02
Grava	0.02
Roca	0.035
Áreas Cultivadas	0.03 - 0.05
Matorrales Espesos	0.07 - 0.14
Bosques Espesos - Poca Maleza	0.10 - 0.15
<b>Cursos de Agua</b>	
a) Algo de Hierva y Maleza - Poco o nada de Matorrales	0,030 -0,035
b) Maleza Densa	0,035 - 0,050
c) Algo de Maleza - Matorrales Espesos a los Costados	0,050 - 0,070

**Fuente:** Normas de Diseño Geométrico de Carreteras MTOP

Datos de la alcantarilla típica.

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

<b>Diámetro</b>	1.20	m
<b>Rugosidad</b>	0.02	
<b>Pendiente</b>	0.02	%
<b>Radio Hidráulico</b>	0.30	
<b>Área mojada</b>	1.13	Tubo lleno
<b>Velocidad del agua</b>	2.64	m/s
<b>Caudal</b>	2.99	m <sup>3</sup> /s

d. Verificación de la condición hidráulica de escurrimiento

Cálculo de la altura crítica, m

$$H_c = \left[ \frac{Q^2}{(L^2) * G} \right]^{1/3}$$

Dónde:

H<sub>c</sub> = Altura crítica, m

Q = Caudal de diseño, m<sup>3</sup>/s

L = Ancho de la sección rectangular, m

G = Pendiente transversal, %

Cálculo de la sección transversal, m. Ecuación Flujo uniforme, condición hidráulica sección parcialmente llena.

$$D = \left[ \frac{Q}{1.425} \right]^{2/5}$$

Q = Caudal de diseño m<sup>3</sup>/s

D = Diámetro de la sección circular, m

**Tabla 74:** Dimensionamiento hidráulico de las alcantarillas más desfavorables

No	Abscisa	Q CALC. (m <sup>3</sup> /s)	G (%)	L (m)	D CAL. (m)	D RECOM. (m)	Y (m)	H <sub>c</sub> (m)	AH (m <sup>2</sup> )	V m/s	Q CALC < QTUB. LLEN
1	1+310.00	1.37	2.00	11.13	0.98	1.20	0.68	0.91	0.66	2.07	Alcantarilla D=1.2
2	1+780.00	0.76	2.00	11.13	0.78	1.20	0.86	0.61	0.86	0.88	Alcantarilla D=1.2
3	4+100.00	0.11	2.00	11.13	0.36	1.20	0.65	0.17	0.63	0.17	Alcantarilla D=1.2
4	5+010.00	3.76	2.00	11.13	1.47			1.79	0.75	5.01	Puente
5	5+600.00	7.61	2.00	11.13	1.95		0.48	2.86	0.42	18.11	Puente

**Realizado por:** Roberto Paguay – Romel Alarcón

**Tabla 75 : Ubicación de alcantarillas en el proyecto.**

PROPUESTA DE ESTRUCTURAS DE DRENAJE TRANSVERSAL NUEVAS											
N°	ABSCISA	LONGITUD (m)	Ø (m)	MATERIAL	LADO DERECHO		LADO IZQUIERDO		ENTRADA	SALIDA	OBSERVACIONES
					NORTE (msnm)	ESTE (msnm)	NORTE (msnm)	ESTE (msnm)			
1	0+240.00	8.00	1.20	Metálica	9832249.62	754662.70	9832242.11	754665.46	Ala	Ala	Nueva
2	0+480.00	8.00	1.20	Metálica	9832152.66	754442.98	9832145.46	754446.47	Cajón	Muro de Ala	Nueva
3	0+940.00	8.00	1.20	Metálica	9832020.01	754017.93	9832012.13	754016.55	Cajón	Muro de Ala	Nueva
4	1+320.00	8.00	1.20	Metálica	9831964.91	753647.14	9831956.51	753648.10	Cajón	Muro de Ala	Nueva
5	1+500.00	8.00	1.20	Metálica	9831935.84	753469.30	9831926.96	753470.79	Cajón	Muro de Ala	Nueva
6	1+780.00	8.00	1.20	Metálica	9831907.30	753214.05	9831906.97	753223.04	Cajón	Muro de Ala	Nueva
7	2+020.00	8.00	1.20	Metálica	9831744.77	753381.50	9831737.53	753378.09	Cajón	Muro de Ala	Nueva
8	2+380.00	8.00	1.20	Metálica	9831572.74	753649.19	9831567.99	753655.63	Cajón	Muro de Ala	Nueva
9	2+680.00	8.00	1.20	Metálica	9831439.44	753409.79	9831431.48	753410.56	Cajón	Muro de Ala	Nueva
10	2+960.00	8.00	1.20	Metálica	9831398.10	753145.53	9831390.36	753147.54	Cajón	Muro de Ala	Nueva
11	3+380.00	8.00	1.20	Metálica	9831196.51	752808.34	9831191.48	752814.58	Cajón	Muro de Ala	Nueva
12	3+540.00	8.00	1.20	Metálica	9831126.71	752914.50	9831134.36	752916.86	Cajón	Muro de Ala	Nueva
13	3+660.00	8.00	1.20	Metálica	9831059.25	753008.79	9831063.51	753015.56	Cajón	Muro de Ala	Nueva
14	3+900.00	8.00	1.20	Metálica	9830866.38	753137.06	9830864.05	753144.72	Cajón	Muro de Ala	Nueva
15	4+200.00	8.00	1.20	Metálica	9830705.31	752890.28	9830700.06	752896.32	Cajón	Muro de Ala	Nueva
16	4+500.00	8.00	1.20	Metálica	9830502.86	752671.60	9830496.81	752676.84	Cajón	Muro de Ala	Nueva
17	5+100.00	8.00	1.20	Metálica	9830136.94	752235.66	9830129.51	752238.65	Cajón	Muro de Ala	Nueva
18	5+400.00	8.00	1.20	Metálica	9829977.29	751981.93	9829970.73	751986.53	Cajón	Muro de Ala	Nueva
19	5+760.00	8.00	1.20	Metálica	9829682.50	751803.30	9829683.72	751811.20	Cajón	Muro de Ala	Nueva
20	5+880.00	8.00	1.20	Metálica	9829575.54	751846.33	9829572.34	751853.66	Ala	Ala	Nueva

**Realizado por:** Roberto Paguay – Romel Alarcón

#### **6.4.9.5 DIAGRAMA DE MASA.**

La curva masa busca el equilibrio para la calidad y economía de los movimientos de tierras, además es un método que indica el sentido del movimiento de los volúmenes excavados, la cantidad y la localización de cada uno de ellos.

Las ordenadas de la curva resultan de sumar algebraicamente a una cota arbitraria inicial el valor del volumen de un corte con signo positivo y el valor del terraplén con signo negativo; como ábsidas se toma el mismo abscisado utilizado en el perfil.

Los volúmenes se corrigen aplicando un coeficiente de abundamiento a los cortes o aplicando un coeficiente de reducción para el terraplén.

El procedimiento para el proyecto de la curva masa:

- Se proyecta la sub-rasante sobre el dibujo del perfil del terreno.
- Se determina en cada estación, o en los puntos que lo ameriten, los espesores de corte o terraplén.
- Se dibujan las secciones transversales topográficas (secciones de construcción)
- Se dibuja la plantilla del corte o del terraplén con los taludes escogidos según el tipo de material, sobre la sección topográfica correspondiente, quedando así dibujadas las secciones transversales del camino.
- Se calculan las áreas de las secciones transversales del camino por cualquiera de los métodos ya conocidos.
- Se calculan los volúmenes abundando los cortes o haciendo la reducción de los terraplenes, según el tipo de material y método escogido.
- Se dibuja la curva con los valores anteriores.

#### **6.4.9.6 DIBUJO DE LA CURVA MASA.**

Se dibuja la curva masa con las ordenadas en el sentido vertical y las abscisas en el sentido horizontal utilizando el mismo dibujo del perfil. Cuando esta dibujada la curva se traza la compensadora que es una línea horizontal que corta la curva en varios puntos. Podrán dibujarse diferentes alternativas de línea compensadora para mejorar los movimientos, teniendo en cuenta que se compensan más los volúmenes cuando la misma línea

compensadora corta más veces la curva, pero algunas veces el querer compensar demasiado los volúmenes, provoca acarreo muy largos que resultan más costosos que otras alternativas.

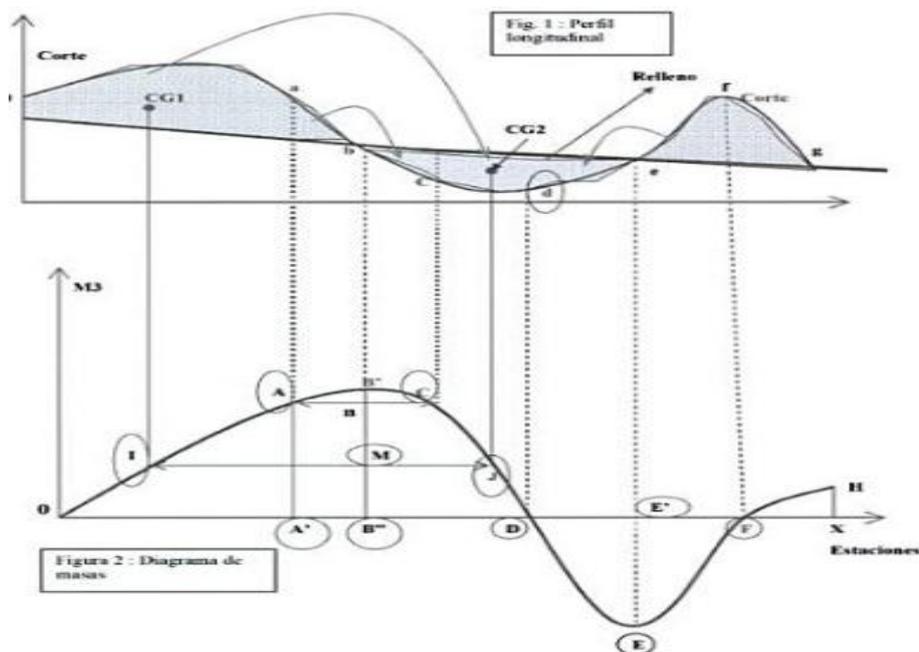
#### 6.4.9.7 EL ACARREO.

- Se dice estación cuando no pasa de 100 metros, la distancia del centro de gravedad del corte al centro de gravedad del terraplén con la resta del acarreo.
- Hectómetro a partir de 100 metros, de distancia y menos de 500 metros.
- Hectómetro adicional, cuando la distancia de sobre acarreo varía entre los 500 y 2000 metros.
- Kilómetro, cuando la distancia entre los centros de gravedad excede los 2000 metros.

#### 6.4.9.8 DETERMINACIÓN DEL DESPERDICIO

Cuando la línea compensadora no se puede continuar y existe la necesidad de iniciar otra, habrá una diferencia de ordenadas.

Si la curva masa se presenta en el sentido del cadenamamiento en forma ascendente la diferencia indicará el volumen de material que tendrá que desperdiciarse lateralmente al momento de la construcción.

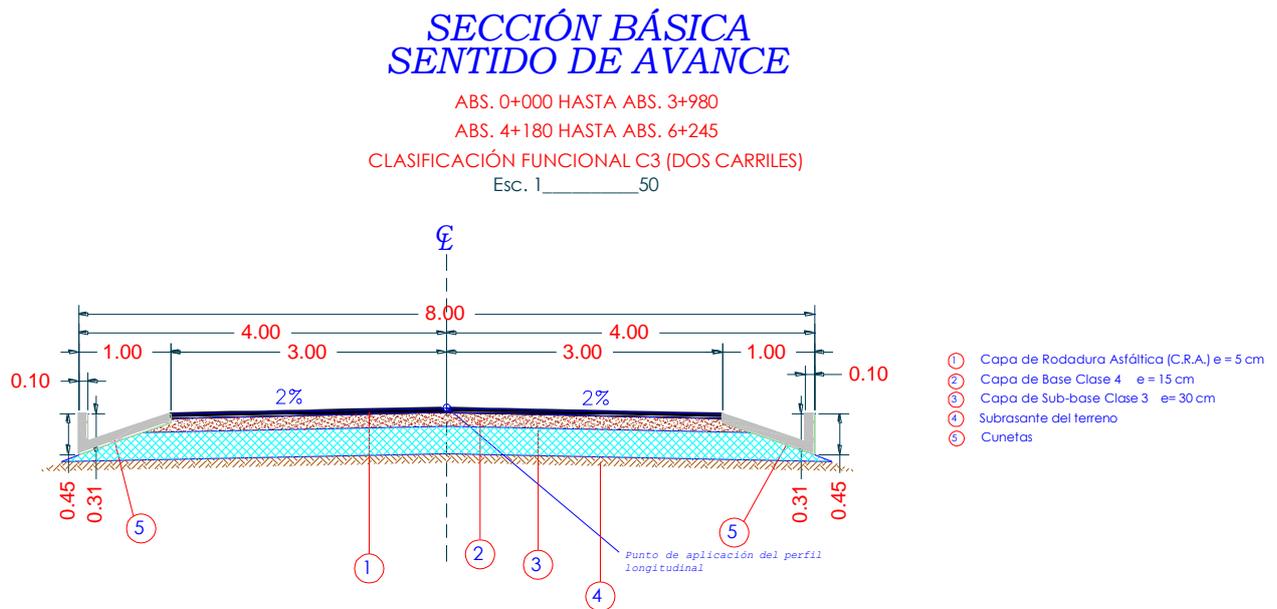


**Figura 59:** Préstamos y desperdicios.  
**Fuente:** Ingeniería vial. Ing. Hugo Morales Sosa.

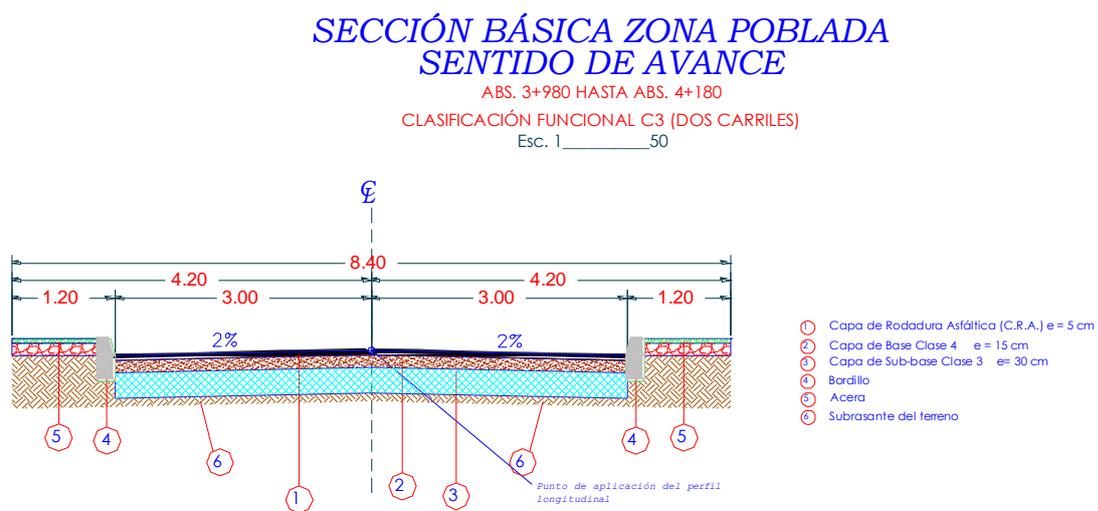
### 6.4.9.9 SECCIONES TRANSVERSALES BÁSICAS DE CONSTRUCCIÓN

De acuerdo a la topografía y al alineamiento vertical se pueden tener diferentes tipos de secciones a lo largo de una vía:

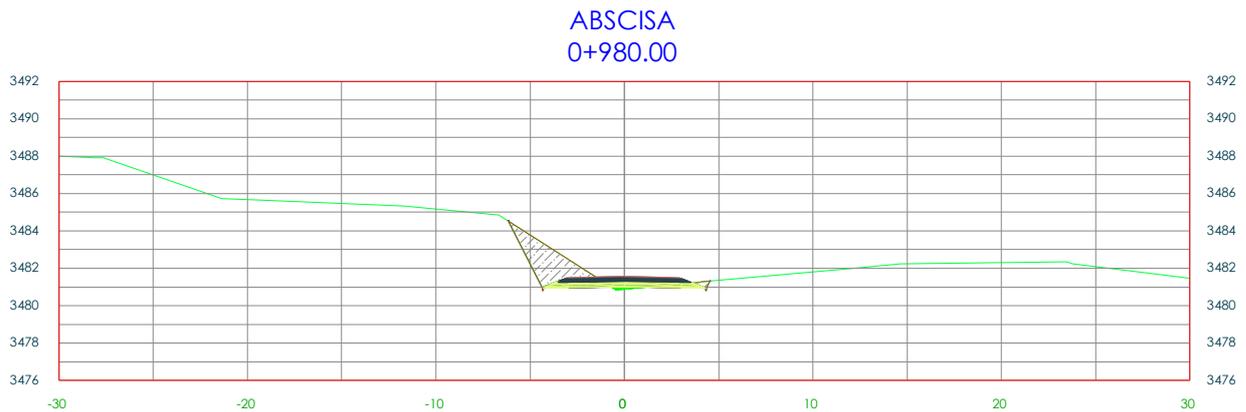
Cada una de los tipos mencionados puede encontrarse en tramo recto, donde la inclinación de la banca corresponde al bombeo, o en tramo curvo con una inclinación de banca igual al peralte requerido.



**Figura 60:** Sección Básica 1 del Proyecto.  
**Realizado por:** Roberto Paguay – Romel Alarcón



**Figura 61:** Sección Básica 2 del Proyecto.  
**Realizado por:** Roberto Paguay – Romel Alarcón



**Figura 62:** Sección Básica mixta.  
**Realizado por:** Roberto Paguay – Romel Alarcón

#### 6.4.9.10 UTILIZACIÓN PRÁCTICA DEL DIAGRAMA DE MASAS

El diagrama de masas tiene las siguientes aplicaciones:

El diagrama de masas está compuesto por una serie de ondas y estas por ramas, la rama es ascendente en tramos donde, en el perfil longitudinal predomina el corte y es descendente en tramos donde predomina el relleno.

Representación gráfica de los volúmenes de tierra de un proyecto de carreteras, que nos permite determinar la mejor forma de distribuir los cortes y rellenos.

- Se suman algebraicamente los volúmenes entre dos secciones corte signo (+), relleno signo (-)
- El primer resultado se lo suma al obtenido en el siguiente y así sucesivamente
- Se procede luego a graficar dichas ordenadas en un plano cartesiano

### 6.5 SEÑALIZACIÓN

#### 6.5.1 OBJETIVOS

El objetivo de este estudio es desarrollar el proyecto de señalización de tránsito del proyecto vial.

El estudio también tiene como objetivo reducir al mínimo posible la recurrencia de accidentes, tanto en la etapa de reconstrucción, cuanto en la operación de la vía, permitiendo que los usuarios lleguen hacia sus destinos, con eficiencia y seguridad.

## **6.5.2 PROYECTO DE SEÑALIZACIÓN DE TRÁNSITO**

La señalización de tránsito permite mejorar el nivel de servicio de la vía facilitando al usuario su viaje y reducir o eliminar los riesgos de accidentes de tránsito.

Los dispositivos para el control de tránsito son elementos que, utilizando símbolos, colores, palabras, forma, contraste, composición y efecto reflejante, transmiten mensajes simples y claros tanto a conductores como a peatones para reglamentar, informar y alertar sobre las condiciones vigentes de circulación en la vía, de tal manera que la legibilidad y tamaño se combinen con la ubicación a fin de dar suficiente tiempo de reaccionar e impongan respeto.

La Señalización que utilizará el Proyecto se ha clasificado de la siguiente manera:

- a) Señalización Temporal
- b) Señalización Permanente

### **a. SEÑALIZACIÓN TEMPORAL**

La Señalización Temporal se colocará durante la construcción del Proyecto. La función de la señalización en esta etapa es la de guiar al tránsito a través de la carretera en construcción donde se ha de interrumpir el flujo continuo, el cual debe ser orientado para la prevención de riesgos, tanto de los usuarios como del personal que trabaja en la vía.

Estas señales son temporales y su instalación se realizará previamente al inicio de la construcción, permanecerán el tiempo que duren los trabajos y serán retiradas cuando la vía esté completamente habilitada al tránsito.

En relación con la comunidad involucrada, la Señalización en la etapa de construcción se referirá a los siguientes temas:

### **PREVENCIÓN DE RIESGOS**

- a) Señalización a ubicarse en cada frente de obra activo, de acuerdo a la ejecución de las obras, y por lo tanto sujeta a ser removida y reubicada con frecuencia.
- b) Señalización de sitios de minas, plantas, escombreras, campamentos, bodegas, plataformas, etc.
- c) Señalización sobre eventos, tales como interrupciones programadas para facilitar la construcción o evitar accidentes, restricciones de uso, con los correspondientes horarios o calendarios, según fuera necesario.

## **ORIENTACIÓN GENERAL.**

- a) Letreros con Datos del Proyecto: programa, proyecto, contratista, longitud.
- b) Normas de respeto al ambiente, higiene, recomendaciones de comportamiento, precaución general, etc. Se detallan más abajo en señales informativas.

La rotulación de carácter general se ubicará en los sitios de concentración de personal. Toda rotulación deberá ser clara, legible, concisa y se colocará en cada sitio donde sea útil, haciendo uso de los estándares nacionales e internacionales, en su orden, salvo que el contratista justifique la conveniencia de otros y la fiscalización lo apruebe.

### **b. SEÑALIZACIÓN PERMANENTE**

Durante la construcción de las obras de mejoramiento y ampliación de la vía o luego de que esta haya terminado, según el caso, se colocará rotulación permanente con pintura reflectante y anticorrosiva, que cumpla con las normas de Tránsito, Turismo o Ambiente, según corresponda.

Durante la construcción y operación se deberá mantener las señales limpias, sin vegetación de tal manera que facilite su visualización.

Los temas a los que se referirá la señalización permanente para esta carretera se han clasificado formalmente en los siguientes grupos:

- a) **General:** Se refiere a la señalización sobre poblados y sitios de referencia, escuelas, servicios públicos y turísticos, espacios reservados para equipamiento, etc.
- b) **Vial:** Velocidad límite, curvas, altas pendientes, estrechamientos, cruces de vías, paradas de buses, dispositivos rompe velocidades, etc. Dependiendo del contenido, será clasificada como Reglamentaria o Preventiva.
- c) **Seguridad:** Identificará áreas de riesgo de derrumbes, aluviones, abismos, alta accidentalidad, etc. Estas podrán ser del tipo Reglamentario o Preventivo según los estándares de señalización del MTOP siguiendo las especificaciones de la norma.
- d) **Protección Ecológica:** Identificará ríos, manantiales, sitios de valor ecológico y sitios ambientales frágiles, que requieran especial atención para la protección de cobertura vegetal y la fauna nativa, cruces de ganado, etc.

Promoverá normas de respeto al ambiente, en especial aquellas relacionadas con el manejo apropiado de desechos y la higiene en general, y estará dirigida tanto a los moradores de la zona como para los usuarios de la vía.

La ubicación longitudinal y transversal de los dispositivos para el control de tránsito han sido diseñados de acuerdo a los Manuales de Procedimientos para Señalización y Seguridad Vial de CORPECUADOR, MTOP e INEN, es así que para este estudio se dividió en dos grupos de señales:

1. Señalización Horizontal
2. Señalización Vertical.

Tanto en nuestro país como en el resto del mundo la señalización vertical se encuentra uniformizada y clasificada en tres tipos de señales:

1. Preventiva
2. Reglamentaria o Restrictiva
3. Informativa.

### **6.5.3 SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL**

La señalización horizontal corresponde a las rayas, símbolos y letras que se colocan o se pintan sobre los pavimentos, estructuras u objetos dentro o adyacentes a las vías, con el fin de informar a los usuarios, prevenir ciertos riesgos y regular o canalizar el tránsito.

Se ha considerado los siguientes tipos de marcas en el pavimento:

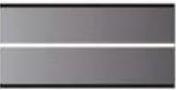
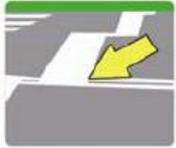
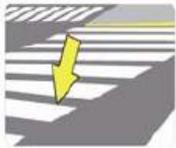
#### **6.5.3.1 CRUCE DE POBLACIONES (REDUCTOR DE VELOCIDAD)**

Para evitar los riesgos de accidentes tanto para los usuarios de la vía, como para los peatones, se colocarán reductores de velocidad en la entrada y salida de las poblaciones.

La señalización horizontal está constituida por marcas viales que tienen como función complementar las regulaciones informaciones de otros dispositivos de tránsito, o transmitir mensajes sin distraer la atención del conductor.

La señalización horizontal propuesta en este proyecto, consta de:

1. Marcas longitudinales centrales
2. Marcas longitudinales de espaldón

Clasificación	Imagen	Significado	Imagen	Significado
Marcas en el Pavimento	 Línea central continua.	Indica división de carriles opuestos y a la vez prohíbe la maniobra de sobrepasar a otro vehículo.	 Línea central discontinua.	Indica división de carriles. Se permite sobrepasar si hay suficiente visibilidad y el carril opuesto se encuentra desocupado en un espacio suficiente que permita una maniobra con seguridad.
	 Línea continua y otra discontinua juntas al centro.	Indica que se permite sobrepasar a los vehículos que se mueven por el lado de la línea discontinua.	 La doble línea continua.	Establece una barrera imaginaria que separe las corrientes de tránsito en ambos sentidos. Prohíbe sobrepasar la línea a los vehículos que circulan por ambos sentidos.
	 Línea de carril.	Separan los carriles de circulación para los vehículos que transitan en la misma dirección.	 Líneas de borde de pavimento.	Demarcan el borde del pavimento a fin de facilitar la conducción del vehículo, especialmente durante la noche y en zonas de condiciones climáticas severas.
	 Líneas de pare.	Tanto en zonas urbanas como rurales, indican al conductor la localización exacta de la línea de parada del vehículo.	 Líneas de paso peatonal.	Tanto en las áreas urbanas como rurales, indican al peatón por dónde debe cruzar la pista.
	 Demarcadores de palabras y símbolos.	Se usan para guiar, advertir y regular el tránsito automotor. Los mensajes son concisos, nunca más de tres palabras.	 Demarcaciones al borde de la acera o vereda para restringir estacionamiento.	Indica la prohibición de estacionamiento a toda hora junto a la vereda; corresponde a la denominada zona rígida.

**Figura 63:** Sección Típica en corte en zonas montañosas.

**Fuente:** Comisión Nacional del Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial

#### 6.5.4 SEÑALIZACIÓN VERTICAL

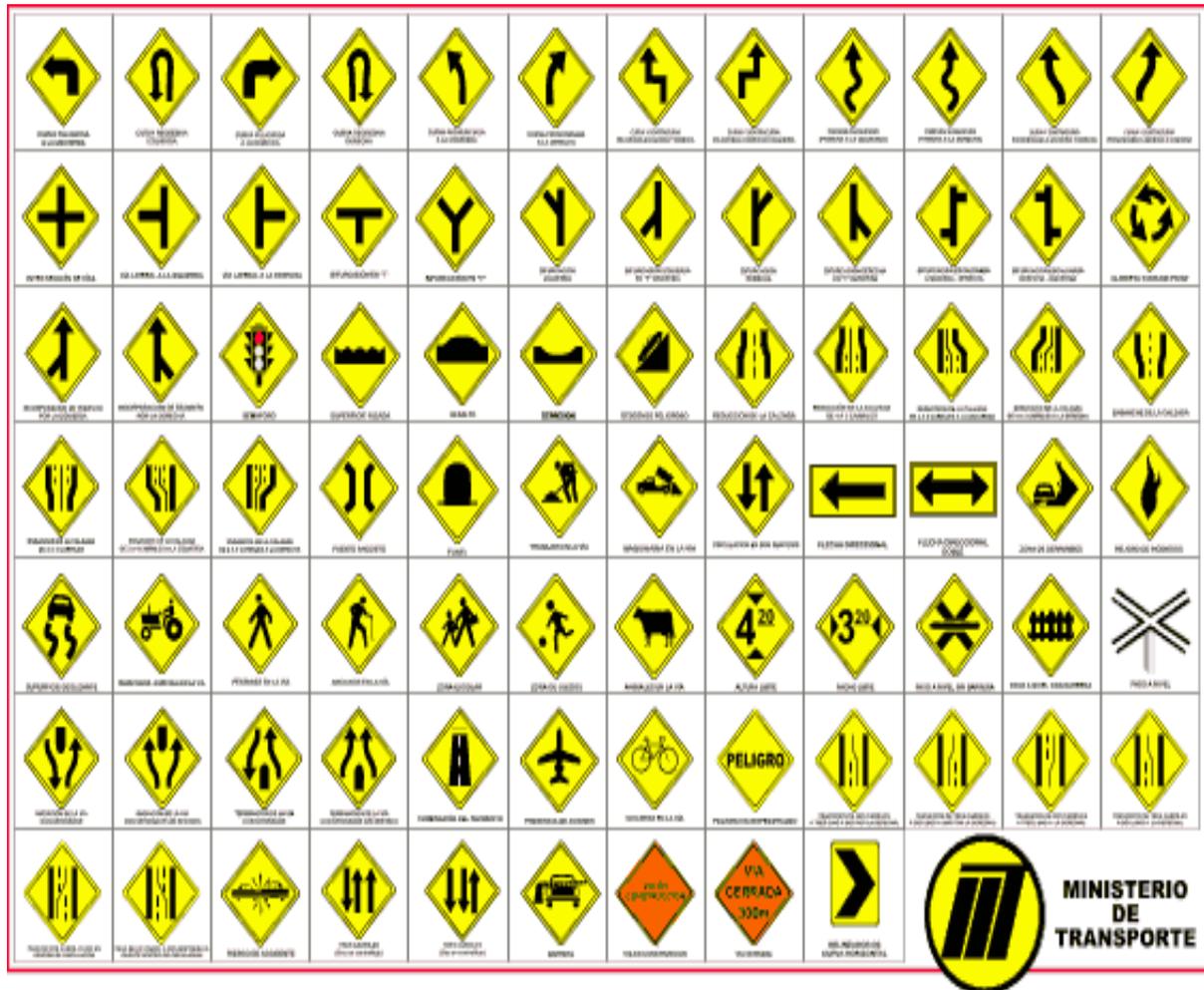
Las señales verticales son tableros fijados en postes o estructuras que contienen símbolos y leyendas cuyo objeto es prevenir a los conductores sobre la existencia de peligros, además de indicar determinadas restricciones o prohibiciones que limiten sus movimientos y finalmente proporcionar información necesaria para facilitar su viaje.

El proyecto de señalización de tránsito de la vía, requiere de la instalación de los siguientes tipos de señales verticales:

En los planos adjuntos se presenta el resumen de las señales viales utilizadas, su localización, el tipo y tamaño de las señales; se adjunta además una figura de cada señal como referencia. Asimismo en los planos constan en detalle la ubicación, altura y distancia lateral de las señales.



## SEÑALES PREVENTIVAS

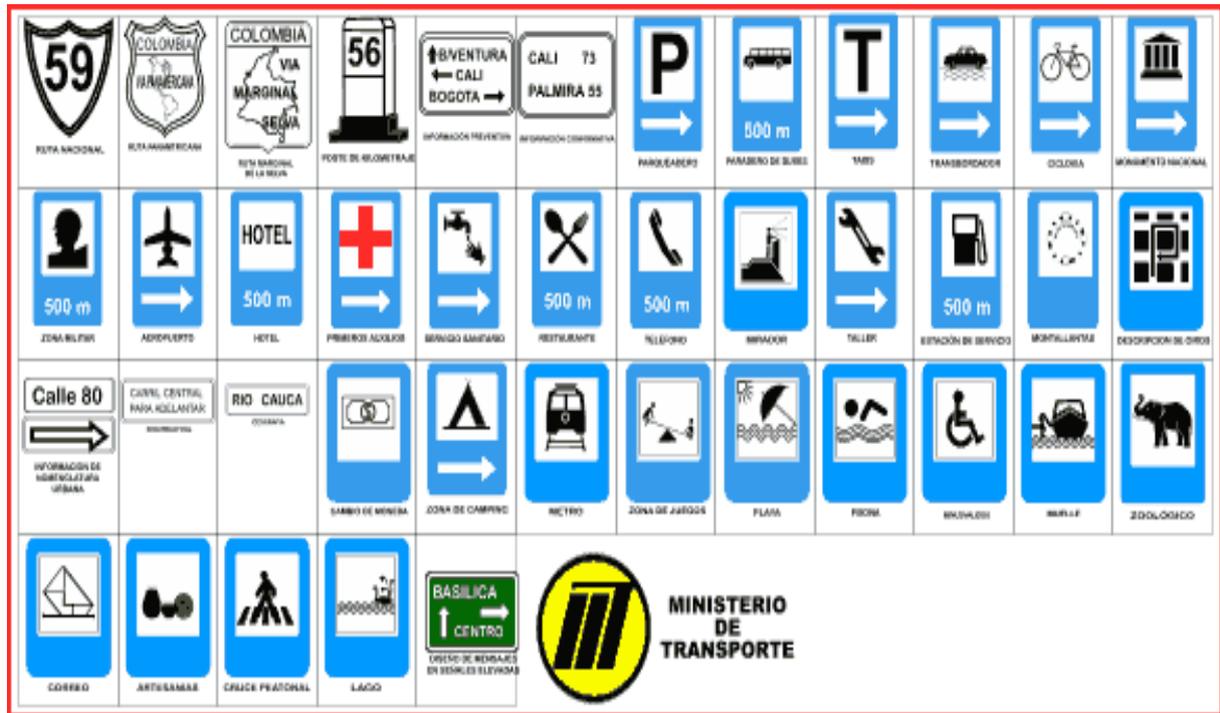


**Figura 65:** Señales Verticales.

**Fuente:** MTOP (Ministerio de transporte y Obras Públicas)

Serán colocadas en general entre 50 m y 70 m antes del obstáculo a señalar. Las señales de prevención o preventivas tienen por objeto el advertir al usuario de la carretera la existencia de una condición peligrosa y la naturaleza de ésta. Se identifican por el código P seguido por un número, deberán ser de forma cuadrada de 75 cm de lado y serán colocadas con la diagonal correspondiente en forma vertical. Tendrán un fondo amarillo, figuras y bordes negros

## SEÑALES INFORMATIVAS



**Figura 66:** Señales Verticales.

**Fuente:** MTOP (Ministerio de transporte y Obras Públicas)

Las señales de información o informativas tienen por objeto guiar al usuario de la vía, dándole la información necesaria, en lo que se refiere a la identificación de localidades, destinos, direcciones, sitios de interés especial, intersecciones y cruzamientos, distancias recorridas o por recorrer, prestación de servicios personales o automotores, etc.. Estas señales se identifican con el código general seguidas de un número de identificación.

**Tabla 76 : Ubicación de Señalética en el proyecto**

ABSCISA	LADO DE LA VIA		CANTIDAD	LEYENDA	DIMENSIONES (m.)	COMENTARIOS
	IZQ.	DER.				COLOCACION IDA Y VUELTA
<b>TRAMO PRINCIPAL</b>						
0+020	I1-1AI		1		1.20 x 0.60	Señal de Lugar
0+020		I1-2AD	1		1.20 x 0.60	Señal de Lugar
0+060	P2-1BI		1		0.75 x 0.75	Señal de Intersección
0+100 0+200	P1-3BI	P1-2BD	1 1		0.75 x 0.75 0.75 x 0.75	Curva abierta a la izquierda Curva abierta a la derecha
0+215 0+410	R4-2BI	R4-1BD	1 1		D=0.75 D=0.75	Velocidad Máxima Velocidad Máxima
0+460 0+660	P1-5BI	P1-4BD	1 1		0.75 x 0.75 0.75 x 0.75	Curva abierta a la derecha Curva abierta a la izquierda
0+670 0+740	P2-7BI	P2-6BD	1 1		0.75 x 0.75 0.75 x 0.75	Y a la izquierda Y a la derecha
0+755 0+910	P1-9BI	P1-8BD	1 1		0.75 x 0.75 0.75 x 0.75	Curva y contra curva abierta (Izquierda - Derecha) Curva y contra curva abierta (Derecha - Izquierda)
0+930 1+050	P1-11BI	P1-10BD	1		0.75 x 0.75 0.75 x 0.75	Curva y contra curva abierta (Izquierda - Derecha) Curva y contra curva abierta (Derecha - Izquierda)
1+070		R4-3BD	1		D=0.75	Velocidad Máxima
1+110		P6-12BD	1		0.75 x 0.75	Animales en la vía
1+255	R4-4BI		1		D=0.75	Velocidad Máxima

ABSCISA	LADO DE LA VIA		CANTIDAD	LEYENDA	DIMENSIONES (m.)	COMENTARIOS
	IZQ.	DER.				COLOCACION IDA Y VUELTA
1+265 1+390	P1-14BI	P1-13BD	1 1		0.75 x 0.75 0.75 x 0.75	Curva abierta a la izquierda Curva abierta a la derecha
1+450		P1-15BD	1		0.75 x 0.75	Señal paso de animales
1+480 1+640	P1-17BI	P1-16BD	1 1		0.75 x 0.75 0.75 x 0.75	Curva abierta a la izquierda Curva abierta a la derecha
1+680 1+820	P1-19BI	P1-18BD	1 1		0.75 x 0.75 0.75 x 0.75	Curva cerrada izquierda Curva cerrada derecha
1+860 2+000	P1-21BI	P1-20BD	1 1		0.75 x 0.75 0.75 x 0.75	Curva abierta a la izquierda Curva abierta a la derecha
2+030 2+240	P1-23BI	P1-22BD	1 1		0.75 x 0.75 0.75 x 0.75	Vía sinuosa primera curva derecha Vía sinuosa primera curva izquierda
2+290 2+385	PI-25BI	PI-24BD	1 1		0.75 x 0.75 0.75 x 0.75	Curva tipo U derecha Curva tipo U izquierda
2+460 2+600	PI-27BI	PI-26BD	1 1		0.75 x 0.75 0.75 x 0.75	Curva abierta a la derecha Curva abierta a la izquierda
2+720 2+600	PI-29BI	PI-28BD	1 1		0.75 x 0.75 0.75 x 0.75	Curva abierta a la derecha Curva abierta a la izquierda
2+840 3+080	P1-30BI	P1-29BD	1 1		0.75 x 0.75 0.75 x 0.75	Vía sinuosa primera curva izquierda Vía sinuosa primera curva derecha
3+150 3+250	PI-32BI	PI-31BD	1 1		0.75 x 0.75 0.75 x 0.75	Curva abierta a la izquierda Curva abierta a la derecha
3+260 3+355	R4-6BI	R4-5BD	1 1		D=0.75 D=0.75	Velocidad Máxima Velocidad Máxima
3+370 3+470	P1-34BI	P1-33BD	1 1		0.75 x 0.75 0.75 x 0.75	Curva cerrada izquierda Curva cerrada derecha

ABSCISA	LADO DE LA VIA		CANTIDAD	LEYENDA	DIMENSIONES (m.)	COMENTARIOS
	IZQ.	DER.				COLOCACION IDA Y VUELTA
3+505 3+690	PI-36BI	PI-35BD	1 1		0.75 x 0.75 0.75 x 0.75	Curva abierta a la derecha Curva abierta a la izquierda
3+720 3+840	PI-38BI	PI-37BD	1 1		0.75 x 0.75 0.75 x 0.75	Curva abierta a la izquierda Curva abierta a la derecha
3+860 3+950	P1-40BI	P1-39BD	1 1		0.75 x 0.75 0.75 x 0.75	Curva cerrada derecha Curva cerrada izquierda
3+980		PI-41BD	1		1.20 x 0.60	Zona poblada
4+020		I1-3AD	1		1.20 x 0.60	Señal de Lugar
4+060 4+140	P6-43I	P6-42D	1 1		0.75 x 0.75 0.75 x 0.75	Zona escolar Zona escolar
4+170	I1-4AI		1		1.20 x 0.60	Señal de Lugar
4+240	PI-44BD		1		1.20 x 0.60	Zona poblada
4+270 4+430	P1-46BI	P1-45BD	1 1		0.75 x 0.75 0.75 x 0.75	Curva y contra curva abierta (Derecha - Izquierda)
4+490 4+700	P1-48BI	P1-47BD	1 1		0.75 x 0.75 0.75 x 0.75	Curva y contra curva abierta (Izquierda - Derecha)
4+490 4+700	P1-48BI	P1-47BD	1 1		0.75 x 0.75 0.75 x 0.75	Curva y contra curva abierta (Derecha - Izquierda)
4+490 4+700	P1-48BI	P1-47BD	1 1		0.75 x 0.75 0.75 x 0.75	Curva y contra curva abierta (Izquierda - Derecha)
4+800 4+830	P4-50BI	P4-49BD	1 1		0.75 x 0.75 0.75 x 0.75	Puente angosto Puente angosto
4+865 4+990	PI-52BI	PI-51BD	1 1		0.75 x 0.75 0.75 x 0.75	Curva abierta a la izquierda Curva abierta a la derecha
5+020 5+220	P1-54BI	P1-53BD	1 1		0.75 x 0.75 0.75 x 0.75	Curva y contra curva abierta (Derecha - Izquierda)
5+020 5+220	P1-54BI	P1-53BD	1 1		0.75 x 0.75 0.75 x 0.75	Curva y contra curva abierta (Izquierda - Derecha)

ABSCISA	LADO DE LA VIA		CANTIDAD	LEYENDA	DIMENSIONES (m.)	COMENTARIOS
	IZQ.	DER.				COLOCACION IDA Y VUELTA
5+230 5+360	R4-8BI	R4-7BD	1 1		D=0.75 D=0.75	Velocidad Máxima Velocidad Máxima
5+385 5+460	PI-56BI	PI-55BD	1 1		0.75 x 0.75 0.75 x 0.75	Curva abierta a la izquierda Curva abierta a la derecha
5+545 5+570	P4-58BI	P4-57BD	1 1		0.75 x 0.75 0.75 x 0.75	Puente angosto Puente angosto
5+690 5+800	PI-60BI	PI-59BD	1 1		0.75 x 0.75 0.75 x 0.75	Curva abierta a la derecha Curva abierta a la izquierda
5+840 5+910	PI-60BI	PI-59BD	1 1		0.75 x 0.75 0.75 x 0.75	Curva abierta a la izquierda Curva abierta a la derecha
5+940		P1-61BD	1		0.75 x 0.75	Curva y contra curva abierta (Derecha - Izquierda)
5+990		R4-9BD	1		D=0.75	Velocidad Máxima
6+130	P1-62BI		1		0.75 x 0.75	Curva y contra curva abierta (Izquierda - Derecha)
6+180	R4-10BI		1		D=0.75	Velocidad Máxima
6+200		II-5AD	1		1.20 x 0.60	Señal de Lugar
6+240	II-6AI		1		1.20 x 0.60	Señal de Lugar

**Realizado por:** Roberto Paguay – Romel Alarcón

**Tabla 77:** Ubicación de Guardavías en el proyecto

GUARDAVIAS PROPUESTAS A LO LARGO DEL PROYECTO UBICACIÓN E IDENTIFICACION DE LA SEÑALIZACION VERTICAL REDISEÑO DE LA VÍA COCHAPAMBA - PULUG - PUNGAL					
ABSCISA		LADO DE LA VIA		CANTIDAD (m)	COMENTARIOS
DESDE	HASTA	IZQ.	DER.		
<b>TRAMO PRINCIPAL</b>					
1+690.00	1+740.00		X	50.00	Guardavía doble
4+740.00	4+790.00		X	50.00	Guardavía doble
5+510.00	5+543.00		X	33.00	Guardavía doble
5+560.00	5+610.00	X		50.00	Guardavía doble
5+710.00	5+790.00		X	80.00	Guardavía doble
<b>TOTAL</b>				263.00	

**Realizado por:** Roberto Paguay – Romel Alarcón

## 6.6 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Es el valor que se requiere para la producción de un bien o para la realización de un rubro determinado, valor que se obtiene por unidad de medida (m<sup>2</sup>, m<sup>3</sup>, m, Kg., etc.), con un rendimiento determinado y está compuesto básicamente por los costos directos e indirectos.

En el análisis de precios unitarios se estudió 5 rubros los cuales comprenden al proceso constructivo de la vía. Para el análisis se tomó en cuenta el equipo, mano de obra, materiales empleados, con porcentaje de costos indirectos del 25%.

La especificación señala las características, su numeración y su forma de pago.

### 6.6.1 COSTOS DIRECTOS

Son los gastos directamente imputables a la ejecución de una obra y con destino específico en cada una de sus etapas, y el mismo que se compone de: Equipo, mano de obra, transporte y materiales.

## 6.6.2 CANTIDADES DE OBRA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE ING. CIVIL



PROYECTO:

" REDISEÑO GEOMETRICO DE LA VÍA COCHAPAMBA - PULUG - PUNGAL "  
PARROQUIA SAN ISIDRO - CANTON GUANO - PROVINCIA DE CHIMBORAZO

Longitud Primaria Empedrado 4+090 km  
Longitud Secundaria Terreno Natural 2+155 km  
Longitud Total 6+245 km

### CANTIDADES DE OBRA OBRAS PRELIMINARES Y TERRACERÍA

**1 N° Rubro Movilización e Instalación**

221-1 Unidad: galb

Ubicación / Descripción	Total
Movilización e Instalación	1.00
<b>Total</b>	<b>1.00</b>

**2 N° Rubro Desbroce, desbosque y limpieza**

302-1 Unidad: ha

Ubicación / Descripción	Longitud (m)	Ancho (m)	Total (m <sup>2</sup> )	Total (ha)
Longitud Primaria Empedrado	4,090.00	4.00	16,360.00	1.64
Longitud Secundaria Terreno Natural	2,155.00	4.00	8,620.00	0.86
<b>Total</b>				<b>2.50</b>

**3 N° Rubro Excavaciones y relleno sin clasificar**

303-4 Unidad: m<sup>3</sup>

Ubicación / Descripción	Volumen (m <sup>3</sup> )	Total m <sup>3</sup>
Longitud Total	91,167.34	91,167.34
<b>Total</b>		<b>91,167.34</b>

**4 N° Rubro Transporte de material de excavacion sobrante**

309-2 Unidad: m<sup>3</sup>/km

Volumen (m <sup>3</sup> )	Distancia de escombrera (km)	Distancia del Centro de Gravedad Vial (Km)	Distancia de Transporte (Km)	Total (m <sup>3</sup> /km)
84,710.42	5.80	3.12	2.18	184,456.94
<b>Total</b>				<b>184,456.94</b>

### ESTRUCTURA DE PAVIMENTO

**5 N° Rubro Acabado de obra basica existente**

308-4 Unidad: m<sup>2</sup>

Ubicación / Descripción	Longitud (m)	Ancho (m)	Area (m <sup>2</sup> )	Total (m <sup>2</sup> )
Longitud Total	6,245.00	8.00	49,960.00	49,960.00
Sobre anchos	2,903.50	0.60	1,742.10	1,742.10
<b>Total</b>				<b>51,702.10</b>

**6 N° Rubro Limpieza de derrumbes**

308-5 Unidad: m<sup>3</sup>

Volumen (m <sup>3</sup> )	Dimensiones A * B * C	Total (m <sup>3</sup> )
1,000.00	Varios	1,000.00
<b>Total</b>		<b>1,000.00</b>

**7 N° Rubro Subbase clase 3. Incl. Transporte**

403-1 Unidad: m<sup>3</sup>

Ubicación / Descripción	Longitud (m)	Ancho (m)	Espesor (m)	Total (m <sup>3</sup> )
Longitud Total	6,245.00	7.80	0.30	14,613.30
Sobre anchos	2,903.50	0.60	0.30	522.63
<b>Total</b>				<b>15,135.93</b>

**8 N° Rubro Base Clase 4. Incl. Transporte**

404-1 Unidad: m<sup>3</sup>

Ubicación / Descripción	Longitud (m)	Ancho (m)	Espesor (m)	Total (m <sup>3</sup> )
Longitud Total	6,245.00	6.60	0.15	6,182.55
Sobre anchos	2,903.50	0.60	0.15	261.32
<b>Total</b>				<b>6,443.87</b>

9 N° Rubro Asfalto para imprimación RC-250 rata=1.50lt/m2

405-2

Unidad: litros

Ubicación / Descripción	Longitud (m)	Ancho (m)	Rata (lt/m <sup>2</sup> )	Total (lt)
Longitud Total	6,245.00	6.00	1.50	56,205.00
Sobre anchos	2,903.50	0.60	1.50	2,613.15
<b>Total</b>				<b>58,818.15</b>

10 N° Rubro Carpeta asfáltica mez. planta en caliente e=5.00cm

405-5

Unidad: m<sup>2</sup>

Ubicación / Descripción	Longitud (m)	Ancho (m)	Total (m <sup>2</sup> )
Longitud Total	6,245.00	6.00	37,470.00
Sobre anchos	2,903.50	0.60	1,742.10
<b>Total</b>			<b>39,212.10</b>

**SISTEMA DE DRENAJE**

11 N° Rubro Remoción de estructuras de hormigón (incluye transporte a escombreras)

301-6

Unidad: m<sup>3</sup>

Descripción	No. (m)	Volúmen c/u (m <sup>2</sup> )	Total (m <sup>3</sup> )
Muros de alcantarillas, cabezales y muros de ala	22.00	3.00	66.00
Descripción	Longitud / No. (m)	Sección/ml (m <sup>2</sup> )	Total (m <sup>3</sup> )
Cunetas existentes	4,090.00	0.13	531.70
<b>Total</b>			<b>597.70</b>

12 N° Rubro Excavación y relleno de estructuras menores

518-3

Unidad: m<sup>3</sup>

Ubicación / Descripción	Longitud (m)	Ancho (m)	Profundidad (m)	Unidades	Total (m <sup>3</sup> )
Cabezales D=1200mm	2.00	2.00	2.00	40.00	320.00
Alcantarillas D=1200mm	8.00	2.00	2.00	20.00	640.00
Varios	50.00				50.00
<b>Total</b>					<b>1,010.00</b>

13 N° Rubro Excavación cunetas y encauzamientos

304-6

Unidad: m<sup>3</sup>

Ubicación / Descripción	Longitud (m)	Sección promedio (m <sup>2</sup> )	Total (m <sup>3</sup> )	Observaciones
Cunetas	12,090.00	0.20	2,418.00	Cunetas a dos lados
Encauzamientos	200.00	1.20	144.00	
<b>Total</b>			<b>2,562.00</b>	

14 N° Rubro Hormigón Simple clase B f'c= 210 kg/cm<sup>2</sup> Incluye encofrado

503-2

Unidad: m<sup>3</sup>

Ubicación / Descripción	Longitud (m)	Sección (m <sup>2</sup> )	Total (m <sup>3</sup> )	Observaciones
Cunetas	12,090.00	0.14	1,692.60	
Ubicación / Descripción	Numero	Volúmen (m <sup>3</sup> )	Total (m <sup>3</sup> )	Observaciones
Cabezales de Alcantarilla D=1200mm	40.00	3.50	140.00	
Ubicación / Descripción	Numero	Volúmen Promedio (m <sup>3</sup> )	Total (m <sup>3</sup> )	Observaciones
Bordillos	400.00	0.10	38.00	
<b>Total</b>			<b>1,870.60</b>	

15 N° Rubro Hormigón Simple clase B f'c= 180 kg/cm<sup>2</sup> Incluye encofrado

503-3

Unidad: m<sup>3</sup>

Ubicación / Descripción	Longitud (m)	Sección (m <sup>2</sup> )	Total (m <sup>3</sup> )	Observaciones
Acera	400.00	0.07	28.00	
<b>Total</b>			<b>28.00</b>	

16 N° Rubro Acero estructural en barras fy=4200 kg/cm<sup>2</sup>

504-1

Unidad: kg

Ubicación / Descripción	Peso (kg)	Volúmen (m <sup>3</sup> )
Varios	100.00	100.00
<b>Total</b>		<b>100.00</b>

17 N° Rubro Suministro e instalación de tubería metálica D=1200 mm e=2,50 mm

603-1

Unidad: ml

Ubicación / Descripción	Longitud (m)	Numero de Alcantarillas	Total (m)
Longitud Total	8.00	20.00	160.00
<b>Total</b>			<b>160.00</b>

**SEÑALIZACIÓN H/V**

**18 N° Rubro Señalización horizontal (marcas de pavimento)**

705-1 Unidad: ml

Ubicación / Descripción	Longitud (m)	Número de líneas	Total (m)
Longitud Total de Tangentes (Eje)	3,341.50	1.00	3,341.50
Longitud Total de Curvas (Eje)	2,903.50	2.00	5,807.00
Longitud Total (Laterales)	6,245.00	2.00	12,490.00
<b>Total</b>			<b>21,638.50</b>

**19 N° Rubro Señalización vertical preventivas 0.75x0.75m. Incl. Instalación**

708-5 Unidad: u

Ubicación / Descripción	Numero de Señales	Total (u)
Longitud Total	62.00	62.00
<b>Total</b>		<b>62.00</b>

**20 N° Rubro Señalización vertical informativas 1.20x0.60m. Incl. Instalación**

708-6 Unidad: u

Ubicación / Descripción	Numero de Señales	Total (u)
Longitud Total	6.00	6.00
<b>Total</b>		<b>6.00</b>

**21 N° Rubro Señalización vertical reglamentarias D=0.75m Incl. Instalación**

708-7 Unidad: u

Ubicación / Descripción	Numero de Señales	Total (u)
Longitud Total	10.00	10.00
<b>Total</b>		<b>10.00</b>

**22 N° Rubro Guardavias doble**

708-7 Unidad: ml

Ubicación / Descripción	Numero de Señales	Total (m)
Longitud Total	263.00	263.00
<b>Total</b>		<b>263.00</b>

**23 N° Rubro Tachas reflectivas bidireccionales**

705-4 Unidad: u

Ubicación / Descripción	Longitud (m)	Longitud entre Tacha	Cantidad Tachas Laterales	Cantidad Tachas Eje	Cantidad Total
Longitud Total de Tangentes	3,341.50	12.00	556.92	278.46	835.38
Longitud Total de Curvas	2,903.50	6.00	967.83	483.92	1,451.75
<b>Total</b>					<b>2,290.00</b>

**RUBROS AMBIENTALES**

**24 N° Rubro Riego de agua a gravedad para control de polvo**

207-2 Unidad: miles de litros

Ubicación / Descripción	Longitud (m)	Ancho Promedio (m)	lt/m2	FRECUENCIA X DÍA	N° DIAS	VOLUMEN
Longitud Total	6,245.00	8.00	1.00	5.00	120.00	29,976.00
<b>Total</b>						<b>29,976.00</b>

**25 N° Rubro Señalización vertical Ambientales**

712-0 Unidad: u

Ubicación / Descripción	Numero de Señales	Total (u)
Longitud Total	4.00	4.00
<b>Total</b>		<b>4.00</b>

**26 N° Rubro Escombrera de materiales de desalojo**

310-1 Unidad: m³/km

Volumen (m³)	Total (m³)
85,308.12	85,308.12
<b>Total</b>	<b>85,308.12</b>

## 6.7 PRESUPUESTO

El presupuesto fue realizado en el programa de Análisis de Precios Unitarios Punís V10 y se lo detalla a continuación:

**INSTITUCION:** UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO/FACULTA DE INGENIERÍA  
**PROYECTO:** REDISEÑO GEOMETRICO DE LA VÍA COCHAPAMBA - PULUG - PUNGAL  
**UBICACION:** VÍA COCHAPAMBA - PULUG - PUNGAL / PARROQUIA SAN ISIDRO - CANTON GUANO  
**OFERENTE:** ESCUELA DE ING. CIVIL  
**ELABORADO:** Romel Alarcón & Roberto Paguay



**TABLA DE DESCRIPCIÓN DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS**

No.	Rubro / Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Precio global
<b>OBRAS PRELIMINARES Y TERRACERIA</b>					
221-1	Movilización e Instalación	glb	1.00	1,875.00	1,875.00
302-1	Desbroce, desbosque y limpieza	ha	2.50	185.93	464.83
303-4	Excavaciones y relleno sin clasificar	m <sup>3</sup>	91,167.34	1.70	154,984.48
309-2	Transporte de material de excavación sobrante	m <sup>3</sup> /km	184,456.94	0.24	44,269.67
<b>ESTRUCTURAS DE PAVIMENTO</b>					
308-4	Acabado de la obra básica existente	m <sup>2</sup>	51,702.10	0.45	23,265.95
308-5	Limpieza de derrumbes	m <sup>3</sup>	1,000.00	6.63	6,630.00
403-1	Sub base clase 3. Incluye transporte	m <sup>3</sup>	15,135.93	10.98	166,192.51
404-1	Base Clase 4. Incluye Transporte	m <sup>3</sup>	6,443.87	12.48	80,419.50
405-2	Asfalto para imprimación RC-250 rata=1.50lt/m <sup>2</sup>	lt/m <sup>2</sup>	58,818.15	0.58	34,114.53
405-5	Carpeta asfáltica mez. planta en caliente e=5.00cm	m <sup>2</sup>	39,212.10	7.36	288,601.06
<b>SISTEMA DE DRENAJE</b>					
301-6.07	Remoción de estructuras de hormigón (incluye transporte a escombreras)	m <sup>3</sup>	597.70	51.32	30,673.96
518-3	Excavación y relleno de estructuras menores	m <sup>3</sup>	1,010.00	3.76	3,797.60
304-6-2	Excavación de cunetas y encauzamientos	m <sup>3</sup>	2,562.00	6.74	17,267.88
503-2	Hormigón Simple clase B f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup> Incluye encofrado	m <sup>3</sup>	1,870.60	179.86	336,446.12
503-3	Hormigón Simple clase B f'c= 180 kg/cm <sup>2</sup> Incluye encofrado	m <sup>3</sup>	28.00	101.85	2,851.80
504-1	Acero estructural en barras fy=4200Kg/cm <sup>2</sup>	kg	100.00	2.40	240.00
603-1	Suministro e instalación de tubería metálica D=1200 mm e=2,50 mm	ml	160.00	278.98	44,636.80
<b>SEÑALIZACIÓN H/V</b>					
705-1	Señalización horizontal (marcas de pavimento)	ml	21,638.50	0.56	12,117.56
708-5	Señalización vertical preventivas 0.75x0.75m. Incl. Instalación	u	62.00	155.64	9,649.68
708-6	Señalización vertical informativas 1.20x0.60m. Incl. Instalación	u	6.00	155.64	933.84
708-7	Señalización vertical reglamentarias D=0.75m Incl. Instalación	u	10.00	143.14	1,431.40
703	Guardavías doble	ml	263.00	131.55	34,597.65
705-4	Tachas reflectivas bidireccionales	u	2,290.00	5.35	12,251.50
<b>MEDIDAS GENERALES PARA CONTROL AMBIENTAL</b>					
207-2	Riego de agua a gravedad para control de polvo	lt	29,976.00	0.88	26,378.88
712-0	Señalización Ambiental al lado de la carretera 1.80m x 1.20m	u	4.00	368.14	1,472.56
310-1	Escombrera de materiales de desalojo	m <sup>3</sup>	85,308.12	0.21	17,914.71
				<b>TOTAL:</b>	<b>1,353,479.47</b>

**SON :** UN MILLÓN TRESCIENTOS CINCUENTA Y TRES MIL CUATROCIENTOS SETENTA Y NUEVE, 47/100 DÓLARES  
**PLAZO TOTAL:** 210 DIAS CALENDARIO

Romel Alarcón & Roberto Paguay  
**ELABORADO**

RIOBAMBA, 07 DE ABRIL DE 2014

## 6.7.1 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO  
ESCUELA DE ING. CIVIL



PROYECTO: REDISEÑO GEOMETRICO DE LA VÍA COCHAPAMBA - PULUG - PUNGAL  
UBICACION: VÍA COCHAPAMBA - PULUG - PUNGAL / PARROQUIA SAN ISIDRO - CANTON GUANO

### ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 1 DE 26

RUBRO : 221-1

UNIDAD: glb

DETALLE : Movilización e Instalación

ESPECIFICACIONES: NEVI-12.

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 0% de M.O.					0.00
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0.00</b>
MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>0.00</b>
MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB	
Movilizacion/Instalacion	glb	1.000	1,500.00	1,500.00	
<b>SUBTOTAL O</b>					<b>1,500.00</b>
TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB	
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>0.00</b>

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	<b>1,500.00</b>
<b>INDIRECTOS (%)</b>	20.00% <b>300.00</b>
<b>UTILIDAD (%)</b>	5.00% <b>75.00</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>1,875.00</b>
<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>1,875.00</b>

SON: UN MIL OCHOCIENTOS SETENTA Y CINCO DÓLARES  
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

RIOBAMBA, 07 DE ABRIL DE 2014

Romel Alarcón & Roberto Paguay  
ELABORADO

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**  
**ESCUELA DE ING. CIVIL**



**PROYECTO:** REDISEÑO GEOMETRICO DE LA VÍA COCHAPAMBA - PULUG - PUNGAL  
**UBICACION:** VÍA COCHAPAMBA - PULUG - PUNGAL / PARROQUIA SAN ISIDRO - CANTON GUANO

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**HOJA 2 DE 26**

RUBRO : 302-1

UNIDAD: ha

DETALLE : Desbroce, desbosque y limpieza

ESPECIFICACIONES: NEVI-12.

<i>EQUIPO</i> <i>DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>TARIFA</i> <i>B</i>	<i>COSTO HORA</i> <i>C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO</i> <i>R</i>	<i>COSTO</i> <i>D=CxR</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					1.01
Tractor carriles	1.00	80.00	80.00	1.500	120.00
Motosierra	1.00	1.50	1.50	5.000	7.50
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>128.51</b>
<i>MANO DE OBRA</i> <i>DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>JORNAL/HR</i> <i>B</i>	<i>COSTO HORA</i> <i>C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO</i> <i>R</i>	<i>COSTO</i> <i>D=CxR</i>
Operador Est.Oc C1 grupo I	1.00	3.38	3.38	1.500	5.07
Engrasador o abastecedor	1.00	3.05	3.05	2.500	7.63
Peón	1.00	3.01	3.01	2.500	7.53
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>20.23</b>
<i>MATERIALES</i> <i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>PRECIO UNIT.</i> <i>B</i>	<i>COSTO</i> <i>C=AxB</i>	
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>0.00</b>	
<i>TRANSPORTE</i> <i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>TARIFA</i> <i>B</i>	<i>COSTO</i> <i>C=AxB</i>	
<b>SUBTOTAL P</b>				<b>0.00</b>	

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	<b>148.74</b>
<b>INDIRECTOS (%)</b>	20.00%
<b>UTILIDAD (%)</b>	5.00%
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>185.93</b>
<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>185.93</b>

SON: CIENTO OCHENTA Y CINCO DÓLARES CON NOVENTA Y TRES CENTAVOS  
 ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

RIOBAMBA, 07 DE ABRIL DE 2014

Romel Alarcón & Roberto Paguay  
**ELABORADO**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**  
**ESCUELA DE ING. CIVIL**

**PROYECTO:** REDISEÑO GEOMETRICO DE LA VÍA COCHAPAMBA - PULUG - PUNGAL  
**UBICACION:** VÍA COCHAPAMBA - PULUG - PUNGAL / PARROQUIA SAN ISIDRO - CANTON GUANO



**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**HOJA 3 DE 26**

RUBRO : 303-4

UNIDAD: m³

DETALLE : Excavaciones y relleno sin clasificar

ESPECIFICACIONES: NEVI-12

<i>EQUIPO</i> <i>DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>TARIFA</i> <i>B</i>	<i>COSTO HORA</i> <i>C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO</i> <i>R</i>	<i>COSTO</i> <i>D=CxR</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.01
Excavadora	1.00	45.00	45.00	0.015	0.68
Rodillo liso vibratorio	1.00	35.00	35.00	0.005	0.18
Tanquero de agua	1.00	20.00	20.00	0.005	0.10
Motoniveladora	1.00	45.00	45.00	0.005	0.23
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>1.20</b>

<i>MANO DE OBRA</i> <i>DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>JORNAL/HR</i> <i>B</i>	<i>COSTO HORA</i> <i>C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO</i> <i>R</i>	<i>COSTO</i> <i>D=CxR</i>
Operador Est.Oc C1 grupo I	1.00	3.38	3.38	0.015	0.05
Operador Est.Oc C2 grupo II	1.00	3.21	3.21	0.005	0.02
Peón	2.00	3.01	6.02	0.009	0.05
Chofer (Estr. Oc. C1)	1.00	4.36	4.36	0.005	0.02
Operador Est.Oc C1 grupo I	1.00	3.38	3.38	0.005	0.02
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>0.16</b>

<i>MATERIALES</i> <i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>PRECIO UNIT.</i> <i>B</i>	<i>COSTO</i> <i>C=AxB</i>
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>0.00</b>

<i>TRANSPORTE</i> <i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>TARIFA</i> <i>B</i>	<i>COSTO</i> <i>C=AxB</i>
<b>SUBTOTAL P</b>				<b>0.00</b>

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	<b>1.36</b>
<b>INDIRECTOS (%)</b>	20.00%
<b>UTILIDAD (%)</b>	5.00%
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>1.70</b>
<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>1.70</b>

SON: UN DÓLAR CON SETENTA CENTAVOS

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

RIOBAMBA, 07 DE ABRIL DE 2014

Romel Alarcón & Roberto Paguay  
**ELABORADO**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**  
**ESCUELA DE ING. CIVIL**

**PROYECTO:** REDISEÑO GEOMETRICO DE LA VÍA COCHAPAMBA - PULUG - PUNGAL  
**UBICACION:** VÍA COCHAPAMBA - PULUG - PUNGAL / PARROQUIA SAN ISIDRO - CANTON GUANO



**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**HOJA 4 DE 26**

RUBRO : 309-2

UNIDAD: m<sup>3</sup>/km

DETALLE : Transporte de material de excavación sobrante

ESPECIFICACIONES: NEVI-12.

<i>EQUIPO</i> <i>DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>TARIFA</i> <i>B</i>	<i>COSTO HORA</i> <i>C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO</i> <i>R</i>	<i>COSTO</i> <i>D=CxR</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.00
Volqueta 8 m <sup>3</sup>	1.00	20.00	20.00	0.008	0.16
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0.16</b>
<i>MANO DE OBRA</i> <i>DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>JORNAL/HR</i> <i>B</i>	<i>COSTO HORA</i> <i>C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO</i> <i>R</i>	<i>COSTO</i> <i>D=CxR</i>
Chofer (Estr. Oc. C1) CH C1	1.00	4.36	4.36	0.008	0.03
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>0.03</b>
<i>MATERIALES</i> <i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>PRECIO UNIT.</i> <i>B</i>	<i>COSTO</i> <i>C=AxB</i>	
<b>SUBTOTAL O</b>					<b>0.00</b>
<i>TRANSPORTE</i> <i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>TARIFA</i> <i>B</i>	<i>COSTO</i> <i>C=AxB</i>	
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>0.00</b>

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	<b>0.19</b>
<b>INDIRECTOS (%)</b>	20.00%
<b>UTILIDAD (%)</b>	5.00%
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>0.24</b>
<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>0.24</b>

OBSERVACIONES: ncia de desalojo hasta 5.0 km.

SON: VEINTE Y CUATRO CENTAVOS DE DÓLAR

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

RIOBAMBA, 07 DE ABRIL DE 2014

Romel Alarcón & Roberto Paguay

**ELABORADO**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**  
**ESCUELA DE ING. CIVIL**

**PROYECTO:** REDISEÑO GEOMETRICO DE LA VÍA COCHAPAMBA - PULUG - PUNGAL  
**UBICACION:** VÍA COCHAPAMBA - PULUG - PUNGAL / PARROQUIA SAN ISIDRO - CANTON GUANO



**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**HOJA 5 DE 26**

RUBRO : 308-4

UNIDAD: m<sup>2</sup>

DETALLE : Acabado de la obra básica existente

ESPECIFICACIONES: NEVI-12.

<b>EQUIPO</b> <b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD</b> <b>A</b>	<b>TARIFA</b> <b>B</b>	<b>COSTO HORA</b> <b>C=AxB</b>	<b>RENDIMIENTO</b> <b>R</b>	<b>COSTO</b> <b>D=CxR</b>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.00
Motoniveladora	1.00	45.00	45.00	0.003	0.14
Rodillo liso vibratorio	1.00	35.00	35.00	0.003	0.11
Tanquero de agua	1.00	20.00	20.00	0.003	0.06
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0.31</b>

<b>MANO DE OBRA</b> <b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD</b> <b>A</b>	<b>JORNAL/HR</b> <b>B</b>	<b>COSTO HORA</b> <b>C=AxB</b>	<b>RENDIMIENTO</b> <b>R</b>	<b>COSTO</b> <b>D=CxR</b>
Operador Est.Oc C1 grupo I	1.00	3.38	3.38	0.003	0.01
Operador Est.Oc C2 grupo II	1.00	3.21	3.21	0.003	0.01
Chofer (Estr. Oc. C1)	1.00	4.36	4.36	0.003	0.01
Engrasador o abastecedor	1.00	3.05	3.05	0.007	0.02
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>0.05</b>

<b>MATERIALES</b> <b>DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b> <b>A</b>	<b>PRECIO UNIT.</b> <b>B</b>	<b>COSTO</b> <b>C=AxB</b>
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>0.00</b>

<b>TRANSPORTE</b> <b>DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b> <b>A</b>	<b>TARIFA</b> <b>B</b>	<b>COSTO</b> <b>C=AxB</b>
<b>SUBTOTAL P</b>				<b>0.00</b>

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	<b>0.36</b>
<b>INDIRECTOS (%)</b>	20.00% <b>0.07</b>
<b>UTILIDAD (%)</b>	5.00% <b>0.02</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>0.45</b>
<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>0.45</b>

SON: CUARENTA Y CINCO CENTAVOS DE DÓLAR

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

RIOBAMBA, 07 DE ABRIL DE 2014

Romel Alarcón & Roberto Paguay

**ELABORADO**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**  
**ESCUELA DE ING. CIVIL**

**PROYECTO:** REDISEÑO GEOMETRICO DE LA VÍA COCHAPAMBA - PULUG - PUNGAL  
**UBICACION:** VÍA COCHAPAMBA - PULUG - PUNGAL / PARROQUIA SAN ISIDRO - CANTON GUANO



**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**HOJA 6 DE 26**

RUBRO : 308-5

UNIDAD: m³

DETALLE : Limpieza de derrumbes

ESPECIFICACIONES: NEVI-12.

<i>EQUIPO</i> <i>DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>TARIFA</i> <i>B</i>	<i>COSTO HORA</i> <i>C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO</i> <i>R</i>	<i>COSTO</i> <i>D=CxR</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.17
Cargadora frontal	1.00	40.00	40.00	0.030	1.20
Volqueta 8 m³	1.00	20.00	20.00	0.030	0.60
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>1.97</b>

<i>MANO DE OBRA</i> <i>DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>JORNAL/HR</i> <i>B</i>	<i>COSTO HORA</i> <i>C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO</i> <i>R</i>	<i>COSTO</i> <i>D=CxR</i>
Operador Est.Oc C1 grupo I	1.00	3.38	3.38	0.030	0.10
Chofer (Estr. Oc. C1)	1.00	4.36	4.36	0.030	0.13
Engrasador o abastecedor	1.00	3.05	3.05	0.030	0.09
Peón	2.00	3.01	6.02	0.500	3.01
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>3.33</b>

<i>MATERIALES</i> <i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>PRECIO UNIT.</i> <i>B</i>	<i>COSTO</i> <i>C=AxB</i>
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>0.00</b>

<i>TRANSPORTE</i> <i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>TARIFA</i> <i>B</i>	<i>COSTO</i> <i>C=AxB</i>
<b>SUBTOTAL P</b>				<b>0.00</b>

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	<b>5.30</b>
<b>INDIRECTOS (%)</b>	20.00% <b>1.06</b>
<b>UTILIDAD (%)</b>	5.00% <b>0.27</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>6.63</b>
<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>6.63</b>

SON: SEIS DÓLARES CON SESENTA Y TRES CENTAVOS

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

RIOBAMBA, 07 DE ABRIL DE 2014

Romel Alarcón & Roberto Paguay

**ELABORADO**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**  
**ESCUELA DE ING. CIVIL**

**PROYECTO:** REDISEÑO GEOMETRICO DE LA VÍA COCHAPAMBA - PULUG - PUNGAL  
**UBICACION:** VÍA COCHAPAMBA - PULUG - PUNGAL / PARROQUIA SAN ISIDRO - CANTON GUANO



**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**HOJA 7 DE 26**

RUBRO : 403-1

UNIDAD: m<sup>3</sup>

DETALLE : Sub base clase 3. Incluye transporte

ESPECIFICACIONES: NEVI-12.

<i>EQUIPO DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.02
Motoniveladora	1.00	45.00	45.00	0.020	0.90
Rodillo liso vibratorio	1.00	35.00	35.00	0.020	0.70
Tanquero de agua	1.00	20.00	20.00	0.020	0.40
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>2.02</b>

<i>MANO DE OBRA DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>JORNAL/HR B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
Operador Est.Oc C1 grupo I      OP C1	1.00	3.38	3.38	0.020	0.07
Operador Est.Oc C2 grupo II      OP C2	1.00	3.21	3.21	0.020	0.06
Chofer (Estr. Oc. C1)              CH C1	1.00	4.36	4.36	0.020	0.09
Engrasador o abastecedor        ST D2	1.00	3.05	3.05	0.040	0.12
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>0.34</b>

<i>MATERIALES DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>PRECIO UNIT. B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>
Material Sub Base clase 3	m <sup>3</sup>	1.200	3.00	3.60
Agua	m <sup>3</sup>	0.020	2.00	0.04
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>3.64</b>

<i>TRANSPORTE DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>
Material Sub Base clase 3	m <sup>3</sup>	1.200	2.30	2.76
Agua	m <sup>3</sup>	0.020	1.00	0.02
<b>SUBTOTAL P</b>				<b>2.78</b>

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	<b>8.78</b>
<b>INDIRECTOS (%)</b>	20.00%
<b>UTILIDAD (%)</b>	5.00%
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>10.98</b>
<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>10.98</b>

SON: DIEZ DÓLARES CON NOVENTA Y OCHO CENTAVOS

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

RIOBAMBA, 07 DE ABRIL DE 2014

Romel Alarcón & Roberto Paguay

**ELABORADO**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**  
**ESCUELA DE ING. CIVIL**

**PROYECTO:** REDISEÑO GEOMETRICO DE LA VÍA COCHAPAMBA - PULUG - PUNGAL  
**UBICACION:** VÍA COCHAPAMBA - PULUG - PUNGAL / PARROQUIA SAN ISIDRO - CANTON GUANO



**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**HOJA 8 DE 26**

RUBRO : 404-1

UNIDAD: m<sup>3</sup>

DETALLE : Base Clase 4. Incluye Transporte

ESPECIFICACIONES: NEVI-12.

<i>EQUIPO DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.02
Motoniveladora	1.00	45.00	45.00	0.020	0.90
Rodillo liso vibratorio	1.00	35.00	35.00	0.020	0.70
Tanquero de agua	1.00	20.00	20.00	0.020	0.40
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>2.02</b>

<i>MANO DE OBRA DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>JORNAL/HR B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
Operador Est.Oc C1 grupo I OP C1	1.00	3.38	3.38	0.020	0.07
Operador Est.Oc C2 grupo II OP C2	1.00	3.21	3.21	0.020	0.06
Chofer (Estr. Oc. C1) CH C1	1.00	4.36	4.36	0.020	0.09
Engrasador o abastecedor ST D2	1.00	3.05	3.05	0.040	0.12
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>0.34</b>

<i>MATERIALES DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>PRECIO UNIT. B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>
Material Base Clase 4	m <sup>3</sup>	1.200	4.00	4.80
Agua	m <sup>3</sup>	0.020	2.00	0.04
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>4.84</b>

<i>TRANSPORTE DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>
Material Base Clase 4	m <sup>3</sup>	1.200	2.30	2.76
Agua	m <sup>3</sup>	0.020	1.00	0.02
<b>SUBTOTAL P</b>				<b>2.78</b>

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	<b>9.98</b>
<b>INDIRECTOS (%)</b>	20.00%
<b>UTILIDAD (%)</b>	5.00%
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>12.48</b>
<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>12.48</b>

SON: DOCE DÓLARES CON CUARENTA Y OCHO CENTAVOS  
 ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

RIOBAMBA, 07 DE ABRIL DE 2014

Romel Alarcón & Roberto Paguay  
**ELABORADO**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**  
ESCUELA DE ING. CIVIL

**PROYECTO:** REDISEÑO GEOMETRICO DE LA VÍA COCHAPAMBA - PULUG - PUNGAL  
**UBICACION:** VÍA COCHAPAMBA - PULUG - PUNGAL / PARROQUIA SAN ISIDRO - CANTON GUANO



**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**HOJA 9 DE 26**

RUBRO : 405-2

UNIDAD: lt/m<sup>2</sup>

DETALLE : Asfalto para imprimación RC-250 rata=1.50lt/m<sup>2</sup>

ESPECIFICACIONES: NEVI-12.

<i>EQUIPO</i> <i>DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>TARIFA</i> <i>B</i>	<i>COSTO HORA</i> <i>C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO</i> <i>R</i>	<i>COSTO</i> <i>D=CxR</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.00
Distribuidor de asfalto	1.00	40.00	40.00	0.002	0.08
Escoba mecánica	1.00	15.00	15.00	0.002	0.03
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0.11</b>

<i>MANO DE OBRA</i> <i>DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>JORNAL/HR</i> <i>B</i>	<i>COSTO HORA</i> <i>C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO</i> <i>R</i>	<i>COSTO</i> <i>D=CxR</i>
Operador Est.Oc C2 grupo II OP C2	1.00	3.21	3.21	0.003	0.01
Engrasador o abastecedor ST D2	1.00	3.05	3.05	0.002	0.01
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>0.02</b>

<i>MATERIALES</i> <i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>PRECIO UNIT.</i> <i>B</i>	<i>COSTO</i> <i>C=AxB</i>
Asfalto RC-250	lt	0.750	0.32	0.24
Diesel 1	lt	0.250	0.30	0.08
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>0.32</b>

<i>TRANSPORTE</i> <i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>TARIFA</i> <i>B</i>	<i>COSTO</i> <i>C=AxB</i>
Asfalto RC-250	lt	0.750	0.03	0.02
Diesel 1	lt	0.250	0.01	0.00
<b>SUBTOTAL P</b>				<b>0.02</b>

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	<b>0.47</b>
<b>INDIRECTOS (%)</b>	20.00% <b>0.09</b>
<b>UTILIDAD (%)</b>	5.00% <b>0.02</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>0.58</b>
<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>0.58</b>

SON: CINCUENTA Y OCHO CENTAVOS DE DÓLAR  
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

RIOBAMBA, 07 DE ABRIL DE 2014

Romel Alarcón & Roberto Paguay  
**ELABORADO**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**  
ESCUELA DE ING. CIVIL

PROYECTO: REDISEÑO GEOMETRICO DE LA VÍA COCHAPAMBA - PULUG - PUNGAL  
UBICACION: VÍA COCHAPAMBA - PULUG - PUNGAL / PARROQUIA SAN ISIDRO - CANTON GUANO



**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

HOJA 10 DE 26

RUBRO : 405-5

UNIDAD: m<sup>2</sup>

DETALLE : Carpeta asfáltica mez. planta en caliente e=5.00cm

ESPECIFICACIONES: NEVI-12.

<i>EQUIPO</i> <i>DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>TARIFA</i> <i>B</i>	<i>COSTO HORA</i> <i>C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO</i> <i>R</i>	<i>COSTO</i> <i>D=CxR</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.01
Planta procesadora (asfalto)	1.00	100.00	100.00	0.002	0.20
Terminadora de asfalto	1.00	50.00	50.00	0.002	0.10
Rodillo liso vibratorio	1.00	35.00	35.00	0.002	0.07
Rodillo neumático	1.00	35.00	35.00	0.002	0.07
Cargadora frontal	1.00	40.00	40.00	0.002	0.08
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0.53</b>

<i>MANO DE OBRA</i> <i>DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>JORNAL/HR</i> <i>B</i>	<i>COSTO HORA</i> <i>C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO</i> <i>R</i>	<i>COSTO</i> <i>D=CxR</i>
Operador Est.Oc C1 grupo I OP C1	1.00	3.38	3.38	0.004	0.01
Operador Est.Oc C2 grupo II OP C2	1.00	3.21	3.21	0.004	0.01
Engrasador o abastecedor ST D2	1.00	3.05	3.05	0.004	0.01
Peón EO E2	1.00	3.01	3.01	0.030	0.09
Operador Est.Oc C1 grupo I OP C1	1.00	3.38	3.38	0.004	0.01
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>0.13</b>

<i>MATERIALES</i> <i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>PRECIO UNIT.</i> <i>B</i>	<i>COSTO</i> <i>C=AxB</i>
Agregados Triturados 100%	m <sup>3</sup>	0.070	14.00	0.98
Diesel	gln	0.430	1.05	0.45
Asfalto AP3	kg	8.150	0.32	2.61
Mezcla asfáltica	m <sup>3</sup> -km	1.790	0.00	0.00
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>4.04</b>

<i>TRANSPORTE</i> <i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>TARIFA</i> <i>B</i>	<i>COSTO</i> <i>C=AxB</i>
Agregados Triturados 100%	m <sup>3</sup>	0.070	6.82	0.48
Diesel	gln	0.430	0.04	0.02
Asfalto AP3	kg	8.150	0.03	0.24
Mezcla asfáltica	m <sup>3</sup> -km	1.790	0.25	0.45
<b>SUBTOTAL P</b>				<b>1.19</b>

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	<b>5.89</b>
<b>INDIRECTOS (%)</b>	20.00%
<b>UTILIDAD (%)</b>	5.00%
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>7.36</b>
<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>7.36</b>

SON: SIETE DÓLARES CON TREINTA Y SEIS CENTAVOS  
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

RIOBAMBA, 07 DE ABRIL DE 2014

Romel Alarcón & Roberto Paguay  
**ELABORADO**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**  
**ESCUELA DE ING. CIVIL**

**PROYECTO:** REDISEÑO GEOMETRICO DE LA VÍA COCHAPAMBA - PULUG - PUNGAL  
**UBICACION:** VÍA COCHAPAMBA - PULUG - PUNGAL / PARROQUIA SAN ISIDRO - CANTON GUANO



**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**HOJA 11 DE 26**

RUBRO : 301-6.07

UNIDAD: m<sup>3</sup>

DETALLE : Remoción de estructuras de hormigón (incluye transporte a escombreras)

ESPECIFICACIONES: NEVI-12.

<i>EQUIPO</i> <i>DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>TARIFA</i> <i>B</i>	<i>COSTO HORA</i> <i>C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO</i> <i>R</i>	<i>COSTO</i> <i>D=CxR</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.20
Martillo neumático	1.00	6.50	6.50	0.300	1.95
Retroexcavadora neumaticos	1.00	35.00	35.00	1.000	35.00
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>37.15</b>
<i>MANO DE OBRA</i> <i>DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>JORNAL/HR</i> <i>B</i>	<i>COSTO HORA</i> <i>C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO</i> <i>R</i>	<i>COSTO</i> <i>D=CxR</i>
Operador Est.Oc C1 grupo I	1.00	3.38	3.38	0.300	1.01
Maestro mayor de obras civiles	1.00	3.38	3.38	0.050	0.17
Albañil	2.00	3.05	6.10	0.300	1.83
Peón	1.00	3.01	3.01	0.300	0.90
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>3.91</b>
<i>MATERIALES</i> <i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>PRECIO UNIT.</i> <i>B</i>	<i>COSTO</i> <i>C=AxB</i>	
<b>SUBTOTAL O</b>					<b>0.00</b>
<i>TRANSPORTE</i> <i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>TARIFA</i> <i>B</i>	<i>COSTO</i> <i>C=AxB</i>	
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>0.00</b>

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	<b>41.06</b>
<b>INDIRECTOS (%)</b>	<b>20.00%</b>
<b>UTILIDAD (%)</b>	<b>5.00%</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>51.32</b>
<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>51.32</b>

SON: CINCUENTA Y UN DÓLARES CON TREINTA Y DOS CENTAVOS  
**ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA**

RIOBAMBA, 07 DE ABRIL DE 2014

Romel Alarcón & Roberto Paguay  
**ELABORADO**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**  
**ESCUELA DE ING. CIVIL**

**PROYECTO:** REDISEÑO GEOMETRICO DE LA VÍA COCHAPAMBA - PULUG - PUNGAL  
**UBICACION:** VÍA COCHAPAMBA - PULUG - PUNGAL / PARROQUIA SAN ISIDRO - CANTON GUANO



**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**HOJA 12 DE 26**

RUBRO : 518-3

UNIDAD: m<sup>3</sup>

DETALLE : Excavación y relleno de estructuras menores

ESPECIFICACIONES: NEVI-12.

<i>EQUIPO</i> <i>DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>TARIFA</i> <i>B</i>	<i>COSTO HORA</i> <i>C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO</i> <i>R</i>	<i>COSTO</i> <i>D=CxR</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.08
Retroexcavadora neumaticos	1.00	35.00	35.00	0.035	1.23
Compactador mecanico	1.00	5.00	5.00	0.003	0.02
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>1.33</b>
<i>MANO DE OBRA</i> <i>DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>JORNAL/HR</i> <i>B</i>	<i>COSTO HORA</i> <i>C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO</i> <i>R</i>	<i>COSTO</i> <i>D=CxR</i>
Operador Est.Oc C1 grupo I	1.00	3.38	3.38	0.040	0.14
Maestro mayor de obras civiles	1.00	3.38	3.38	0.100	0.34
Peón	2.00	3.01	6.02	0.200	1.20
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>1.68</b>
<i>MATERIALES</i> <i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>PRECIO UNIT.</i> <i>B</i>	<i>COSTO</i> <i>C=AxB</i>	
<b>SUBTOTAL O</b>					<b>0.00</b>
<i>TRANSPORTE</i> <i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>TARIFA</i> <i>B</i>	<i>COSTO</i> <i>C=AxB</i>	
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>0.00</b>

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	<b>3.01</b>
<b>INDIRECTOS (%)</b>	<b>0.60</b>
<b>UTILIDAD (%)</b>	<b>0.15</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>3.76</b>
<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>3.76</b>

SON: TRES DÓLARES CON SETENTA Y SEIS CENTAVOS  
 ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

RIOBAMBA, 07 DE ABRIL DE 2014

Romel Alarcón & Roberto Paguay  
**ELABORADO**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**  
**ESCUELA DE ING. CIVIL**

PROYECTO: REDISEÑO GEOMETRICO DE LA VÍA COCHAPAMBA - PULUG - PUNGAL  
UBICACION: VÍA COCHAPAMBA - PULUG - PUNGAL / PARROQUIA SAN ISIDRO - CANTON GUANO



**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**HOJA 13 DE 26**

RUBRO : 304-6-2

UNIDAD: m<sup>3</sup>

DETALLE: Excavación de cunetas y encauzamientos

ESPECIFICACIONES: NEVI-12

<i>EQUIPO</i> <i>DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>TARIFA</i> <i>B</i>	<i>COSTO HORA</i> <i>C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO</i> <i>R</i>	<i>COSTO</i> <i>D=CxR</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.26
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0.26</b>

<i>MANO DE OBRA</i> <i>DESCRIPCION</i>		<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>JORNAL/HR</i> <i>B</i>	<i>COSTO HORA</i> <i>C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO</i> <i>R</i>	<i>COSTO</i> <i>D=CxR</i>
Albañil	EO D2	1.00	3.05	3.05	0.100	0.31
Peón	EO E2	2.00	3.01	6.02	0.800	4.82
<b>SUBTOTAL N</b>						<b>5.13</b>

<i>MATERIALES</i> <i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>PRECIO UNIT.</i> <i>B</i>	<i>COSTO</i> <i>C=AxB</i>
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>0.00</b>

<i>TRANSPORTE</i> <i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>TARIFA</i> <i>B</i>	<i>COSTO</i> <i>C=AxB</i>
<b>SUBTOTAL P</b>				<b>0.00</b>

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	<b>5.39</b>
<b>INDIRECTOS (%)</b>	20.00%
<b>UTILIDAD (%)</b>	5.00%
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>6.74</b>
<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>6.74</b>

SON: SEIS DÓLARES CON SETENTA Y CUATRO CENTAVOS  
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

RIOBAMBA, 07 DE ABRIL DE 2014

Romel Alarcón & Roberto Paguay  
**ELABORADO**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**  
**ESCUELA DE ING. CIVIL**

**PROYECTO:** REDISEÑO GEOMETRICO DE LA VÍA COCHAPAMBA - PULUG - PUNGAL  
**UBICACION:** VÍA COCHAPAMBA - PULUG - PUNGAL / PARROQUIA SAN ISIDRO - CANTON GUANO



**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**HOJA 14 DE 26**

RUBRO : 503-2

UNIDAD: m<sup>3</sup>

DETALLE : Hormigón Simple clase B f'c= 210 kg/cm<sup>2</sup> Incluye encofrado

ESPECIFICACIONES: NEVI-12.

<i>EQUIPO</i> <i>DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>TARIFA</i> <i>B</i>	<i>COSTO HORA</i> <i>C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO</i> <i>R</i>	<i>COSTO</i> <i>D=CxR</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					2.74
Concreteira 1 saco	1.00	5.00	5.00	1.000	5.00
Vibrador	1.00	3.00	3.00	1.000	3.00
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>10.74</b>
<i>MANO DE OBRA</i> <i>DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>JORNAL/HR</i> <i>B</i>	<i>COSTO HORA</i> <i>C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO</i> <i>R</i>	<i>COSTO</i> <i>D=CxR</i>
Maestro mayor de obras civiles EO C1	1.00	3.38	3.38	1.000	3.38
Albañil EO D2	5.00	3.05	15.25	1.000	15.25
Peón EO E2	12.00	3.01	36.12	1.000	36.12
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>54.75</b>
<i>MATERIALES</i> <i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>PRECIO UNIT.</i> <i>B</i>	<i>COSTO</i> <i>C=AxB</i>	
Cemento Portland	kg	365.000	0.14	51.10	
Macadan	m <sup>3</sup>	0.650	5.00	3.25	
Ripio	m <sup>3</sup>	0.950	7.00	6.65	
Agua	m <sup>3</sup>	0.022	2.00	0.04	
Encofrado varios usos	glb	1.000	10.00	10.00	
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>71.04</b>	
<i>TRANSPORTE</i> <i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>TARIFA</i> <i>B</i>	<i>COSTO</i> <i>C=AxB</i>	
Cemento Portland	kg	365.000	0.01	3.65	
Macadan	m <sup>3</sup>	0.650	2.30	1.50	
Ripio	m <sup>3</sup>	0.950	2.30	2.19	
Agua	m <sup>3</sup>	0.022	1.00	0.02	
<b>SUBTOTAL P</b>				<b>7.36</b>	

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	<b>143.89</b>
<b>INDIRECTOS (%)</b>	20.00%
<b>UTILIDAD (%)</b>	5.00%
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>179.86</b>
<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>179.86</b>

SON: CIENTO SETENTA Y NUEVE DÓLARES CON OCHENTA Y SEIS CENTAVOS  
 ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

RIOBAMBA, 07 DE ABRIL DE 2014

Romel Alarcón & Roberto Paguay  
**ELABORADO**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**  
**ESCUELA DE ING. CIVIL**

**PROYECTO:** REDISEÑO GEOMETRICO DE LA VÍA COCHAPAMBA - PULUG - PUNGAL  
**UBICACION:** VÍA COCHAPAMBA - PULUG - PUNGAL / PARROQUIA SAN ISIDRO - CANTON GUANO



**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**HOJA 15 DE 26**

RUBRO : 503-3

UNIDAD: m<sup>3</sup>

DETALLE : Hormigón Simple clase B f'c= 180 kg/cm<sup>2</sup> Incluye encofrado

ESPECIFICACIONES: NEVI-12.

<i>EQUIPO DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					2.74
Concreteira 1 saco	1.00	5.00	5.00	1.000	5.00
Vibrador	1.00	3.00	3.00	1.000	3.00
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>10.74</b>

<i>MANO DE OBRA DESCRIPCION</i>		<i>CANTIDAD A</i>	<i>JORNAL/HR B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
Maestro mayor de obras civiles	EO C1	1.00	3.38	3.38	1.000	3.38
Albañil	EO D2	5.00	3.05	15.25	1.000	15.25
Peón	EO E2	12.00	3.01	36.12	1.000	36.12
<b>SUBTOTAL N</b>						<b>54.75</b>

<i>MATERIALES DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>PRECIO UNIT. B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>
Cemento Portland	kg	23.420	0.14	3.28
Macadan	m <sup>3</sup>	0.046	5.00	0.23
Ripio	m <sup>3</sup>	0.067	7.00	0.47
Agua	m <sup>3</sup>	0.016	2.00	0.03
Encofrado varios usos	glb	1.000	10.00	10.00
Piedra	m <sup>3</sup>	0.143	8.00	1.14
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>15.15</b>

<i>TRANSPORTE DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>
Cemento Portland	kg	23.420	0.01	0.23
Macadan	m <sup>3</sup>	0.046	2.30	0.11
Ripio	m <sup>3</sup>	0.067	2.30	0.15
Agua	m <sup>3</sup>	0.016	1.00	0.02
Piedra	m <sup>3</sup>	0.143	2.30	0.33
<b>SUBTOTAL P</b>				<b>0.84</b>

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	<b>81.48</b>
<b>INDIRECTOS (%)</b>	20.00%
<b>UTILIDAD (%)</b>	5.00%
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>101.85</b>
<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>101.85</b>

SON: CIENTO UN DÓLARES CON OCHENTA Y CINCO CENTAVOS

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

RIOBAMBA, 07 DE ABRIL DE 2014

Romel Alarcón & Roberto Paguay

**ELABORADO**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**  
**ESCUELA DE ING. CIVIL**

**PROYECTO:** REDISEÑO GEOMETRICO DE LA VÍA COCHAPAMBA - PULUG - PUNGAL  
**UBICACION:** VÍA COCHAPAMBA - PULUG - PUNGAL / PARROQUIA SAN ISIDRO - CANTON GUANO



**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**HOJA 16 DE 26**

RUBRO : 504-1

UNIDAD: kg

DETALLE : Acero estructural en barras  $f_y=4200\text{Kg/cm}^2$

ESPECIFICACIONES: NEVI-12.

<i>EQUIPO</i> <i>DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>TARIFA</i> <i>B</i>	<i>COSTO HORA</i> <i>C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO</i> <i>R</i>	<i>COSTO</i> <i>D=CxR</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.01
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0.01</b>

<i>MANO DE OBRA</i> <i>DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>JORNAL/HR</i> <i>B</i>	<i>COSTO HORA</i> <i>C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO</i> <i>R</i>	<i>COSTO</i> <i>D=CxR</i>
Peón EO E2	1.00	3.01	3.01	0.060	0.18
Albañil EO D2	1.00	3.05	3.05	0.030	0.09
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>0.27</b>

<i>MATERIALES</i> <i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>PRECIO UNIT.</i> <i>B</i>	<i>COSTO</i> <i>C=AxB</i>
Acero en barras	kg	1.050	1.53	1.61
Alambre galvanizado No.18	kg	0.005	1.20	0.01
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>1.62</b>

<i>TRANSPORTE</i> <i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>TARIFA</i> <i>B</i>	<i>COSTO</i> <i>C=AxB</i>
Acero en barras	kg	1.050	0.02	0.02
Alambre galvanizado No.18	kg	0.005	0.01	0.00
<b>SUBTOTAL P</b>				<b>0.02</b>

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	<b>1.92</b>
<b>INDIRECTOS (%)</b>	20.00% <b>0.38</b>
<b>UTILIDAD (%)</b>	5.00% <b>0.10</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>2.40</b>
<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>2.40</b>

SON: DOS DÓLARES CON CUARENTA CENTAVOS

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

RIOBAMBA, 07 DE ABRIL DE 2014

Romel Alarcón & Roberto Paguay

**ELABORADO**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**  
**ESCUELA DE ING. CIVIL**

**PROYECTO:** REDISEÑO GEOMETRICO DE LA VÍA COCHAPAMBA - PULUG - PUNGAL  
**UBICACION:** VÍA COCHAPAMBA - PULUG - PUNGAL / PARROQUIA SAN ISIDRO - CANTON GUANO



**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**HOJA 17 DE 26**

RUBRO : 603-1

UNIDAD: ml

DETALLE : Suministro e instalación de tubería metálica D=1200 mm e=2,50 mm

ESPECIFICACIONES: NEVI-12.

<i>EQUIPO</i> <i>DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>TARIFA</i> <i>B</i>	<i>COSTO HORA</i> <i>C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO</i> <i>R</i>	<i>COSTO</i> <i>D=CxR</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					1.21
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>1.21</b>

<i>MANO DE OBRA</i> <i>DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>JORNAL/HR</i> <i>B</i>	<i>COSTO HORA</i> <i>C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO</i> <i>R</i>	<i>COSTO</i> <i>D=CxR</i>
Peón EO E2	6.00	3.01	18.06	1.000	18.06
Albañil EO D2	2.00	3.05	6.10	0.800	4.88
Maestro mayor de obras civiles EO C1	1.00	3.38	3.38	0.400	1.35
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>24.29</b>

<i>MATERIALES</i> <i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>PRECIO UNIT.</i> <i>B</i>	<i>COSTO</i> <i>C=AxB</i>
Tubería Metalica d=1.20 m	ml	1.000	190.00	190.00
Asfalto RC-250	lt	7.660	0.32	2.45
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>192.45</b>

<i>TRANSPORTE</i> <i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>TARIFA</i> <i>B</i>	<i>COSTO</i> <i>C=AxB</i>
Tubería Metalica d=1.20 m	ml	1.000	5.00	5.00
Asfalto RC-250	lt	7.660	0.03	0.23
<b>SUBTOTAL P</b>				<b>5.23</b>

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	<b>223.18</b>
<b>INDIRECTOS (%)</b>	20.00% <b>44.64</b>
<b>UTILIDAD (%)</b>	5.00% <b>11.16</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>278.98</b>
<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>278.98</b>

SON: DOSCIENTOS SETENTA Y OCHO DÓLARES CON NOVENTA Y OCHO CENTAVOS

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

RIOBAMBA, 07 DE ABRIL DE 2014

Romel Alarcón & Roberto Paguay  
**ELABORADO**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**  
**ESCUELA DE ING. CIVIL**

**PROYECTO:** REDISEÑO GEOMETRICO DE LA VÍA COCHAPAMBA - PULUG - PUNGAL  
**UBICACION:** VÍA COCHAPAMBA - PULUG - PUNGAL / PARROQUIA SAN ISIDRO - CANTON GUANO



**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**HOJA 18 DE 26**

RUBRO : 705-1

UNIDAD: ml

DETALLE : Señalización horizontal (marcas de pavimento)

ESPECIFICACIONES: NEVI-12.

<i>EQUIPO</i> <i>DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>TARIFA</i> <i>B</i>	<i>COSTO HORA</i> <i>C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO</i> <i>R</i>	<i>COSTO</i> <i>D=CxR</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.01
Maquina franjadora	1.00	5.00	5.00	0.020	0.10
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0.11</b>

<i>MANO DE OBRA</i> <i>DESCRIPCION</i>		<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>JORNAL/HR</i> <i>B</i>	<i>COSTO HORA</i> <i>C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO</i> <i>R</i>	<i>COSTO</i> <i>D=CxR</i>
Peón	EO E2	1.00	3.01	3.01	0.020	0.06
Chofer (Estr. Oc. C1)	CH C1	1.00	4.36	4.36	0.020	0.09
<b>SUBTOTAL N</b>						<b>0.15</b>

<i>MATERIALES</i> <i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>PRECIO UNIT.</i> <i>B</i>	<i>COSTO</i> <i>C=AxB</i>
Pintura vial	lt	0.015	12.00	0.18
Microesferas de vidrio	kg	0.003	3.00	0.01
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>0.19</b>

<i>TRANSPORTE</i> <i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>TARIFA</i> <i>B</i>	<i>COSTO</i> <i>C=AxB</i>
Pintura vial	lt	0.015	0.10	0.00
Microesferas de vidrio	kg	0.003	0.01	0.00
<b>SUBTOTAL P</b>				<b>0.00</b>

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	<b>0.45</b>
<b>INDIRECTOS (%)</b>	20.00%
<b>UTILIDAD (%)</b>	5.00%
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>0.56</b>
<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>0.56</b>

SON: CINCUENTA Y SEIS CENTAVOS DE DÓLAR  
 ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

RIOBAMBA, 07 DE ABRIL DE 2014

Romel Alarcón & Roberto Paguay  
**ELABORADO**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**  
**ESCUELA DE ING. CIVIL**

**PROYECTO:** REDISEÑO GEOMETRICO DE LA VÍA COCHAPAMBA - PULUG - PUNGAL  
**UBICACION:** VÍA COCHAPAMBA - PULUG - PUNGAL / PARROQUIA SAN ISIDRO - CANTON GUANO



**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**HOJA 19 DE 26**

RUBRO : 708-5

UNIDAD: u

DETALLE : Señalización vertical preventivas 0.75x0.75m. Incl. Instalación

ESPECIFICACIONES: NEVI-12.

<i>EQUIPO</i> <i>DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>TARIFA</i> <i>B</i>	<i>COSTO HORA</i> <i>C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO</i> <i>R</i>	<i>COSTO</i> <i>D=CxR</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.45
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0.45</b>

<i>MANO DE OBRA</i> <i>DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>JORNAL/HR</i> <i>B</i>	<i>COSTO HORA</i> <i>C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO</i> <i>R</i>	<i>COSTO</i> <i>D=CxR</i>
Peón EO E2	2.00	3.01	6.02	1.250	7.53
Albañil EO D2	1.00	3.05	3.05	0.500	1.53
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>9.06</b>

<i>MATERIALES</i> <i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>PRECIO UNIT.</i> <i>B</i>	<i>COSTO</i> <i>C=AxB</i>
Señal preventiva 0.75*0.75m	u	1.000	110.00	110.00
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>110.00</b>

<i>TRANSPORTE</i> <i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>TARIFA</i> <i>B</i>	<i>COSTO</i> <i>C=AxB</i>
Señal preventiva 0.75*0.75m	u	1.000	5.00	5.00
<b>SUBTOTAL P</b>				<b>5.00</b>

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	<b>124.51</b>
<b>INDIRECTOS (%)</b>	20.00%
<b>UTILIDAD (%)</b>	5.00%
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>155.64</b>
<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>155.64</b>

SON: CIENTO CINCUENTA Y CINCO DÓLARES CON SESENTA Y CUATRO CENTAVOS

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

RIOBAMBA, 07 DE ABRIL DE 2014

Romel Alarcón & Roberto Paguay

**ELABORADO**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**  
**ESCUELA DE ING. CIVIL**

**PROYECTO:** REDISEÑO GEOMETRICO DE LA VÍA COCHAPAMBA - PULUG - PUNGAL  
**UBICACION:** VÍA COCHAPAMBA - PULUG - PUNGAL / PARROQUIA SAN ISIDRO - CANTON GUANO



**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**HOJA 20 DE 26**

RUBRO : 708-6

UNIDAD: u

DETALLE : Señalización vertical informativas 1.20x0.60m. Incl. Instalación

ESPECIFICACIONES: NEVI-12.

<i>EQUIPO</i> <i>DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>TARIFA</i> <i>B</i>	<i>COSTO HORA</i> <i>C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO</i> <i>R</i>	<i>COSTO</i> <i>D=CxR</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.45
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0.45</b>

<i>MANO DE OBRA</i> <i>DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>JORNAL/HR</i> <i>B</i>	<i>COSTO HORA</i> <i>C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO</i> <i>R</i>	<i>COSTO</i> <i>D=CxR</i>
Peón EO E2	2.00	3.01	6.02	1.250	7.53
Albañil EO D2	1.00	3.05	3.05	0.500	1.53
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>9.06</b>

<i>MATERIALES</i> <i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>PRECIO UNIT.</i> <i>B</i>	<i>COSTO</i> <i>C=AxB</i>
Señal informativa 1.20*0.60m	u	1.000	110.00	110.00
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>110.00</b>

<i>TRANSPORTE</i> <i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>TARIFA</i> <i>B</i>	<i>COSTO</i> <i>C=AxB</i>
Señal informativa 1.20*0.60m	u	1.000	5.00	5.00
<b>SUBTOTAL P</b>				<b>5.00</b>

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	<b>124.51</b>
<b>INDIRECTOS (%)</b>	20.00%
<b>UTILIDAD (%)</b>	5.00%
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>155.64</b>
<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>155.64</b>

SON: CIENTO CINCUENTA Y CINCO DÓLARES CON SESENTA Y CUATRO CENTAVOS

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

RIOBAMBA, 07 DE ABRIL DE 2014

Romel Alarcón & Roberto Paguay

**ELABORADO**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**  
**ESCUELA DE ING. CIVIL**

**PROYECTO:** REDISEÑO GEOMETRICO DE LA VÍA COCHAPAMBA - PULUG - PUNGAL  
**UBICACION:** VÍA COCHAPAMBA - PULUG - PUNGAL / PARROQUIA SAN ISIDRO - CANTON GUANO



**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**HOJA 21 DE 26**

RUBRO : 708-7

UNIDAD: u

DETALLE : Señalización vertical reglamentarias D=0.75m Incl. Instalación

ESPECIFICACIONES: NEVI-12.

<i>EQUIPO</i> <i>DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>TARIFA</i> <i>B</i>	<i>COSTO HORA</i> <i>C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO</i> <i>R</i>	<i>COSTO</i> <i>D=CxR</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.45
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0.45</b>

<i>MANO DE OBRA</i> <i>DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>JORNAL/HR</i> <i>B</i>	<i>COSTO HORA</i> <i>C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO</i> <i>R</i>	<i>COSTO</i> <i>D=CxR</i>
Peón EO E2	2.00	3.01	6.02	1.250	7.53
Albañil EO D2	1.00	3.05	3.05	0.500	1.53
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>9.06</b>

<i>MATERIALES</i> <i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>PRECIO UNIT.</i> <i>B</i>	<i>COSTO</i> <i>C=AxB</i>
Señal reglamentaria D=0.75m	u	1.000	100.00	100.00
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>100.00</b>

<i>TRANSPORTE</i> <i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>TARIFA</i> <i>B</i>	<i>COSTO</i> <i>C=AxB</i>
Señal reglamentaria D=0.75m	u	1.000	5.00	5.00
<b>SUBTOTAL P</b>				<b>5.00</b>

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	<b>114.51</b>
<b>INDIRECTOS (%)</b>	20.00%
<b>UTILIDAD (%)</b>	5.00%
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>143.14</b>
<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>143.14</b>

SON: CIENTO CUARENTA Y TRES DÓLARES CON CATORCE CENTAVOS

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

RIOBAMBA, 07 DE ABRIL DE 2014

Romel Alarcón & Roberto Paguay

**ELABORADO**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**  
ESCUELA DE ING. CIVIL

PROYECTO: REDISEÑO GEOMETRICO DE LA VÍA COCHAPAMBA - PULUG - PUNGAL  
UBICACION: VÍA COCHAPAMBA - PULUG - PUNGAL / PARROQUIA SAN ISIDRO - CANTON GUANO



**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

HOJA 22 DE 26

RUBRO : 703

UNIDAD: ml

DETALLE : Guardavias doble

ESPECIFICACIONES: NEVI-12.

<i>EQUIPO</i> <i>DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>TARIFA</i> <i>B</i>	<i>COSTO HORA</i> <i>C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO</i> <i>R</i>	<i>COSTO</i> <i>D=CxR</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.54
Concretera 1 saco	1.00	5.00	5.00	0.070	0.35
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0.89</b>

<i>MANO DE OBRA</i> <i>DESCRIPCION</i>		<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>JORNAL/HR</i> <i>B</i>	<i>COSTO HORA</i> <i>C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO</i> <i>R</i>	<i>COSTO</i> <i>D=CxR</i>
Maestro mayor de obras civiles	EO C1	1.00	3.38	3.38	0.150	0.51
Albañil	EO D2	1.00	3.05	3.05	0.200	0.61
Peón	EO E2	4.00	3.01	12.04	0.800	9.63
<b>SUBTOTAL N</b>						<b>10.75</b>

<i>MATERIALES</i> <i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>PRECIO UNIT.</i> <i>B</i>	<i>COSTO</i> <i>C=AxB</i>
Guardacaminos de acero galvanizado	m	2.000	36.00	72.00
Cemento Portland	kg	7.000	0.14	0.98
Macadan	m <sup>3</sup>	0.012	5.00	0.06
Ripio	m <sup>3</sup>	0.020	7.00	0.14
Agua	m <sup>3</sup>	0.003	2.00	0.01
Poste guardavia H=1.80m	u	0.230	40.00	9.20
Terminal Guardavia	u	0.130	20.00	2.60
Gemas reflectivas bicolor	u	2.000	3.00	6.00
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>90.99</b>

<i>TRANSPORTE</i> <i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>TARIFA</i> <i>B</i>	<i>COSTO</i> <i>C=AxB</i>
Guardacaminos de acero galvanizado	m	2.000	1.00	2.00
Cemento Portland	kg	7.000	0.01	0.07
Macadan	m <sup>3</sup>	0.012	2.30	0.03
Ripio	m <sup>3</sup>	0.020	2.30	0.05
Agua	m <sup>3</sup>	0.003	1.00	0.00
Poste guardavia H=1.80m	u	0.230	1.00	0.23
Terminal Guardavia	u	0.130	1.00	0.13
Gemas reflectivas bicolor	u	2.000	0.05	0.10
<b>SUBTOTAL P</b>				<b>2.61</b>

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	<b>105.24</b>
<b>INDIRECTOS (%)</b>	20.00%
<b>UTILIDAD (%)</b>	5.00%
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>131.55</b>
<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>131.55</b>

SON: CIENTO TREINTA Y UN DÓLARES CON CINCUENTA Y CINCO CENTAVOS  
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

RIOBAMBA, 07 DE ABRIL DE 2014

Romel Alarcón & Roberto Paguay  
**ELABORADO**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**  
**ESCUELA DE ING. CIVIL**

**PROYECTO:** REDISEÑO GEOMETRICO DE LA VÍA COCHAPAMBA - PULUG - PUNGAL  
**UBICACION:** VÍA COCHAPAMBA - PULUG - PUNGAL / PARROQUIA SAN ISIDRO - CANTON GUANO



**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**HOJA 23 DE 26**

RUBRO : 705-4

UNIDAD: u

DETALLE : Tachas reflectivas bidireccionales

ESPECIFICACIONES: NEVI-12.

<i>EQUIPO</i> <i>DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>TARIFA</i> <i>B</i>	<i>COSTO HORA</i> <i>C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO</i> <i>R</i>	<i>COSTO</i> <i>D=CxR</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.05
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0.05</b>

<i>MANO DE OBRA</i> <i>DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>JORNAL/HR</i> <i>B</i>	<i>COSTO HORA</i> <i>C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO</i> <i>R</i>	<i>COSTO</i> <i>D=CxR</i>
Peón EO E2	1.00	3.01	3.01	0.300	0.90
Maestro mayor de obras civiles EO C1	1.00	3.38	3.38	0.050	0.17
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>1.07</b>

<i>MATERIALES</i> <i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>PRECIO UNIT.</i> <i>B</i>	<i>COSTO</i> <i>C=AxB</i>
Tachas reflectivas bidireccio	u	1.000	3.00	3.00
Epoxico para tachas	kg	0.010	15.00	0.15
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>3.15</b>

<i>TRANSPORTE</i> <i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>TARIFA</i> <i>B</i>	<i>COSTO</i> <i>C=AxB</i>
Tachas reflectivas bidireccio	u	1.000	0.01	0.01
Epoxico para tachas	kg	0.010	0.10	0.00
<b>SUBTOTAL P</b>				<b>0.01</b>

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	<b>4.28</b>
<b>INDIRECTOS (%)</b>	<b>20.00%</b>
<b>UTILIDAD (%)</b>	<b>5.00%</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>5.35</b>
<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>5.35</b>

SON: CINCO DÓLARES CON TREINTA Y CINCO CENTAVOS

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

RIOBAMBA, 07 DE ABRIL DE 2014

Romel Alarcón & Roberto Paguay

**ELABORADO**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**  
**ESCUELA DE ING. CIVIL**

**PROYECTO:** REDISEÑO GEOMETRICO DE LA VÍA COCHAPAMBA - PULUG - PUNGAL  
**UBICACION:** VÍA COCHAPAMBA - PULUG - PUNGAL / PARROQUIA SAN ISIDRO - CANTON GUANO



**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**HOJA 24 DE 26**

RUBRO : 207-2

UNIDAD: lt

DETALLE : Riego de agua a gravedad para control de polvo

ESPECIFICACIONES: NEVI-12.

<i>EQUIPO</i> <i>DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>TARIFA</i> <i>B</i>	<i>COSTO HORA</i> <i>C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO</i> <i>R</i>	<i>COSTO</i> <i>D=CxR</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.01
Tanquero de agua	1.00	20.00	20.00	0.025	0.50
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0.51</b>

<i>MANO DE OBRA</i> <i>DESCRIPCION</i>		<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>JORNAL/HR</i> <i>B</i>	<i>COSTO HORA</i> <i>C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO</i> <i>R</i>	<i>COSTO</i> <i>D=CxR</i>
Chofer (Estr. Oc. C1)	CH C1	1.00	4.36	4.36	0.025	0.11
Peón	EO E2	1.00	3.01	3.01	0.025	0.08
<b>SUBTOTAL N</b>						<b>0.19</b>

<i>MATERIALES</i> <i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>PRECIO UNIT.</i> <i>B</i>	<i>COSTO</i> <i>C=AxB</i>
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>0.00</b>

<i>TRANSPORTE</i> <i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>TARIFA</i> <i>B</i>	<i>COSTO</i> <i>C=AxB</i>
<b>SUBTOTAL P</b>				<b>0.00</b>

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	<b>0.70</b>
<b>INDIRECTOS (%)</b>	20.00%
<b>UTILIDAD (%)</b>	5.00%
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>0.88</b>
<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>0.88</b>

SON: OCHENTA Y OCHO CENTAVOS DE DÓLAR  
**ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA**

RIOBAMBA, 07 DE ABRIL DE 2014

Romel Alarcón & Roberto Paguay  
**ELABORADO**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**  
**ESCUELA DE ING. CIVIL**

**PROYECTO:** REDISEÑO GEOMETRICO DE LA VÍA COCHAPAMBA - PULUG - PUNGAL  
**UBICACION:** VÍA COCHAPAMBA - PULUG - PUNGAL / PARROQUIA SAN ISIDRO - CANTON GUANO



**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**HOJA 25 DE 26**

RUBRO : 712-0

UNIDAD: u

DETALLE : Señalización Ambiental al lado de la carretera 1.80m x 1.20m

ESPECIFICACIONES: NEVI-12.

<i>EQUIPO</i> <i>DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>TARIFA</i> <i>B</i>	<i>COSTO HORA</i> <i>C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO</i> <i>R</i>	<i>COSTO</i> <i>D=CxR</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.45
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0.45</b>

<i>MANO DE OBRA</i> <i>DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>JORNAL/HR</i> <i>B</i>	<i>COSTO HORA</i> <i>C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO</i> <i>R</i>	<i>COSTO</i> <i>D=CxR</i>
Peón EO E2	2.00	3.01	6.02	1.250	7.53
Albañil EO D2	1.00	3.05	3.05	0.500	1.53
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>9.06</b>

<i>MATERIALES</i> <i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>PRECIO UNIT.</i> <i>B</i>	<i>COSTO</i> <i>C=AxB</i>
Señal Ambiental 1.80*1.20m	u	1.000	280.00	280.00
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>280.00</b>

<i>TRANSPORTE</i> <i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>TARIFA</i> <i>B</i>	<i>COSTO</i> <i>C=AxB</i>
Señal Ambiental 1.80*1.20m	u	1.000	5.00	5.00
<b>SUBTOTAL P</b>				<b>5.00</b>

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	<b>294.51</b>
<b>INDIRECTOS (%)</b>	20.00% <b>58.90</b>
<b>UTILIDAD (%)</b>	5.00% <b>14.73</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>368.14</b>
<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>368.14</b>

SON: TRESCIENTOS SESENTA Y OCHO DÓLARES CON CATORCE CENTAVOS  
 ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

RIOBAMBA, 07 DE ABRIL DE 2014

Romel Alarcón & Roberto Paguay  
**ELABORADO**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**  
**ESCUELA DE ING. CIVIL**

**PROYECTO:** REDISEÑO GEOMETRICO DE LA VÍA COCHAPAMBA - PULUG - PUNGAL  
**UBICACION:** VÍA COCHAPAMBA - PULUG - PUNGAL / PARROQUIA SAN ISIDRO - CANTON GUANO



**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**HOJA 26 DE 26**

RUBRO : 310-1

UNIDAD: m<sup>3</sup>

DETALLE : Escombrera de materiales de desalojo

ESPECIFICACIONES: NEVI-12.

<i>EQUIPO</i> <i>DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>TARIFA</i> <i>B</i>	<i>COSTO HORA</i> <i>C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO</i> <i>R</i>	<i>COSTO</i> <i>D=CxR</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.00
Tractor carriles	1.00	80.00	80.00	0.001	0.08
Tanquero de agua	1.00	20.00	20.00	0.001	0.02
Rodillo liso vibratorio	1.00	35.00	35.00	0.001	0.04
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0.14</b>
<i>MANO DE OBRA</i> <i>DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>JORNAL/HR</i> <i>B</i>	<i>COSTO HORA</i> <i>C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO</i> <i>R</i>	<i>COSTO</i> <i>D=CxR</i>
Operador Est.Oc C1 grupo I	2.00	3.38	6.76	0.001	0.01
Chofer (Estr. Oc. C1)	1.00	4.36	4.36	0.002	0.01
Engrasador o abastecedor	2.00	3.05	6.10	0.001	0.01
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>0.03</b>
<i>MATERIALES</i> <i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>PRECIO UNIT.</i> <i>B</i>	<i>COSTO</i> <i>C=AxB</i>	
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>0.00</b>	
<i>TRANSPORTE</i> <i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>TARIFA</i> <i>B</i>	<i>COSTO</i> <i>C=AxB</i>	
<b>SUBTOTAL P</b>				<b>0.00</b>	

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	<b>0.17</b>
<b>INDIRECTOS (%)</b>	20.00%
<b>UTILIDAD (%)</b>	5.00%
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>0.21</b>
<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>0.21</b>

SON: VEINTIÚN CENTAVOS DE DÓLAR  
**ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA**

RIOBAMBA, 07 DE ABRIL DE 2014

Romel Alarcón & Roberto Paguay  
**ELABORADO**

## 6.7.2 CRONOGRAMA VALORADO DE TRABAJOS

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

PROYECTO: REDISEÑO GEOMETRICO DE LA VÍA COCHAPAMBA - PULUG - PUNGAL

CRONOGRAMA VALORADO DE TRABAJOS						PERIODOS (MESES/SEMANAS)																											
RUBRO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	P. TOTAL	1 MES				2 MES				3 MES				4 MES				5 MES				6 MES				7 MES			
						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
<b>OBRAS PRELIMINARES Y TERRACERIA</b>																																	
221-1	Movilización e Instalación	glb	1.00	1,875.00	1,875.00	1,875.00																											
302-1	Desbroce, desbosque y limpieza	ha	2.50	185.93	464.83	154.93				154.93				154.97																			
303-4	Excavaciones y relleno sin clasificar	m³	91,167.34	1.70	154,984.48	51,656.33				51,656.33				51,671.82																			
309-2	Transporte de material de excavación sobrante	m³/km	184,456.94	0.24	44,269.67	22,134.84				22,134.83																							
<b>ESTRUCTURAS DE PAVIMENTO</b>																																	
308-4	Acabado de la obra básica existente	m²	51,702.10	0.45	23,265.95					4,653.19				4,653.19				4,653.19				4,653.19				4,653.19							
308-5	Limpieza de derrumbes	m³	1,000.00	6.63	6,630.00					3,315.00																							
403-1	Sub base clase 3. Incluye transporte	m³	15,135.93	10.98	166,192.51					41,548.13				41,548.13				41,548.13				41,548.12											
404-1	Base Clase 4. Incluye Transporte	m³	6,443.87	12.48	80,419.50									26,803.82				26,803.82				26,811.86											
405-2	Asfalto para imprimación RC-250 rata=1.50lt/m²	lt/m²	58,818.15	0.58	34,114.53													17,057.26				17,057.27											
405-5	Carpeta asfáltica mez. planta en caliente e=5.00cm	m²	39,212.10	7.36	288,601.06																	144,300.53				144,300.53							
<b>SISTEMA DE DRENAJE</b>																																	
301-6.07	Remoción de estructuras de hormigón (incluye transporte a escombreras)	m³	597.70	51.32	30,673.96					15,336.98				15,336.98																			
518-3	Excavación y relleno de estructuras menores	m³	1,010.00	3.76	3,797.60					1,265.74				1,265.74				1,266.12															
304-6-2	Excavación de cunetas y encauzamientos	m³	2,562.00	6.74	17,267.88					4,316.97				4,316.97				4,316.97				4,316.97											
503-2	Hormigón Simple clase B f'c= 210 kg/cm² Incluye encofrado	m³	1,870.60	179.86	336,446.12									112,137.49				112,137.49				112,171.14											
503-3	Hormigón Simple clase B f'c= 180 kg/cm² Incluye encofrado	m³	28.00	101.85	2,851.80																					2,851.80							
504-1	Acero estructural en barras fy=4200Kg/cm²	kg	100.00	2.40	240.00									120.00				120.00															
603-1	Suministro e instalación de tubería metálica D=1200 mm e=2,50 mm	ml	160.00	278.98	44,636.80													14,877.45				14,877.45				14,881.90							
<b>SEÑALIZACIÓN H/V</b>																																	
705-1	Señalización horizontal (marcas de pavimento)	ml	21,638.50	0.56	12,117.56																									12,117.56			
708-5	Señalización vertical preventivas 0.75x0.75m. Incl. Instalación	u	62.00	155.64	9,649.68																					4,824.84				4,824.84			
708-6	Señalización vertical informativas 1.20x0.60m. Incl. Instalación	u	6.00	155.64	933.84																									933.84			
708-7	Señalización vertical reglamentarias D=0.75m Incl. Instalación	u	10.00	143.14	1,431.40																					715.70				715.70			
703	Guardavias doble	ml	263.00	131.55	34,597.65																					17,298.82				17,298.83			
705-4	Tachas reflectivas bidireccionales	u	2,290.00	5.35	12,251.50																									12,251.50			
<b>MEDIDAS GENERALES PARA CONTROL AMBIENTAL</b>																																	
207-2	Riego de agua a gravedad para control de polvo	lt	29,976.00	0.88	26,378.88	6,594.72				6,594.72				6,594.72				6,594.72															
712-0	Señalización Ambiental al lado de la carretera 1.80m x 1.20m	u	4.00	368.14	1,472.56																									1,472.56			
310-1	Escombrera de materiales de desalojo	m³	85,308.12	0.21	17,914.71					4,478.68				4,478.68				4,478.68				4,478.67											
<b>INVERSION MENSUAL</b>					1,353,479.47	82,415.82	110,592.37	245,593.69	216,796.57	229,221.63	272,092.23	196,767.16																					
<b>AVANCE MENSUAL (%)</b>						6.09	8.17	18.15	16.02	16.94	20.10	14.54																					
<b>INVERSION ACUMULADA AL 100%</b>						82,415.82	193,008.19	438,601.88	655,398.45	884,620.08	1,156,712.31	1,353,479.47																					
<b>AVANCE ACUMULADO (%)</b>						6.09	14.26	32.41	48.42	65.36	85.46	100.00																					
<b>INVERSION ACUMULADA AL 80%</b>						65,932.66	154,406.55	350,881.50	524,318.76	707,696.06	925,369.85	1,082,783.58																					
<b>AVANCE ACUMULADO (%)</b>						4.87	11.41	25.92	38.74	52.29	68.37	80.00																					
<b>PLAZO TOTAL: 210 DIAS CALENDARIO</b>																																	

Romel Alarcón & Roberto Paguay  
ELABORADO

RIOBAMBA, 07 DE ABRIL DE 2014

## 6.7.3 MATERIALES

### UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

PROYECTO: REDISEÑO GEOMETRICO DE LA VÍA COCHAPAMBA - PULUG - PUNGAL  
 UBICACION: VÍA COCHAPAMBA - PULUG - PUNGAL / PARROQUIA SAN ISIDRO - CANTON GUANO



#### ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS CUADRO AUXILIAR: COSTOS DE MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	PRECIO UNIT.	CANTIDAD	COSTO TOTAL
Acero en barras	kg	1.53	105.00	160.65
Agregados Triturados 100%	m <sup>3</sup>	14.00	2,744.85	38,427.90
Agua	m <sup>3</sup>	2.00	473.99	947.98
Alambre galvanizado No.18	kg	1.20	0.50	0.60
Asfalto AP3	kg	0.32	319,578.62	102,265.16
Asfalto RC-250	lt	0.32	45,339.21	14,508.55
Cemento Portland	kg	0.14	685,265.76	95,937.21
Diesel	gln	1.05	16,861.20	17,704.26
Diesel I	lt	0.30	14,704.54	4,411.36
Encofrado varios usos	glb	10.00	1,898.60	18,986.00
Epoxico para tachas	kg	15.00	22.90	343.50
Gemas reflectivas bicolor	u	3.00	526.00	1,578.00
Guardacaminos de acero galvanizado	m	36.00	526.00	18,936.00
Macadan	m <sup>3</sup>	5.00	1,220.34	6,101.70
Material Base Clase 4	m <sup>3</sup>	4.00	7,732.64	30,930.56
Material Sub Base clase 3	m <sup>3</sup>	3.00	18,163.12	54,489.36
Mezcla asfáltica	m <sup>3</sup> -km		70,189.66	
Microesferas de vidrio	kg	3.00	64.92	194.76
Movilizacion/Instalacion	glb	1,500.00	1.00	1,500.00
Piedra	m <sup>3</sup>	8.00	4.00	32.00
Pintura vial	lt	12.00	324.58	3,894.96
Poste guardavia H=1.80m	u	40.00	60.49	2,419.60
Ripio	m <sup>3</sup>	7.00	1,784.21	12,489.47
Señal Ambiental 1.80*1.20m	u	280.00	4.00	1,120.00
Señal informativa 1.20*0.60m	u	110.00	6.00	660.00
Señal preventiva 0.75*0.75m	u	110.00	62.00	6,820.00
Señal reglamentaria D=0.75m	u	100.00	10.00	1,000.00
Tachas reflectivas bidireccio	u	3.00	2,290.00	6,870.00
Terminal Guardavia	u	20.00	34.19	683.80
Tubería Metalica d=1.20 m	ml	190.00	160.00	30,400.00

TOTAL: 473,813.38

Romel Alarcón & Roberto Paguay  
 ELABORADO

RIOBAMBA, 07 DE ABRIL DE 2014

## 6.7.4 MANO DE OBRA

### UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

PROYECTO: REDISEÑO GEOMETRICO DE LA VÍA COCHAPAMBA - PULUG - PUNGAL  
UBICACION: VÍA COCHAPAMBA - PULUG - PUNGAL / PARROQUIA SAN ISIDRO - CANTON GUANO



#### ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS CUADRO AUXILIAR: COSTOS DE MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CAT.	SAL.REALxHORA	HOR-HOMBRE	COSTO TOTAL
Chofer (Estr. Oc. C1)	CH C1	4.36	3,901.00	17,008.36
Maestro mayor de obras civiles	EO C1	3.38	2,247.44	7,596.35
Albañil	EO D2	3.05	10,460.42	31,904.28
Peón	EO E2	3.01	35,171.10	105,865.01
Operador Est.Oc C1 grupo I	OP C1	3.38	3,147.84	10,639.70
Operador Est.Oc C2 grupo II	OP C2	3.21	1,375.85	4,416.48
Engrasador o abastecedor	ST D2	3.05	1,706.46	5,204.70

TOTAL: 182,634.88

Romel Alarcón & Roberto Paguay  
ELABORADO

RIOBAMBA, 07 DE ABRIL DE 2014

## 6.7.5 EQUIPO

### UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

PROYECTO: REDISEÑO GEOMETRICO DE LA VÍA COCHAPAMBA - PULUG - PUNGAL  
 UBICACION: VÍA COCHAPAMBA - PULUG - PUNGAL / PARROQUIA SAN ISIDRO - CANTON GUANO



#### ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS CUADRO AUXILIAR: TARIFA DE EQUIPOS

DESCRIPCION	COSTOxHORA	HORA-EQUIPO	COSTO TOTAL
Herramienta menor(% total)	8,980.71		8,980.71
Cargadora frontal	40.00	108.42	4,336.80
Compactador mecanico	5.00	3.03	15.15
Concreteira 1 saco	5.00	1,917.01	9,585.05
Distribuidor de asfalto	40.00	117.64	4,705.60
Escoba mecánica	15.00	117.64	1,764.60
Excavadora	45.00	1,367.51	61,537.95
Maquina franjadora	5.00	432.77	2,163.85
Martillo neumático	6.50	179.31	1,165.52
Motoniveladora	45.00	1,042.55	46,914.75
Motosierra	1.50	12.50	18.75
Planta procesadora (asfalto)	100.00	78.42	7,842.00
Retroexcavadora neumaticos	35.00	633.05	22,156.75
Rodillo liso vibratorio	35.00	1,206.28	42,219.80
Rodillo neumático	35.00	78.42	2,744.70
Tanquero de agua	20.00	1,877.26	37,545.20
Terminadora de asfalto	50.00	78.42	3,921.00
Tractor carriles	80.00	89.06	7,124.80
Vibrador	3.00	1,898.60	5,695.80
Volqueta 8 m <sup>3</sup>	20.00	1,505.66	30,113.20

TOTAL: 300,551.98

Romel Alarcón & Roberto Paguay  
 ELABORADO

RIOBAMBA, 07 DE ABRIL DE 2014

## 6.7.6 TRANSPORTE DE MATERIALES

### UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

PROYECTO: REDISEÑO GEOMETRICO DE LA VÍA COCHAPAMBA - PULUG - PUNGAL

UBICACION: VÍA COCHAPAMBA - PULUG - PUNGAL / PARROQUIA SAN ISIDRO - CANTON GUANO



#### ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

#### CUADRO AUXILIAR: COSTOS DE TRANSP. DE MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	COSTO TRANSP.	CANTIDAD	COSTO TOTAL
Acero en barras	kg	0.02	105.00	2.10
Agregados Triturados 100%	m <sup>3</sup>	6.82	2,744.85	18,719.88
Agua	m <sup>3</sup>	1.00	473.99	473.99
Alambre galvanizado No.18	kg	0.01	0.50	0.01
Asfalto AP3	kg	0.03	319,578.62	9,587.36
Asfalto RC-250	lt	0.03	45,339.21	1,360.18
Cemento Portland	kg	0.01	685,265.76	6,852.66
Diesel	gln	0.04	16,861.20	674.45
Diesel 1	lt	0.01	14,704.54	147.05
Encofrado varios usos	glb		1,898.60	
Epoxico para tachas	kg	0.10	22.90	2.29
Gemas reflectivas bicolor	u	0.05	526.00	26.30
Guardacaminos de acero galvanizado	m	1.00	526.00	526.00
Macadan	m <sup>3</sup>	2.30	1,220.34	2,806.78
Material Base Clase 4	m <sup>3</sup>	2.30	7,732.64	17,785.07
Material Sub Base clase 3	m <sup>3</sup>	2.30	18,163.12	41,775.18
Mezcla asfáltica	m <sup>3</sup> -km	0.25	70,189.66	17,547.42
Microesferas de vidrio	kg	0.01	64.92	0.65
Movilizacion/Instalacion	glb		1.00	
Piedra	m <sup>3</sup>	2.30	4.00	9.20
Pintura vial	lt	0.10	324.58	32.46
Poste guardavia H=1.80m	u	1.00	60.49	60.49
Ripio	m <sup>3</sup>	2.30	1,784.21	4,103.68
Señal Ambiental 1.80*1.20m	u	5.00	4.00	20.00
Señal informativa 1.20*0.60m	u	5.00	6.00	30.00
Señal preventiva 0.75*0.75m	u	5.00	62.00	310.00
Señal reglamentaria D=0.75m	u	5.00	10.00	50.00
Tachas reflectivas bidireccio	u	0.01	2,290.00	22.90
Terminal Guardavia	u	1.00	34.19	34.19
Tubería Metalica d=1.20 m	ml	5.00	160.00	800.00

TOTAL: 123,760.29

Romel Alarcón & Roberto Paguay  
ELABORADO

RIOBAMBA, 07 DE ABRIL DE 2014

## 6.7.7 SÍMBOLOS PARA REAJUSTE

### UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

PROYECTO: REDISEÑO GEOMETRICO DE LA VÍA COCHAPAMBA - PULUG - PUNGAL  
 UBICACION: VÍA COCHAPAMBA - PULUG - PUNGAL / PARROQUIA SAN ISIDRO - CANTON GUANO



<u>DESCRIPCION DE SIMBOLOS Y FORMULA DE REAJUSTE</u>			
<u>SIMBOLO</u>	<u>DESCRIPCION</u>	<u>COSTO DIRECTO</u>	<u>COEFICIENTE</u>
A	BETÚN PETROLEO ASFALTO	116,851.94	0.108
B	MANO DE OBRA	182,256.80	0.168
C	CEMENTO PORLAND TIPO I - KG	95,937.24	0.089
E	EQUIPO O MAQUINARIA DE CONSTRUCCIÓN VIAL	417,471.75	0.386
P	MATERIALES PETREOS	142,470.85	0.132
T	TUBERÍA METÁLICA CORRUGADA D=1200MM	30,400.00	0.028
X	VARIOS	97,463.31	0.089
		=====	=====
		1,082,851.89	1.000

$$Pr = Po(0.108 A1/Ao + 0.168 B1/Bo + 0.089 C1/Co + 0.386 E1/Eo + 0.132 P1/Po + 0.028 T1/To + 0.089 X1/Xo)$$

RIOBAMBA, 07 DE ABRIL DE 2014

EN DONDE:

- Pr = Valor reajustado del anticipo o de la planilla.  
 Po = Valor del anticipo o de la planilla calculada con las cantidades de obra ejecutado a los precios unitarios contractuales descontada la parte proporcional del anticipo, de haberlo pagado.
- Bo = Sueldos y salarios minimos de una cuadrilla tipo, fijados por Ley o Acuerdo Ministerial para las correspondientes ramas de actividad, más remuneraciones adicionales y obligaciones patronales de aplicación general que deban pagarse a todos los trabajadores en el país, exceptuando el porcentaje de la participación de los trabajadores en las utilidades de empresa, los viaticos, subsidios y beneficios de orden social: esta cuadrilla tipo estará conformada en base a los análisis
- B1 = Sueldos y salarios minimos de una cuadrilla tipo, fijados por Ley o Acuerdo Ministerial para las correspondientes  
 Co,Do,Eo...Zo= Los precios o índices de precios de los componentes principales vigentes 30 días antes de la fecha de cierre para la presentación de las ofertas, fecha que constará en el contrato.
- C1,D1,E1...Z1= Los precios o índices de precios de los componentes principales a la fecha del pago del anticipo o de las planillas de ejecución de obra.
- Xo = Indice de componentes no principales correspondiente al tipo de obra y a la falta de este, el indice de precios al consumidor treinta días antes de la fecha de cierre de la presentación de las ofertas, que constará en el contrato.
- X1 = Indice de componentes no principales correspondiente al tipo de obra y a la falta de este, el indice de precios al consumidor a la fecha del pago del anticipo o de las planillas de ejecución de obra.

Romel Alarcón & Roberto Paguay  
 ELABORADO

## 6.7.8 CUADRILLA TIPO

### UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO



PROYECTO: REDISEÑO GEOMETRICO DE LA VÍA COCHAPAMBA - PULUG - PUNGAL  
UBICACION: VÍA COCHAPAMBA - PULUG - PUNGAL / PARROQUIA SAN ISIDRO - CANTON GUANO

<b>CUADRILLA TIPO</b>				
<b>DESCRIPCION</b>	<b>COST.DIRECT.</b>	<b>SRH</b>	<b>#HOR./HOM.</b>	<b>COEF.</b>
OPERADOR EQUIPO PESADO C1	10,904.41	3.38	3,226.16	0.056
OPERADOR EQUIPO PESADO C2	4,615.46	3.21	1,437.84	0.025
SIN TITULO D2	5,566.07	3.05	1,824.94	0.031
CHOFER C1	16,044.17	4.36	3,679.86	0.063
ESTRUCTURA OCUPACIONAL C1	7,601.71	3.38	2,249.03	0.039
ESTRUCTURA OCUPACIONAL D2	31,917.35	3.05	10,464.70	0.181
ESTRUCTURA OCUPACIONAL E2	105,607.63	3.01	35,085.59	0.605
	=====		=====	=====
	182,256.80		57,968.12	1.000

RIOBAMBA, 07 DE ABRIL DE 2014

Romel Alarcón & Roberto Paguay  
ELABORADO

## **6.8 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

### **221-1. MOVILIZACIÓN/INSTALACION**

**Descripción.-** Esta operación consistirá en llevar al sitio de la obra al personal y equipo necesario para la ejecución de la misma, además se incluirá la provisión de equipo de laboratorio para el uso de la Fiscalización en el control de los trabajos, si así se estipula en las especificaciones especiales.

El Contratante podrá requerir el suministro de equipo de laboratorio en beneficio de la fiscalización, en cuyo caso el listado de equipo será incluido en los documentos contractuales. También podrá incluirse el requerimiento de que el Contratista suministre vehículos para el uso del personal de la fiscalización.

**Movilización de equipo.-** El Contratista deberá hacer todos los arreglos necesarios con miras al oportuno embarque y transporte de sus plantas, maquinarias, vehículos y demás bienes que constituyen su equipo de construcción aprobado, a fin de que las varias unidades lleguen al lugar de la obra con suficiente anticipación y asegurar el avance normal de los trabajos, de acuerdo al programa de trabajo aprobado.

Cualquier unidad de equipo cuya capacidad y rendimiento no sean adecuados, deberá ser reemplazada por otra que demuestre ser satisfactoria.

**Medición.-** Los trabajos descritos en esta sección se medirán por unidad completa, o sea, los montos globales incluidos en el Contrato.

**Pago.-** La suma global que consta en el contrato como pago por concepto de movilización será desembolsada en forma escalonada. Las sumas globales establecidas en el contrato para la provisión vehículos y equipo de laboratorio, cuando estos rubros estén incluidos en el contrato, serán pagadas una vez terminados los trabajos (y entregados los equipos, vehículos e instrumentos especificados) a satisfacción del Fiscalizador, salvo que en los documentos contractuales se estipule otra forma de pago.

Las sumas globales que consten en el contrato para el rubro abajo designado constituirán la compensación total por toda la mano de obra, materiales, herramientas, equipo y operaciones conexas, en la ejecución de los trabajos descritos en esta sección.

En caso de haber una rescisión del contrato, una parte del valor pagado al Contratista por movilización será reembolsada al Contratante. En estas circunstancias, el Contratista tendrá derecho a retener solamente la proporción de la suma global de este rubro, que corresponde a la relación entre el monto pagado por los rubros trabajados y el monto total del presupuesto del contrato.

<b>N° del Rubro de Pago y Designación</b>	<b>Unidad de Medición</b>
221-1 Movilización.....	Suma global (glb)

### **302-1. DESBROCE, DESBOSQUE Y LIMPIEZA**

**Descripción.-** Consiste en extraer y retirar de las zonas designadas todos los árboles, tocones, plantas, maleza, broza, maderas caídas, escombros, basura o cualquier otro material indeseable según el Proyecto o a juicio del Fiscalizador.

La ejecución de esta operación incluye las operaciones siguientes:

- Remoción de los materiales objeto de desbroce.
- Remoción y extendido de aquellos en su emplazamiento definitivo.

La tierra vegetal deberá ser siempre retirada, excepto cuando vaya a ser mantenida según lo indicado en el Proyecto o por el Fiscalizador.

#### **Ejecución de las obras.**

**Remoción de los materiales de desbroce.-** Se estará, en todo caso, a lo dispuesto en la legislación vigente en materia medioambiental, de seguridad y salud, y de almacenamiento y transporte de productos de construcción.

Debe retirarse la tierra vegetal de las superficies de terreno afectadas por excavaciones o terraplenes, según las profundidades definidas en el Proyecto y verificadas o definidas durante la obra.

Las operaciones de remoción se efectuarán con las precauciones necesarias para lograr unas condiciones de seguridad suficientes y evitar daños en las construcciones próximas existentes. El Contratista deberá disponer las medidas de protección adecuadas para evitar que la vegetación, objetos y servicios considerados como permanentes, resulten dañados. Cuando

dichos elementos resulten dañados por el Contratista, éste deberá reemplazarlos, con la aprobación del Fiscalizador, sin costo para la Propiedad.

Todos los tocones o raíces mayores de diez centímetros (10 cm) de diámetro serán eliminados hasta una profundidad no inferior a cincuenta centímetros (50 cm), por debajo de la rasante de la explanación.

Fuera de la explanación los tocones de la vegetación que a juicio del Fiscalizador sea necesario retirar, en función de las necesidades impuestas por la seguridad de la circulación y de la incidencia del posterior desarrollo radicular, podrán dejarse cortados a ras de suelo.

Todas las oquedades causadas por la extracción de tocones y raíces se rellenarán con material análogo al suelo que ha quedado al descubierto al hacer el desbroce, y se compactarán conforme a lo indicado en estas Especificaciones hasta que la superficie se ajuste a la del terreno existente.

Todos los pozos y agujeros que queden dentro de la explanación se rellenarán conforme a las instrucciones del Fiscalizador.

Los árboles susceptibles de aprovechamiento serán podados y limpiados, luego se cortarán en trozos adecuados y, finalmente, se almacenarán cuidadosamente, a disposición de la Administración y separados de los montones que hayan de ser quemados o desechados. Salvo indicación contraria del Fiscalizador, la madera no se troceará a longitud inferior a tres metros (3 m).

Los trabajos se realizarán de forma que no se produzcan molestias a los ocupantes de las zonas próximas a la obra.

**Remoción y disposición de los materiales objeto del desbroce.-** Todos los productos o subproductos forestales, no susceptibles de aprovechamiento, serán eliminados de acuerdo con lo que, sobre el particular, establezca el Proyecto u ordene el Fiscalizador. En principio estos elementos serán quemados, cuando esta operación esté permitida y sea aceptada por el Fiscalizador. El Contratista deberá disponer de personal especializado para evitar los daños tanto a la vegetación como a bienes próximos. Al finalizar cada fase, el fuego debe quedar completamente apagado.

Los restantes materiales serán utilizados por el Contratista, en la forma y en los lugares que señale el Fiscalizador.

La tierra vegetal procedente del desbroce debe ser dispuesta en su emplazamiento definitivo en el menor intervalo de tiempo posible. En caso de que no sea posible utilizarla directamente, debe guardarse en montones de altura no superior a dos metros (2 m). Debe evitarse que sea

sometida al paso de vehículos o a sobrecargas, ni antes de su remoción ni durante su almacenamiento, y los traslados entre puntos deben reducirse al mínimo.

Si se proyecta enterrar los materiales procedentes del desbroce, estos deben extenderse en capas dispuestas de forma que se reduzca al máximo la formación de huecos. Cada capa debe cubrirse o mezclarse con suelo para rellenar los posibles huecos, y sobre la capa superior deben extenderse al menos treinta centímetros (30 cm) de suelo compactado adecuadamente. Estos materiales no se extenderán en zonas donde existan o se prevean cursos de agua.

Si el vertido se efectúa fuera de la zona afectada por el Proyecto, el Contratista deberá conseguir, por sus medios, emplazamientos adecuados para este fin, no visibles desde la calzada, que deberán ser aprobados por el Fiscalizador. Esto debe cumplir con la ley no son suficientes de los contratos. Poner en sitios aprobados en el proyecto o donde el fiscalizador autorice.

Cualquier madera aprovechable que se encuentre dentro de los límites señalados para el Desbroce, Desbosque y Limpieza, será de propiedad de la obra y para su uso en ella, y cualquier excedente se entregará en las bodegas del MTOP más cercanas.

**Medición.-** La cantidad a pagarse por el Desbroce, Desbosque y Limpieza será el área en hectáreas, medida en la obra, en su proyección horizontal de trabajos ordenados y aceptablemente ejecutados, incluyendo las zonas de préstamo, canteras y minas dentro de la zona del camino y las fuentes de trabajo aprovechadas fuera de dicha zona, que estén señaladas en los planos como fuentes designadas u opcionales al Contratista.

**Pago.-** La cantidad establecida en la forma indicada en el numeral anterior se pagará al precio unitario contractual para el rubro abajo designado y que conste en el contrato.

Este precio y pago constituirá la compensación total por la eliminación, retiro, desecho y transporte de todos los materiales provenientes del Desbroce, Desbosque y Limpieza, así como por toda la mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas necesarios para ejecutar los trabajos descritos en esta Sección, incluyendo la remoción y disposición de obstáculos misceláneos, cuando no haya en el contrato los rubros de pago para tales trabajos.

Cuando en el contrato no se incluya el rubro de Desbroce, Desbosque y Limpieza, se considerará que todos estos trabajos que sean requeridos serán pagados por los precios contractuales para la excavación y relleno.

**N° del Rubro de Pago y Designación****Unidad de Medición**

302-1 Desbroce, Desbosque y Limpieza.....Hectárea (ha)

**303-4. EXCAVACION Y RELLENO SIN CLASIFICAR**

**Descripción.-** Estos trabajos consistirán en excavación, transporte, desecho, colocación, manipuleo, humedecimiento y compactación del material necesario a remover en zonas de corte y a colocar en zonas de relleno para lograr la construcción de la obra básica, estructuras de drenaje y todo trabajo de movimiento de tierras que no sea incluido en estas especificaciones y que sea requerido en la construcción del camino, de acuerdo con los documentos contractuales y las instrucciones del Fiscalizador.

Todo el material aprovechable de las excavaciones será utilizado en la construcción de terraplenes, diques y otros rellenos, conforme se estipule en los documentos contractuales o indique el Fiscalizador. Cualquier material excedente y material inadecuado que hubiese, serán utilizados o desechados de acuerdo a lo estipulado en las especificaciones

La remoción de cualquier capa existente de sub-base, base o superficie de rodadura, excepto pavimento de hormigón, será considerado como parte de la excavación correspondiente al sector en que se encuentran dichas capas, y no se efectuará ningún pago aparte por tal remoción.

**Excavación sin Clasificación.-** Es la excavación y desalojo que se realiza de todos los materiales que se encuentran durante el trabajo, en cualquier tipo de terreno y en cualquier condición de trabajo, es decir inclusive excavaciones en fango, suelo, marginal y roca.

**Medición.-** Las cantidades a pagarse por la excavación de la plataforma del camino serán los volúmenes medidos en su posición original y calculada de acuerdo a lo estipulado, de la excavación efectivamente ejecutada y aceptada, de acuerdo con los planos y las instrucciones del Fiscalizador. Las áreas transversales que se utilizan en el cálculo de volúmenes serán computadas en base a las secciones transversales originales del terreno natural después de efectuarse el desbroce y limpieza, y las secciones transversales tomadas del trabajo terminado y aceptado.

**Pago.-** Las cantidades establecidas en la forma indicada en el numeral anterior, se pagarán a los precios contractuales para cada uno de los rubros abajo designados y que consten en el contrato.

Estos precios y pago constituirán la compensación total por la excavación y disposición del material, incluyendo su transporte, colocación, esparcimiento, conformación, humedecimiento o secamiento y compactación, o su desecho, así como por toda la mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas, necesarios para la ejecución de los trabajos descritos en estas especificaciones.

<b>Nº del Rubro de Pago y Designación</b>	<b>Unidad de Medición</b>
303-4 Excavación y relleno sin clasificación.....	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )

### **309-2. TRANSPORTE DE MATERIAL DE EXCAVACIÓN SOBRANTE**

**Descripción.-** Este trabajo consistirá en el acabado de la plataforma del camino a nivel de subrasante, de acuerdo con las presentes Especificaciones y de conformidad con los alineamientos, pendientes y secciones transversales señalados en los planos o fijados por el Fiscalizador.

Este trabajo consistirá en el transporte autorizado de los materiales necesarios para la construcción de la plataforma del camino, préstamo importado, mejoramiento de la subrasante con suelo seleccionado. El material excavado de la plataforma del camino será transportado sin derecho a pago alguno en una distancia de 500 m; pasados los cuales se reconocerá el transporte correspondiente.

**Medición.-** Las cantidades de transporte a pagarse serán los metros cúbicos/km ó fracción de km, medidos y aceptados, calculados como el resultado de multiplicar los metros cúbicos (m<sup>3</sup>) de material efectivamente transportados por la distancia en km de transporte de dicho volumen.

Los volúmenes para el cálculo de transporte de materiales de préstamo importado, el mejoramiento de la subrasante con suelo seleccionado, la estabilización con material pétreo, serán los mismos volúmenes establecidos para su pago de conformidad con su rubro correspondiente, m<sup>3</sup>/km ó fracción de km. Si el contratista prefiere utilizar materiales provenientes de una fuente localizada a mayor distancia que aquellas que fueren fijadas en los planos, disposiciones especiales o por el Fiscalizador, la distancia de transporte se medirá como si el material hubiera sido transportado desde el sitio fijado en los planos, disposiciones especiales o por el Fiscalizador.

En caso de que, para cumplir con las especificaciones respectivas, fuera necesario obtener materiales de dos o más fuentes diferentes, los volúmenes para el cálculo de transporte se determinarán en el análisis de costos unitarios que presentará el oferente en su oferta económica

**Pago.-** Las cantidades establecidas en la forma indicada en el numeral anterior, se pagarán a los precios contractuales para cada uno de los rubros abajo designados y que consten en el contrato. Estos precios y pagos constituirán la compensación total por el transporte de los materiales, incluyendo la mano de obra, equipo, herramientas, etc. y operaciones conexas necesarias para ejecutar los trabajos descritos en este apartado.

**Rubro Pago y Designación**

**Unidad de Medición**

309-2 Transporte de material de excavación sobrante.....Metro cúbico/kilometro (m<sup>3</sup>/km)

**308.2. ACABADO DE LA OBRA BÁSICA EXISTENTE**

**Descripción.-** Este trabajo consistirá en el acabado de la plataforma del camino a nivel de subrasante, de acuerdo con las presentes Especificaciones y de conformidad con los alineamientos, pendientes y secciones transversales señalados en los planos o fijados por el Fiscalizador.

Este trabajo será realizado en dos casos fundamentales, cuando el acabado se ejecute en plataforma nueva y cuando se trate de trabajos de mejoramiento o complementarios de la plataforma ya existente.

**Procedimiento de trabajo.-** Para la realización de estos trabajos deberán estar concluidos excavación y relleno para la plataforma, todas las alcantarillas, obras de arte y construcciones conexas e inclusive el relleno para estructuras.

**Obra básica existente.-** Cuando se señale en los planos y otros documentos contractuales o lo indique el Fiscalizador, las plataformas existentes serán escarificadas, conformadas, humedecidas u oreadas y compactadas de acuerdo con estas Especificaciones y en concordancia con los alineamientos, pendientes y secciones transversales del proyecto en ejecución.

Cualquier material excedente será utilizado para ampliar taludes o transportado a los sitios de depósito, según lo disponga el Fiscalizador y en concordancia con lo dispuesto en la sección

303. Todo el material que pueda ser requerido para ampliar o nivelar la plataforma existente, será conseguido de acuerdo a lo indicado en las secciones 303 y 304.

Para los sectores de rectificación y mejoramiento de las carreteras existentes, las operaciones deberán programarse con avance limitado y su desalojo ejecutarse con el empleo de palas cargadoras de ruedas neumáticas, a fin de permitir el tránsito público en el período de construcción y evitando el deterioro de la capa de rodadura existente. La eventual incidencia en los costos de construcción del sistema de trabajo a emplearse, deberá ser considerada en el análisis de precio unitario de excavación para la plataforma. El Ministerio no reconocerá pago adicional alguno por este concepto.

**Medición.-** La terminación o acabado de la obra básica nueva, no será medida a efectos de pago directo, considerándose compensada por los pagos que se efectúen por los varios rubros de excavación y relleno.

La cantidad a pagarse por el acabado de la obra básica existente, será el número de metros cuadrados medidos a lo largo del eje del camino de la plataforma, aceptablemente terminada, de acuerdo a los requerimientos de los documentos contractuales y del Fiscalizador.

**Nº del Rubro de Pago y Designación**

**Unidad de Medición**

308-4 Acabado de la obra básica existente.....Metro cuadrado (m<sup>2</sup>)

**308-5. LIMPIEZA DE DERRUMBES**

Los materiales acumulados en la plataforma del camino, provenientes de derrumbes después de que el contratista haya terminado la obra básica correspondiente, deberán ser removidos y desalojados hasta los sitios que ordene el Fiscalizador, empleando el equipo, personal y procedimientos aprobados por el mismo y de tal manera que evite en lo posible, cualquier daño a la plataforma y la calzada. Este trabajo incluirá limpieza de cunetas, traslado y disposición adecuado de los materiales desalojados.

**Procedimiento de trabajo.-** El desalojo de derrumbes depositados en la plataforma del camino y cunetas deberá ejecutarse con el empleo de palas cargadoras de ruedas neumáticas, a fin de evitar la destrucción de la subrasante, afirmados o carpeta asfáltica.

El Fiscalizador, para casos especiales, podrá autorizar el desalojo del material con otros medios mecánicos y todos los daños posibles ocasionados en la subrasante, afirmados o

capa asfáltica, deberán ser reparados por el Contratista con el reconocimiento de su respectivo pago.

**Medición.-** Las cantidades a pagarse serán los m<sup>3</sup> de materiales efectivamente desalojados de la plataforma y cunetas del camino.

**Pago.-** El acabado de la obra básica nueva, tal como se ha indicado en el apartado 308.3, no se pagará en forma directa.

El acabado de la obra básica existente se pagará al precio contractual para el rubro abajo designado y que conste en el contrato. Si dicho rubro no está incluido en el contrato, se considerará que el trabajo de acabado de la obra básica existente está compensado con los pagos efectuados por los varios rubros de excavación y relleno.

Este precio y pago constituirán la compensación total por mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas necesarias para ejecutar los trabajos descritos en este apartado, con las excepciones que se enumeran a continuación:

- Cuando la cantidad de excavación requerida para la explanación y conformación de la plataforma existente sea mayor de 1.500 m<sup>3</sup> por km, se pagará toda la excavación de acuerdo al apartado 303-2.

- El material adicional requerido para completar y terminar la plataforma del camino, en concordancia con la sección transversal de la obra, se pagará de conformidad a lo establecido en el apartado 303-2, y secciones 304 y 307.

- La limpieza de derrumbes se pagará al precio contractual para el rubro designado a continuación y que consten en el contrato.

No se reconocerá pago alguno de derrumbes en caso de que el Fiscalizador establezca que los mismos se deben a negligencia o descuido del Contratista.

**Nº del Rubro de Pago y Designación**

**Unidad de Medición**

308-5 Limpieza de derrumbes.....Metro cubico (m<sup>2</sup>)

### **403-1. SUB – BASE DE AGREGADOS CLASE 3, INCLUYE TRANSPORTE**

**Descripción.-** Este trabajo consistirá en la construcción de capas de sub-base compuestas por agregados obtenidos por proceso de trituración o de cribado, y deberá cumplir los requerimientos especificados en la Sección 816. La capa de sub-base se colocará sobre la subrasante previamente preparada y aprobada, de conformidad con las alineaciones, pendientes y sección transversal señaladas en los planos.

**Materiales.-** Las sub-bases de agregados se clasifican como se indica a continuación, de acuerdo con los materiales a emplearse. La clase de sub-base que deba utilizarse en la obra estará especificada en los documentos contractuales. De todos modos, los agregados que se empleen deberán tener un coeficiente de desgaste máximo de 50%, de acuerdo con el ensayo de abrasión de los Ángeles y la porción que pase el tamiz N° 40 deberá tener un índice de plasticidad menor que 6 y un límite líquido máximo de 25. La capacidad de soporte corresponderá a un CBR igual o mayor del 30%.

- Clase 1: Son sub-bases construidas con agregados obtenidos por trituración de roca o gravas, de acuerdo con los requerimientos establecidos en la Sección 816, y graduados uniformemente dentro de los límites indicados para la granulometría Clase 1, en la Tabla 403-1.1. Por lo menos el 30 % del agregado preparado deberá obtenerse por proceso de trituración.

- Clase 2: Son sub-bases construidas con agregados obtenidos mediante trituración o cribado en yacimientos de piedras fragmentadas naturalmente o de gravas, de acuerdo con los requerimientos establecidos en la Sección 816, y graduados uniformemente dentro de los límites indicados para la granulometría Clase 2, en la Tabla 403-1. 1.

- Clase 3: Son sub-bases construidas con agregados naturales y procesados que cumplan los requisitos establecidos en la Sección 816, y que se hallen graduados uniformemente dentro de los límites indicados para la granulometría Clase 3, en la Tabla 403-1.1.

Cuando en los documentos contractuales se estipulen sub-bases Clases 1 o 2 al menos el 30% de los agregados preparados deberán ser triturados.

Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada							
TAMÍZ		SUB BASE CLASE 1		SUB BASE CLASE 2		SUB BASE CLASE 3	
		Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
3"	76.2 mm	-	-	-	-	-	100
2"	50.4 mm	-	-	-	100	-	-
1 1/2"	38,1 mm		100	70	100	-	-
N° 4	4.75 mm	30	70	30	70	30	70
N° 40	0.425 mm	10	35	15	40	-	-
N° 200	0.075 mm.	0	15	0	20	0	20

**Equipo.-** El Contratista deberá disponer en la obra de todo el equipo necesario, autorizado por el Fiscalizador, y en perfectas condiciones de trabajo. Según el caso, el equipo mínimo necesario constará de planta de trituración o de cribado, equipo de transporte, maquinaria para esparcimiento, mezclado y conformación, tanqueros para hidratación y rodillos lisos de tres ruedas o rodillos vibratorios.

**Ensayos y Tolerancias.-** La granulometría del material de sub-base será comprobada mediante los ensayos determinados en la subsección 816-2 los mismos que se llevarán a cabo al finalizar la mezcla en planta o inmediatamente después del mezclado final en la vía. Sin embargo, de haber sido comprobada la granulometría en planta, el Contratista continuará con la obligación de mantenerla en la obra inmediatamente antes del tendido del material.

Deberán cumplirse y comprobarse todos los demás requerimientos sobre la calidad de los agregados, de acuerdo con lo establecido en la subsección 8 16-2 o en las Disposiciones Especiales.

Para comprobar la calidad de la construcción, se deberá realizar en todas las capas de sub-base los ensayos de densidad de campo, usando equipo nuclear debidamente calibrado o mediante el ensayo AASHTO T - 147. En todo caso, la densidad mínima de la sub-base no será menor que el 100% de la densidad máxima obtenida en laboratorio, mediante los ensayos previos de Humedad Óptima y Densidad Máxima, realizados con las regulaciones AASHTO T- 180, método D.

En ningún punto de la capa de sub-base terminada, el espesor deberá variar en más de dos centímetros con el espesor indicado en los planos; sin embargo, el promedio de los espesores comprobados no podrá ser inferior al especificado. Estos espesores serán medidos luego de la compactación final de la capa, cada 100 metros de longitud en puntos alternados al eje y a los costados del camino.

Cuando una medición señale una variación mayor que la tolerancia marcada, se efectuarán las mediciones adicionales que sean necesarias a intervalos más cortos, para determinar el área de la zona deficiente. Para corregir el espesor inaceptable, el Contratista deberá escarificar, a su costa, esa zona y retirar o agregar el material necesario, para proceder luego a conformar y compactar con los niveles y espesores del proyecto. Para el caso de zonas defectuosas en la compactación, se deberá seguir un procedimiento análogo.

En caso de que las mediciones del espesor se hayan realizado mediante perforaciones, el Contratista deberá rellenar los orificios y compactar el material cuidadosamente, a satisfacción del Fiscalizador, sin que se efectúe ningún pago por estos trabajos.

La superficie de la sub-base terminada deberá ser comprobada mediante nivelaciones minuciosas, y en ningún punto las cotas podrán variar en más de dos centímetros con las del proyecto.

### **Procedimientos de trabajo.**

**Preparación de la Subrasante.-** Antes de proceder a la colocación de los agregados para la sub-base, el Contratista habrá terminado la construcción de la subrasante, debidamente compactada y con sus alineaciones, pendientes y superficie acordes con las estipulaciones contractuales. La superficie de la subrasante terminada, en cumplimiento de lo establecido en la Sección 308 deberá además encontrarse libre de cualquier material extraño.

En caso de ser necesaria la construcción de sub-drenajes, estos deberán hallarse completamente terminados antes de iniciar el transporte y colocación de la sub-base.

**Selección y Mezclado.-** Los agregados preparados para la sub-base deberán cumplir la granulometría especificada para la clase de sub-base establecida en el contrato. Durante el proceso de explotación, trituración o cribado, el Contratista efectuará la selección de los agregados y su mezcla en planta, a fin de lograr la granulometría apropiada en el material que será transportado a la obra.

En caso de que se tenga que conseguir la granulometría y límites de consistencia, mediante la mezcla de varias fracciones individuales, estas fracciones de agregados gruesos, finos y material ligante, serán combinadas de acuerdo con la fórmula de trabajo preparada por el Contratista y autorizada por el Fiscalizador, y mezcladas uniformemente en una planta aprobada por el Fiscalizador, que disponga de una mezcladora de tambor o de paletas. La operación será conducida de manera consistente, para que la producción del material de la sub-base sea uniforme.

El mezclado de las fracciones podrá realizarse también en la vía; en este caso, se colocará y esparcirá en primer lugar el material grueso sobre la subrasante, con un espesor y ancho uniformes, y luego se distribuirán los agregados finos proporcionalmente sobre esta primera capa. Pueden formarse tantas capas como fracciones del material sean necesarias para obtener la granulometría y lograr el espesor estipulado con el total del material. Cuando todos los materiales se hallen colocados, se deberá proceder a mezclarlos uniformemente mediante el empleo de motoniveladoras, mezcladoras de discos u otras máquinas aprobadas por el Fiscalizador, que sean capaces de ejecutar esta operación. Al iniciar y durante el proceso de mezclado, deberá regarse el agua necesaria a fin de conseguir la humedad requerida para la compactación especificada.

Cuando se haya logrado una mezcla uniforme, el material será esparcido a todo lo ancho de la vía en un espesor uniforme, para proceder a la conformación y a la compactación requerida, de acuerdo con las pendientes, alineaciones y sección transversal determinadas en los planos.

No se permitirá la distribución directa de agregados colocados en montones formados por los volquetes de transporte, sin el proceso de mezclado previo indicado anteriormente.

**Tendido, Conformación y Compactación.-** Cuando el material de la sub-base haya sido mezclado en planta central, deberá ser cargado directamente en volquetes, evitándose la segregación, y transportando al sitio para ser esparcido por medio de distribuidoras apropiadas, en franjas de espesor uniforme que cubran el ancho determinado en la sección transversal especificada. De inmediato se procederá a la hidratación necesaria, tendido o emparejamiento, conformación y compactación, de tal manera que la sub-base terminada avance a una distancia conveniente de la distribución.

El Fiscalizador podrá autorizar también la colocación del material preparado y transportado de la planta, en montones formados por volquetes, pero en este caso el material deberá ser esparcido en una franja a un costado de la vía, desde la cual se procederá a su regado a todo lo ancho y en un espesor uniforme, mientras se realiza la hidratación. El material no deberá ser movilizado repetidas veces por las motoniveladoras, de uno a otro costado, para evitar la segregación; se procurará más bien que el regado y conformación sean completados con el menor movimiento posible del agregado, hasta obtener una superficie lisa y uniforme de acuerdo a las alineaciones, pendientes y secciones transversales establecidas en los planos.

Cuando se haya autorizado el mezclado de los agregados en la vía, estos deberán tenderse a todo el ancho, una vez terminada la mezcla, completando al mismo tiempo su hidratación, a fin de obtener una capa de espesor uniforme, con una superficie lisa y conformada de acuerdo a las alineaciones, pendientes y sección transversal especificadas.

En todos los casos de construcción de las capas de sub-base, y a partir de la distribución o regado de los agregados, hasta la terminación de la compactación, el tránsito vehicular extraño a la obra estará terminantemente prohibido, y la circulación de los equipos de construcción será dirigida uniformemente sobre las capas tendidas y regulada a una velocidad máxima de 30 Km/h, a fin de evitar la segregación y daños en la conformación del material.

Cuando se efectúe la mezcla y tendido del material en la vía utilizando motoniveladoras, se deberá cuidar que no se corte el material de la subrasante ni se arrastre material de las cunetas para no contaminar los agregados con suelos o materiales no aceptables.

Cuando sea necesario construir la sub-base completa en más de una capa, el espesor de cada capa será aproximadamente igual, y se emplearán para cada una de ellas los procedimientos aquí descritos hasta su compactación final.

**Compactación.-** Inmediatamente después de completarse el tendido y conformación de cada capa de sub-base, el material deberá compactarse por medio de rodillos lisos de 8 a 12 toneladas, rodillos vibratorios de fuerza de compactación equivalente o mayor, u otro tipo de compactadores aprobados.

El proceso de compactación será uniforme para el ancho total de la sub-base, iniciándose en los costados de la vía y avanzando hacia el eje central, traslapando en cada pasada de los rodillos la mitad del ancho de la pasada inmediata anterior.

Durante este rodillado, se continuará humedeciendo y emparejando el material en todo lo que sea necesario, hasta lograr la compactación total especificada en toda la profundidad de la capa y la conformación de la superficie a todos sus requerimientos contractuales. Al completar la compactación, el Contratista notificará al Fiscalizador para la comprobación de todas las exigencias contractuales. El Fiscalizador procederá a efectuar los ensayos de densidad apropiados y comprobará las pendientes, alineaciones y sección transversal, antes de manifestar su aprobación o reparos. Si se hubieren obtenido valores inferiores a la densidad mínima especificada o la superficie no se hallare debidamente conformada, se deberá proceder a comprobar la compactación estadísticamente para que el promedio de las lecturas estén dentro del rango especificado, el Contratista deberá efectuar las correcciones necesarias de acuerdo con lo indicado en el numeral 403-1.04, hasta obtener el cumplimiento de los requisitos señalados en el contrato y la aprobación del Fiscalizador.

En caso de existir sitios no accesibles a los rodillos indicados para la compactación, como accesos a puentes, bordillos direccionales u otros, se deberá emplear apisonadores mecánicos de impacto o planchas vibrantes, para obtener la densidad especificada en todos los sitios de la sub-base.

**Medición.-** La cantidad a pagarse por la construcción de una sub-base de agregados, será el número de metros cúbicos efectivamente ejecutados y aceptados por el Fiscalizador medidos en sitio después de la compactación.

Para el cálculo de la cantidad se considerará la longitud de la capa de sub-base terminada, medida como distancia horizontal real a lo largo del eje del camino, y el área de la sección transversal especificada en los planos. En ningún caso se deberá considerar para el pago cualquier exceso de área o espesor que no hayan sido autorizados previamente por el Fiscalizador.

**Pago.-** Las cantidades determinadas en la forma indicada en el numeral anterior, se pagarán a los precios establecidos en el contrato para cualquiera de los rubros designados a continuación.

Estos precios y pago constituirán la compensación total por la preparación y suministro y transporte de los agregados, mezcla, distribución, tendido, hidratación, conformación y compactación del material empleado para la capa de sub-base, incluyendo la mano de obra, equipo, herramientas, materiales y más operaciones conexas que se hayan empleado para la realización completa de los trabajos descritos en esta sección.

<b>Rubro de Pago y Designación</b>	<b>Unidad de Medición</b>
403-1 Sub-base Clase 3, Incluye Transporte.....	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )

#### **404-1. BASE CLASE 4. INCLUYE TRANSPORTE**

**Descripción.-** Este trabajo consistirá en la construcción de capas de base compuestas por agregados triturados total o parcialmente o cribados, estabilizados con agregado fino procedente de la trituración, o suelos finos seleccionados, o ambos. La capa de base se colocará sobre una sub-base terminada y aprobada, o en casos especiales sobre una subrasante previamente preparada y aprobada, y de acuerdo con los alineamientos, pendientes y sección transversal establecida en los planos o en las disposiciones especiales.

**Materiales.-** Las bases de agregados podrán ser de las clases indicadas a continuación, de acuerdo con el tipo de materiales por emplearse.

La clase y tipo de base que deba utilizarse en la obra estará especificada en los documentos contractuales. En todo caso, el límite líquido de la fracción que pase el tamiz N° 40 deberá ser

menor de 25 y el índice de plasticidad menor de 6. El porcentaje de desgaste por abrasión de los agregados será menor del 40% y el valor de soporte de CBR deberá ser igual o mayor al 80%.

Los agregados serán elementos limpios, sólidos y resistentes, exentos de polvo, suciedad, arcilla u otras materias extrañas.

- Clase 4: Son bases constituidas por agregados obtenidos por trituración o cribado de piedras fragmentadas naturalmente o de gravas, de conformidad con lo establecido en las especificaciones y graduadas uniformemente dentro de los límites granulométricos indicados en la Tabla 404-1.5.

TAMÍZ		BASE CLASE 4.- Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada	
		Mín.	Máx.
2"	50mm	-	100
1"	25mm	60	90
Nº 4	4.75 mm	20	50
Nº 200	0.075 mm	0	15

De ser necesario para cumplir las exigencias de graduación, se podrá añadir a la grava arena o material proveniente de trituración, que podrán mezclarse en planta o en el camino.

**Equipo.-** El Contratista deberá disponer en la obra de todo el equipo necesario, autorizado por el Fiscalizador, y en perfectas condiciones de trabajo. Según el caso, el equipo mínimo necesario constará de planta de trituración y cribado, planta para mezclado, equipo de transporte, maquinaria para distribución, para mezclado, esparcimiento, y conformación, tanqueros para hidratación y rodillos lisos o rodillos vibratorios.

**Ensayos y Tolerancias.-** La granulometría del material de base será comprobada mediante el ensayo INEN 696 y 697 (AASHTO T-11 y T 27), el mismo que se llevará a cabo al finalizar la mezcla en planta o inmediatamente después del mezclado final en el camino. Sin embargo de haber sido comprobada la granulometría en planta, el Contratista continuará con la obligación de mantenerla en la obra.

Deberán cumplirse y comprobarse todas las demás exigencias sobre la calidad de los agregados, de acuerdo con lo establecido en la Sección 814, o en las Disposiciones Especiales.

Para comprobar la calidad de la construcción, se deberá realizar en todas las capas de base los ensayos de densidad de campo, usando equipo nuclear debidamente calibrado o mediante el ensayo AASHTO T-147.o T-191. En todo caso, la densidad mínima de la base no será menor que el 100% de la densidad máxima establecida por el Fiscalizador, mediante los ensayos de Densidad Máxima y Humedad Optima realizados con las regulaciones AASHTO T-180, método D.

En ningún punto de la capa de base terminada, el espesor deberá variar en más de un centímetro con el espesor indicado en los planos; sin embargo, el promedio de los espesores comprobados no podrá ser inferior al especificado.

Estos espesores y la densidad de la base, serán medidos luego de la compactación final de la base, cada 100 metros de longitud, en puntos alternados al eje y a los costados del camino. Cuando una medición señale una variación mayor que la tolerancia indicada, se efectuarán las mediciones adicionales que sean necesarias a intervalos más cortos, para determinar el área de la zona deficiente. Para corregir el espesor inaceptable, el Contratista deberá escarificar, a su costo, esa zona y retirar o agregar el material necesario, para proceder de inmediato a la conformación y compactación con los niveles y espesores del proyecto. Sin embargo, antes de corregir los espesores deberán tomarse en consideración las siguientes tolerancias adicionales: si el espesor sobrepasa lo estipulado en los documentos contractuales y la cota de la superficie se halla dentro de un exceso de 1.5 centímetros sobre la cota del proyecto, no será necesario efectuar correcciones; así mismo, si el espesor es menor que el estipulado y la cota de la superficie se halla dentro de un faltante de 1.5 centímetros de la cota del proyecto, podrá no corregirse el espesor de la base siempre y cuando el espesor de la base terminada sea mayor a 10 centímetros, y la capa de rodadura sea de hormigón asfáltico y el espesor faltante sea compensado con el espesor de la capa de rodadura hasta llegar a la rasante.

En caso de que las mediciones de espesor y los ensayos de densidad sean efectuados por medio de perforaciones, el Contratista deberá rellenar los orificios y compactar el material cuidadosamente, a satisfacción del Fiscalizador, sin que se efectúe ningún pago por estos trabajos.

Como está indicado, las cotas de la superficie terminada no podrán variar en más de 1.5 centímetros de los niveles del proyecto, para comprobar lo cual deberán realizarse nivelaciones minuciosas a lo largo del eje y en forma transversal.

En caso de encontrarse deficiencias en la compactación de la base, el Contratista deberá efectuar la corrección a su costo, escarificando el material en el área defectuosa y volviendo a conformarlo con el contenido de humedad óptima y compactarlo debidamente hasta alcanzar la densidad especificada.

### **Procedimiento de trabajo.**

**Preparación de la Sub-base.-** La superficie de la sub-base deberá hallarse terminada, conforme a los requerimientos estipulados para las especificaciones. Deberá, así mismo, hallarse libre de cualquier material extraño, antes de iniciar el transporte del material de base a la vía.

**Selección y Mezclado.-** Los agregados preparados para la base, deberán cumplir la granulometría y más condiciones de la clase de base especificada en el contrato. Durante el proceso de explotación, trituración o cribado, el Contratista efectuará la selección y mezcla de los agregados en planta, a fin de lograr la granulometría apropiada en el material que será transportado a la obra.

En el caso de que se tenga que conseguir la granulometría y límites de consistencia para el material de base, mediante la mezcla de varias fracciones individuales, estas fracciones de agregados gruesos, finos y relleno mineral, serán combinadas y mezcladas uniformemente en una planta aprobada por el Fiscalizador la cual disponga de una mezcladora de tambor o de paletas. La operación será conducida de una manera consistente en orden a que la producción de agregado para la base sea uniforme.

El mezclado de las fracciones de agregados podrá realizarse también en la vía; en este caso, se colocará y esparcirá en primer lugar una capa de espesor y ancho uniformes del agregado grueso, y luego se distribuirán proporcionalmente los agregados finos sobre la primera capa. Pueden formarse tantas capas como fracciones del material sean necesarias para obtener la granulometría y lograr el espesor necesario con el total del material, de acuerdo con el diseño.

Cuando todos los agregados se hallen colocados en sitio, se procederá a mezclarlos uniformemente mediante motoniveladoras, mezcladoras de discos u otras máquinas mezcladoras aprobadas por el Fiscalizador. Desde el inicio y durante el proceso de mezclado, deberá regarse el agua necesaria a fin de conseguir la humedad requerida para la compactación especificada.

Cuando se haya logrado una mezcla uniforme, se controlará la granulometría y se esparcirá el material a todo lo ancho de la vía, en un espesor uniforme, para proceder a la conformación y a la compactación requerida, de acuerdo con las pendientes, alineaciones y sección transversal determinadas en los planos.

En ningún caso se permitirá el tendido y conformación directa de agregados colocados en montones formados por los volquetes de transporte, sin el proceso de mezclado previo y alternado indicado en los párrafos anteriores.

**Tendido y Conformación.-** Cuando el material de la base haya sido mezclado e hidratado en planta central, deberá cargarse directamente en volquetes, evitándose la segregación, y transportado al sitio para ser esparcido por medio de distribuidoras apropiadas, en franjas de espesor uniforme que cubran el ancho determinado en la sección transversal especificada. De inmediato se procederá a la conformación y compactación, de tal manera que la base terminada avance a una distancia conveniente de la distribución.

El Fiscalizador podrá autorizar también la colocación del material preparado y transportado de la planta, en montones formados por volquetes; pero, en este caso, el material deberá ser esparcido en una franja a un costado de la vía, desde la cual se procederá a su regado a todo lo ancho y en un espesor uniforme, mientras se realiza la hidratación. El material no deberá ser movilizad repetidas veces por las motoniveladoras, de uno a otro costado, para evitar la segregación; se procurará más bien que el regado y conformación se completen con el menor movimiento posible del agregado, hasta obtener una superficie lisa y uniforme, de acuerdo a las alineaciones, pendientes y secciones transversales establecidas en los planos.

Cuando se haya autorizado el mezclado de los agregados en la vía, estos deberán ser regados a todo el ancho, una vez terminada la mezcla, completando al mismo tiempo su hidratación, a fin de obtener una capa de espesor uniforme, con una superficie lisa y conformada de acuerdo a las alineaciones, pendientes y sección transversal especificadas.

En todos los casos de construcción de las capas de base, y a partir de la distribución o regado de los agregados, hasta la terminación de la compactación, el tránsito vehicular extraño a la obra estará terminantemente prohibido, y la circulación de los equipos de construcción será dirigida uniformemente sobre las capas tendidas, a fin de evitar la segregación y daños en la conformación del material.

Cuando sea necesario construir la base completa en más de una capa, el espesor de cada capa será aproximadamente igual, y se emplearán para cada una de ellas los procedimientos arriba descritos, hasta su compactación final. En ningún caso el espesor de una capa compactada podrá ser menor a 10cm.

Cuando se tenga que construir capas de base en zonas limitadas de forma irregular, como intersecciones, islas centrales y divisorias, rampas, etc. podrán emplearse otros métodos de distribución mecánicos o manuales que produzcan los mismos resultados y que sean aceptables para el Fiscalizador.

**Compactación.-** Inmediatamente después de completarse el tendido y conformación de la capa de la base, el material deberá compactarse por medio de rodillos lisos de mínimo 8 Ton, rodillos vibratorios de energía de compactación equivalente o mayor.

El proceso de compactación será uniforme para el ancho total de la base, iniciándose en los costados de la vía y avanzando hacia el eje central, traslapando en cada pasada de los rodillos la mitad del ancho de la pasada inmediata anterior. Durante este rodillado, se continuará humedeciendo y emparejando el material en todo lo que sea necesario, hasta lograr la compactación total especificada en toda la profundidad de la capa y la conformación de la superficie a todos sus requerimientos contractuales.

Al completar la compactación, el Contratista notificará al Fiscalizador para la comprobación de todas las exigencias contractuales. El Fiscalizador procederá a efectuar los ensayos de densidad apropiados y comprobará las pendientes, alineaciones y sección transversal, antes de manifestar su aprobación o reparos. Si se hubieren obtenido valores inferiores a la densidad mínima especificada o la superficie no se hallare debidamente conformada, se deberá proceder a comprobar la compactación estadísticamente para que el promedio de las lecturas estén dentro del rango especificado, el Contratista deberá efectuar las correcciones necesarias de acuerdo con

lo indicado en las especificaciones, hasta obtener el cumplimiento de los requisitos señalados en el contrato y la aprobación del Fiscalizador, previamente a la imprimación de la base.

En caso de existir sitios no accesibles a los rodillos indicados para la compactación, como accesos a puentes, bordillos direccionales u otros, se deberá emplear apisonadores mecánicos de impacto o placas vibratorias, para obtener la densidad especificada en todos los sitios de la base.

**Medición.-** La cantidad a pagarse por la construcción de una base de agregados, será el número de metros cúbicos efectivamente ejecutados y aceptados por el Fiscalizador, medidos en sitio después de la compactación.

Para el cálculo de la cantidad, se considerará la longitud de la capa de base terminada, medida como distancia horizontal real a lo largo del eje del camino, y el área de la sección transversal especificada en los planos. En ningún caso se deberá considerar para el pago cualquier exceso de área o espesor que no hayan sido autorizados previamente por el Fiscalizador.

**Pago.-** Las cantidades determinadas en la forma indicada en el numeral anterior, se pagarán a los precios establecidos en el contrato para cualquiera de los rubros designados a continuación.

Estos precios y pago constituirán la compensación total por la preparación y suministro y transporte de los agregados, mezcla, distribución, tendido, hidratación, conformación y compactación del material empleado para la capa de base, incluyendo mano de obra, equipo, herramientas, materiales y más operaciones conexas en la realización completa de los trabajos descritos en esta sección.

<b>Nº del Rubro de Pago y Designación</b>	<b>Unidad de Medición</b>
404-1 Base, Clase 4. Incluye Transporte.....	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )

**405-2. ASFALTO PARA IMPRIMACION RC – 250 rata= 1.50 lt/m<sup>2</sup>**

**Descripción.-** Este trabajo consistirá en el suministro y distribución de material bituminoso, con aplicación de asfalto diluido de curado medio, o de asfalto emulsificado sobre la superficie de una base o sub-base, que deberá hallarse con los anchos, alineamientos y pendientes indicados en los planos. En la aplicación del riego de imprimación está incluida la limpieza de la superficie inmediatamente antes de dicho riego bituminoso.

Comprenderá también el suministro y distribución uniforme de una delgada capa de arena secante, si el Fiscalizador lo considera necesario, para absorber excesos en la aplicación del asfalto, y proteger el riego bituminoso a fin de permitir la circulación de vehículos o maquinaria, antes de colocar la capa de rodadura.

**Materiales.-** El material bituminoso estará constituido por asfalto diluido o emulsiones asfálticas cuyo tipo será fijado en las disposiciones especiales del contrato. La calidad del asfalto diluido deberá cumplir los requisitos determinados en estas especificaciones. Las emulsiones asfálticas serán de rotura lenta y cumplirán con lo especificado.

Durante las aplicaciones puede presentarse la necesidad de cambiar el grado del asfalto establecido en las disposiciones generales, para dar mayor eficiencia al riego de imprimación. En este caso, el Fiscalizador podrá disponer el cambio hasta uno de los grados inmediatamente más próximos, sin que haya modificación en el precio unitario señalado en el Contrato. Sin embargo, no deberá permitir el uso de mezclas heterogéneas en los asfaltos diluidos.

De ser necesaria la aplicación de la capa de secado, ésta será constituida por arena natural o procedente de trituración, exenta de polvo, suciedad, arcilla u otras materias extrañas y que cumpla cualquiera de las granulometrías para capa de sello, indicadas en estas especificaciones. La arena deberá hallarse preferentemente seca, aunque podrá tolerarse una ligera humedad, siempre que sea menor al dos por ciento de su peso seco.

**Equipo.-** El Contratista deberá disponer del equipo necesario para la ejecución de este trabajo, el cual deberá ser aprobado por el Fiscalizador.

El equipo mínimo deberá constar de una barredora mecánica, un soplador incorporado o aparte y un distribuidor de asfalto a presión autopropulsado.

El distribuidor de asfalto a presión estará montado sobre neumáticos y provisto de una rueda adicional para accionar el tacómetro que permita un permanente control de operador al momento de la aplicación. El riego asfáltico se efectuará mediante una bomba de presión con fuerza motriz independiente, a fin de poder regularla con facilidad; el asfalto será aplicado uniformemente a través de una barra provista de boquillas que impidan la atomización. El tanque del distribuidor dispondrá de sistema de calentamiento regulado con recirculación para

mantener una temperatura uniforme en todo el material bituminoso. El distribuidor deberá estar provisto además de un rociador manual.

**Procedimientos de trabajo.-** El riego de imprimación podrá aplicarse solamente si la superficie cumple con todos los requisitos pertinentes de densidad y acabado. Inmediatamente antes de la distribución de asfalto deberá ser barrida y mantenerse limpia de cualquier material extraño; el Fiscalizador podrá disponer que se realice un ligero riego de agua antes de la aplicación del asfalto.

**Distribución del material bituminoso.-** El asfalto para imprimación será distribuido uniformemente sobre la superficie preparada, que deberá hallarse seca o ligeramente húmeda. La distribución se efectuará en una longitud determinada y dividiendo el ancho en dos o más fajas, a fin de mantener el tránsito en la parte de vía no imprimada. Será necesario tomar las precauciones necesarias en los riegos, a fin de empalmar o superponer ligeramente las uniones de las fajas, usando en caso de necesidad el rociador manual para retocar los lugares que necesiten.

Para evitar superposición en los empalmes longitudinales, se colocará un papel grueso al final de cada aplicación, y las boquillas del distribuidor deberán cerrarse instantáneamente al terminar el riego sobre el papel. De igual manera, para comenzar el nuevo riego se colocará el papel grueso al final de la aplicación anterior, para abrir las boquillas sobre él y evitar el exceso de asfalto en los empalmes. Los papeles utilizados deberán ser desechados.

El Contratista deberá cuidar que no se manche con la distribución asfáltica las obras de arte, bordillos, aceras o árboles adyacentes, todo lo cual deberá ser protegido en los casos necesarios antes de proceder al riego. En ningún caso deberá descargarse el material bituminoso sobrante en canales, ríos o acequias.

La cantidad de asfalto por aplicarse será ordenada por el Fiscalizador de acuerdo con la naturaleza del material a imprimirse y al tipo de asfalto empleado. Cuando se use asfalto diluido de curado medio la cantidad estará entre límites de 1.00 a 2.25 litros por metro cuadrado, cuando se use un asfalto emulsificado SS-1, SS-1h, CSS-1 o CSS-1h variara entre 0.5 y 1.4 l/m<sup>2</sup> (De acuerdo al Manual Instituto del Asfalto), los valores exactos de aplicación serán determinados por el ingeniero fiscalizador. La distribución no deberá efectuarse cuando el

tiempo esté nublado, lluvioso o con amenaza de lluvia inminente. La temperatura de aplicación estará en concordancia con el grado del asfalto, de acuerdo con lo especificado en las especificaciones

**Aplicación de la arena.-** La colocación de una capa de arena sobre el riego de imprimación no es necesaria en todos los casos; es preferible que la cantidad de asfalto establecida para la imprimación, sea absorbida totalmente en la superficie. Sin embargo, hay ocasiones en que el asfalto no ha sido absorbido completamente en 24 horas, en cuyo caso se deberá distribuir sobre la superficie una delgada capa de arena para proteger la penetración, sobre todo si hay necesidad de permitir el tránsito o impedir posibles daños por lluvias, y para absorber el exceso de asfalto.

La arena deberá distribuirse uniformemente en la superficie por cubrir, de acuerdo con lo dispuesto por el Fiscalizador. No se permitirá la formación de corrugaciones en el material de secado ni se deberán dejar montones de arena sobre la capa; el Contratista estará obligado a mantener la superficie cubierta en condición satisfactoria hasta que concluya la penetración y secado, luego de lo cual deberá remover y retirar la arena sobrante.

**Circulación de vehículos.-** No deberá permitirse el tránsito sobre una capa de imprimación mientras no se haya completado la penetración del asfalto distribuido en la superficie. Sin embargo, en casos en que sea absolutamente necesario permitir la circulación de vehículos, se deberá esperar al menos cuatro horas desde el regado del asfalto para cubrirlo con la capa de arena y autorizar luego el tránsito con una velocidad máxima de 20 Km/h. a fin de evitar que el asfalto se adhiera a las llantas y se pierda la imprimación.

**Medición.-** Para efectuar el pago por el riego de imprimación deberán considerarse separadamente las cantidades de asfalto y de arena realmente empleadas y aceptadas por el Fiscalizador.

La unidad de medida para el asfalto será el litro y la medición se efectuará reduciendo el volumen empleado a la temperatura de la aplicación, al volumen a 15.6 C. Las tablas de reducción y conversión al peso se encuentran en la subsección 810-5.

La cantidad de arena empleada será medida en metros cúbicos.

**Pago.-** Las cantidades de obra que hayan sido determinadas en la forma indicada en el numeral anterior se pagarán a los precios señalados en el contrato, considerando los rubros abajo designados.

Estos precios y pago constituirán la compensación total por la preparación previa de la superficie por imprimarse; el suministro, transporte, calentamiento y distribución del material asfáltico; el suministro, transporte y distribución de la arena para protección y secado; así como por mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas en la realización del trabajo descrito en esta sección.

<b>N° del Rubro de Pago y Designación</b>	<b>Unidad de Medición</b>
405-2 Asfalto RC-250 para imprimación rata=1.50lt/m <sup>2</sup> .....	Litro (lt)

**405-5. CARPETA ASFÁLTICA MEZ. PLANTA EN CALIENTE e=5.00 cm**

**Descripción.-** Este trabajo consistirá en la colocación de una capa asfáltica bituminosa fabricada en caliente, y construida sobre una superficie debidamente preparada e imprimada, de acuerdo con la presente especificación. Las mezclas bituminosas para empleo en pavimentación en caliente se compondrán de agregados minerales gruesos, finos, filler mineral y material bituminoso.

Las mezclas asfálticas que se especifican en esta sección corresponden a dos tipos:

- a) Mezcla Asfáltica Normal (MAC)
- b) Mezcla Superpave Nivel 1

**Materiales.-** Los materiales a utilizar serán los que se especifican a continuación:

**Agregados Gruesos.-** Los agregados gruesos deben cumplir con los siguientes requerimientos, de acuerdo a la tabla 403-4.1:

**Tabla 405-5.1 Requerimientos para Agregados Gruesos**

Ensayos	Requerimiento	
	Altitud (m.s.n.m)	
	<3000	>3000
Durabilidad (al Sulfato de Sodio)	12% máx	10% máx
Durabilidad (al Sulfato de Magnesio)	18 máx	15% máx
Abrasión Los Angeles	40% máx	35% máx
Índice de Durabilidad	35% mín	35% mín
Partículas chatas y alargadas	10% máx	10% máx
Caras fracturadas	Según Tabla 403-4.3	
Sales Solubles Totales	0,5% máx	0,5% máx
Absorción	1%	Según Diseño
Adherencia	+95	

**Agregados Finos.-** Los agregados finos deben cumplir con los siguientes requerimientos, de acuerdo a la tabla 405-5.2:

**Tabla 405-5.2 Requerimientos para Agregados Finos**

Ensayos	Requerimiento	
	Altitud (m.s.n.m)	
	<3000	>3000
Equivalente de Arena	Según Tabla 403-4.4	
Angularidad del agregado fino	Según Tabla 403-4.5	
Adhesividad (Riedel Weber)	4% mín	6% mín
Índice de Plasticidad (malla N°40)	NP	NP
Índice de Durabilidad	35 mín	35 mín
Índice de Plasticidad (malla N°200)	Max 4	NP
Sales Solubles Totales	0,5% máx	0,5% máx
Absorción	0,50%	Según Diseño

**Tabla 405-5.3 Requerimientos para Caras Fracturadas**

Tráfico en ejes Equivalentes ( millones)	Espesor de Capa	
	<100 mm	>100 mm
≤3	65 / 40	50 / 30
> 3 – 30	85 / 50	60 / 40
> 30	100 / 80	90 / 70

La notación “85/80” indica que el 85% del agregado grueso tiene una cara fracturada y que el 80% tiene dos caras fracturadas.

**Tabla 405-5.4 Requerimientos del Equivalente de Arena**

Tráfico en Ejes Equivalentes (millones)	Porcentaje de Equivalente Arena (mínimo)
≤ 3	45
> 3 – 30	50
>30	55

**Tabla 405-5.5 Angularidad del Agregado Fino**

Tráfico en Ejes equivalentes (millones)	Espesor de capa	
	<100 mm	>100 mm
≤3	30 mín	30 mín
>3 – 30	40 mín	40 mín
> 30	40 mín	40 mín

**Gradación.-** La gradación de los agregados pétreos para la producción de la mezcla asfáltica en caliente serán establecidos por el contratista y aprobado por el fiscalizador.

Además de los requisitos de calidad que debe tener el agregado grueso y fino según lo establecido en los literales de esta subsección el material de la mezcla de los agregados debe estar libre de terrones de arcilla y se aceptarán como máximo el uno por ciento (1%) de partículas deleznable según ensayo. Tampoco deberá contener materia orgánica y otros materiales deletéreos.

- a) **Mezcla Asfáltica Normal (MAC).**- La gradación de la mezcla asfáltica normal (MAC) deberá responder a alguno de los siguientes husos granulométricos, de acuerdo a lo establecido en la tabla 405-5.6

**Tabla 405-5.6**

Tamiz	Porcentaje que pasa		
	MAC - 1	MAC - 2	MAC - 3
25 mm (1")	100	-	-
19 mm (3/4")	80	100	-
12.5 mm (1/2")	67 - 85	80 - 100	-
9.5 mm (3/8")	60 - 77	70 - 88	100
4.75 mm (N°4)	43 - 54	51 - 68	65 - 87
2 mm (N°10)	29 - 45	38 - 52	43 - 61
425 mm (N°40)	14 - 25	17 - 28	16 - 29
180 mm (N°80)	8 - 17	8 - 17	9 - 19
75 mm (N°200)	04 - 8	05 - 8	05 - 10

**Filler o Polvo Mineral.-** El filler o relleno de origen mineral, que sea necesario emplear como relleno de vacíos, espesamente del asfalto o como mejorador de adherencia al par agregado – asfalto, podrá ser de preferencia cal hidratada, no plástica que deberá cumplir la norma AASHTO M-303 y lo indicado en la sección 800.

De no ser cal, será polvo de roca.

La cantidad a utilizar se definirá en la fase de diseños de mezclas según el Método Marshall.

**Cemento Asfáltico.-** El cemento asfáltico deberá cumplir con lo especificado en la sección 800.

**Fuentes de Provisión o Canteras.-** Se aplica lo indicado en la sección pertinente. Adicionalmente el fiscalizador deberá aprobar los yacimientos de los agregados, relleno de mineral de aportación y cemento asfáltico, antes de procederse a la entrega de dichos materiales.

Las muestras de cada uno de estos, se remitirán en la forma que se ordene y serán aprobados antes de la fabricación de la mezcla asfáltica.

### **Equipo.-**

**Plantas mezcladoras.-** Las plantas para la preparación de hormigón asfáltico utilizadas por el Contratista, podrán ser continuas o por paradas, y deberán cumplir los requisitos que se establezcan más adelante para cada una de ellas específicamente, además de lo cual todas deberán satisfacer las exigencias siguientes:

- a) **Equipo para manejo del asfalto:** Los tanques para almacenamiento del asfalto deberán estar equipados con serpentines de circulación de vapor o aceite que permitan un calentamiento seguro, sin que existan probabilidades de producirse incendios u otros accidentes; y con dispositivos que posibiliten un control efectivo de temperaturas en cualquier momento. Los tanques para almacenamiento deberán tener capacidad suficiente de reserva para al menos un día de trabajo sin interrupciones; el sistema de circulación a las balanzas de dosificación, mezcladora, etc., deberá tener capacidad suficiente para un caudal uniforme, y deberá estar provisto de camisas de aislamiento térmico y conservación de la temperatura. Deberá proveerse de dispositivos confiables para medición y muestreo del asfalto de los tanques.
- b) **Secador:** La planta deberá estar equipada con un horno secador rotativo para agregados, con suficiente capacidad para proveer los agregados secos y a la temperatura necesaria, a fin de mantener a la mezcladora trabajando continuamente y a su máximo rendimiento. Dispondrá de dispositivos para medición de la temperatura de los agregados al salir del horno, que trabajen con un máximo de error de 5 °C.  
El horno secador estará diseñado con una longitud y un número de revoluciones tales que permitan recibir los agregados y movilizarlos hacia la salida en una forma regular y continua, a fin de entregarlos al alimentador de las cribas totalmente secas y en la temperatura necesaria, mediante un flujo permanente, adecuado y sin interrupciones. De todas maneras, el Fiscalizador deberá obtener las muestras necesarias en forma periódica de los agregados transportados a la planta, para comprobar la calidad del secamiento en el núcleo de los mismos.
- c) **Cribas y tolvas de recepción:** La planta dispondrá de las cribas suficientes para tamizar el agregado proveniente del secador y separarlo en las graduaciones requeridas para alojarlas en las diferentes tolvas individuales de recepción.

Los tamices a utilizarse para la separación de las diferentes graduaciones, no permitirán que cualquier tolva reciba más de un 10% de material de tamaño mayor o menor que el especificado.

Las tolvas para almacenamiento del agregado caliente deberán tener tamaño suficiente, para conservar una cantidad de agregados que permita la alimentación de la mezcladora trabajando a su máximo rendimiento. Existirán al menos tres tolvas para las diferentes graduaciones, y una adicional para el relleno mineral que se utilizará cuando sea necesario. Cada tolva individual estará provista de un desbordamiento que impida la entrada del exceso de material de uno a otro compartimiento, y que descargue este exceso hasta el piso por medio de una tubería, para evitar accidentes.

Las tolvas estarán provistas de dispositivos para control de la cantidad de agregados y extracción de muestras en cualquier momento.

- d) Dispositivos para dosificación del asfalto: La planta estará provista de balanzas de pesaje o de dispositivos de medición y calibración del asfalto, para asegurar que la dosificación de la mezcla se halle dentro de las tolerancias especificadas en la fórmula maestra de obra.

El asfalto medido, ya sea por peso o por volumen, deberá ser descargado a la mezcladora, mediante una abertura o una barra esparcidora cuya longitud será al menos igual a las tres cuartas partes de la longitud de la mezcladora, a fin de lograr una distribución uniforme e inmediata al mezclado en seco.

Los dispositivos para la dosificación estarán provistos de medios exactos de medición y control de temperaturas y pesos o volúmenes. La temperatura será medida en la cañería que conduce el asfalto a las válvulas de descarga a la entrada de la mezcladora.

- e) Colector de polvo: La planta estará equipada con un colector de polvo de tipo ciclón que recolecte el polvo producido en el proceso de alimentación y mezclado.

Este colector estará diseñado en forma de poder devolver, en caso necesario, el polvo recolectado o parte de él a la mezcladora, o de conducirlo al exterior a un lugar protegido para no causar contaminación ambiental.

- f) Medidas de seguridad: Las plantas deberán disponer de escaleras metálicas seguras para el acceso a las plataformas superiores, dispuestas de tal manera de tener acceso a todos los sitios de control de las operaciones. Todas las piezas móviles como poleas, engranajes, cadenas, correas, etc., deberán hallarse debidamente protegidas para evitar cualquier posibilidad de accidentes con el personal. El espacio de acceso bajo la mezcladora para los camiones, deberá ser amplio, para maniobrar con facilidad a la

entrada y a la salida. El contratista proveerá además de una plataforma de altura suficiente, para que el Fiscalizador pueda acceder con facilidad a tomar las muestras necesarias en los camiones de transporte de la mezcla.

**Equipo de transporte.-** Los camiones para el transporte del hormigón asfáltico serán de volteo y contarán con cajones metálicos cerrados y en buen estado. Para el uso, los cajones deberán ser limpiados cuidadosamente y recubiertos con aceite u otro material aprobado, para evitar que la mezcla se adhiera al metal. Una vez cargada, la mezcla deberá ser protegida con una cubierta de lona, para evitar pérdida de calor y contaminación con polvo u otras impurezas del ambiente.

**Equipo de distribución de la mezcla.-** La distribución de la mezcla asfáltica en el camino, será efectuado mediante el empleo de una máquina terminadora autopropulsada, que sea capaz de distribuir el hormigón asfáltico de acuerdo con los espesores, alineamientos, pendientes y ancho especificados.

Las terminadoras estarán provistas de una tolva delantera de suficiente capacidad para recibir la mezcla del camión de volteo; trasladará la mezcla al cajón posterior, que contendrá un tornillo sinfín para repartirla uniformemente en todo el ancho, que deberá ser regulable. Dispondrá también de una plancha enrasadora vibrante para igualar y apisonar la mezcla; esta plancha podrá ser fijada en diferentes alturas y pendientes para lograr la sección transversal especificada.

La descarga de la mezcla en la tolva de la terminadora deberá efectuarse cuidadosamente, en tal forma de impedir que los camiones golpeen la máquina y causen movimientos bruscos que puedan afectar a la calidad de la superficie terminada.

Para completar la distribución en secciones irregulares, así como para corregir algún pequeño defecto de la superficie, especialmente en los bordes, se usarán rastrillos manuales de metal y madera que deberán ser provistos por el Contratista.

**Equipo de compactación.-** El equipo de compactación podrá estar formado por rodillos lisos de ruedas de acero, rodillos vibratorios de fuerza de compactación equivalente y rodillos neumáticos autopropulsados. El número necesario de rodillos dependerá de la superficie y espesor de la mezcla que deberá compactarse, mientras se halla en condiciones trabajables.

Los rodillos lisos de tres ruedas deberán tener un peso entre 10 y 12 toneladas, y los tandem entre 8 y 10 toneladas. Los rodillos neumáticos serán de llantas lisas y tendrán una carga por rueda y una presión de inflado convenientes para el espesor de la carpeta. Como mínimo, para carpetas de 5 cm. de espesor compactado, tendrán 1.000 Kg por rueda y presión de inflado de 6.0 Kg/cm<sup>2</sup>.

**Ensayos y Tolerancias.-** Los determinados por el MOP en las especificaciones.

### **Procedimientos de trabajo.**

**Fórmula Maestra de Obra.-** Antes de iniciarse ninguna preparación de hormigón asfáltico para utilizarlo en obra, el Contratista deberá presentar al Fiscalizador el diseño de la fórmula maestra de obra, preparada en base al estudio de los materiales que se propone utilizar en el trabajo. El Fiscalizador efectuará las revisiones y comprobaciones pertinentes, a fin de autorizar la producción de la mezcla asfáltica. Toda la mezcla del hormigón asfáltico deberá ser realizada de acuerdo con esta fórmula maestra, dentro de las tolerancias aceptadas en el numeral 405-5.04, salvo que sea necesario modificarla durante el trabajo, debido a variaciones en los materiales.

La fórmula maestra establecerá:

- 1) Las cantidades de las diversas fracciones definidas para los agregados;
- 2) El porcentaje de material asfáltico para la dosificación, en relación al peso total de todos los agregados, inclusive el relleno mineral y aditivos para el asfalto si se los utilizare;
- 3) La temperatura que deberá tener el hormigón al salir de la mezcladora, y
- 4) La temperatura que deberá tener la mezcla al colocarla en sitio.

**Dosificación y Mezclado.-** Los agregados para la preparación de las mezclas de hormigón asfáltico deberán almacenarse separadamente en tolvas individuales, antes de entrar a la planta. La separación de las diferentes fracciones de los agregados será sometida por el Contratista a la aprobación del Fiscalizador. Para el almacenaje y el desplazamiento de los agregados de estas tolvas al secador de la planta, deberá emplearse medios que eviten la segregación o degradación de las diferentes fracciones.

**Distribución.-** La distribución del hormigón asfáltico deberá efectuarse sobre una base preparada, de acuerdo con los requerimientos contractuales, imprimada, limpia y seca, o sobre un pavimento existente.

Esta distribución no se iniciará si no se dispone en la obra de todos los medios suficientes de transporte, distribución, compactación, etc., para lograr un trabajo eficiente y sin demoras que afecten a la obra.

Además, el Fiscalizador rechazará todas las mezclas heterogéneas, sobrecalentadas o carbonizadas, todas las que tengan espuma o presenten indicios de humedad y todas aquellas en que la envoltura de los agregados con el asfalto no sea perfecta.

Una vez transportada la mezcla asfáltica al sitio, será vertida por los camiones en la máquina terminadora, la cual esparcirá el hormigón asfáltico sobre la superficie seca y preparada. Para evitar el desperdicio de la mezcla debido a lluvias repentinas, el contratista deberá disponer de un equipo de comunicación confiable, entre la planta de preparación de la mezcla y el sitio de distribución en la vía.

La colocación de la carpeta deberá realizarse siempre bajo una buena iluminación natural o artificial. La distribución que se efectúe con las terminadoras deberá guardar los requisitos de continuidad, uniformidad, ancho, espesor, textura, pendientes, etc., especificados en el contrato.

El Fiscalizador determinará el espesor para la distribución de la mezcla, a fin de lograr el espesor compactado especificado. De todos modos, el máximo espesor de una capa será aquel que consiga un espesor compactado de 7.5 centímetros. El momento de la distribución se deberá medir los espesores a intervalos, a fin de efectuar de inmediato los ajustes necesarios para mantener el espesor requerido en toda la capa.

Las juntas longitudinales de la capa superior de una carpeta deberán ubicarse en la unión de dos carriles de tránsito; en las capas inferiores deberán ubicarse a unos 15 cm. de la unión de los carriles en forma alternada, a fin de formar un traslapo. Para formar las juntas transversales de construcción, se deberá recortar verticalmente todo el ancho y espesor de la capa que vaya a continuarse.

**Compactación:** La mejor temperatura para empezar a compactar la mezcla recién extendida, dentro del margen posible que va de 163 a 85 °C, es la máxima temperatura a la cual la mezcla puede resistir el rodillo sin desplazarse horizontalmente.

Con la compactación inicial deberá alcanzarse casi la totalidad de la densidad en obra y la misma se realizará con rodillos lisos de ruedas de acero vibratorios, continuándose con compactadores de neumáticos con presión elevada. Con la compactación intermedia se sigue densificando la mezcla antes que la misma se enfríe por debajo de 85 °C y se va sellando la superficie.

Al utilizar compactadores vibratorios se tendrá en cuenta el ajuste de la frecuencia y la velocidad del rodillo, para que al menos se produzcan 30 impactos de vibración por cada metro de recorrido. Para ello se recomienda usar la frecuencia nominal máxima y ajustar la velocidad de compactación. Con respecto a la amplitud de la vibración, se deberá utilizar la recomendación del fabricante para el equipo en cuestión.

Con la compactación final se deberá mejorar estéticamente la superficie, eliminando las posibles marcas dejadas en la compactación intermedia. Deberá realizarse cuando la mezcla esté aún caliente empleando rodillos lisos metálicos estáticos o vibratorios (sin emplear vibración en este caso)

A menos que se indique lo contrario, la compactación tiene que comenzar en los costados y proceder longitudinalmente paralelo a la línea central del camino, recubriendo cada recorrido la mitad del ancho del compactador, progresando gradualmente hacia el coronamiento del camino. Cuando la compactación se realice en forma escalonada o cuando límite con una vía colocada anteriormente, la junta longitudinal tiene que ser primeramente compactada, siguiendo con el procedimiento normal de compactación. En curvas peraltadas, la compactación tiene que comenzar en el lado inferior y progresar hacia el lado superior, superponiendo recorridos longitudinales paralelos a la línea central.

La capa de hormigón asfáltico compactada deberá presentar una textura lisa y uniforme, sin fisuras ni rugosidades, y estará construida de conformidad con los alineamientos, espesores,

cotas y perfiles estipulados en el contrato. Mientras esté en proceso la compactación, no se permitirá ninguna circulación vehicular.

**Sellado.-** Si los documentos contractuales estipulan la colocación de una capa de sello sobre la carpeta terminada, ésta se colocará de acuerdo con los requerimientos correspondientes determinados en las especificaciones y cuando el Fiscalizador lo autorice, que en ningún caso será antes de una semana de que la carpeta haya sido abierta al tránsito público.

**Medición.-** Las cantidades a pagarse por la construcción de las carpetas de rodadura de hormigón asfáltico mezclado en planta, serán los metros cuadrados de superficie cubierta con un espesor compactado especificado. La medición se efectuará en base a la proyección en un plano horizontal del área pavimentada y aceptada por el Fiscalizador.

**Pago.-** Las cantidades determinadas en cualquiera de las formas establecidas en el numeral anterior, serán pagadas a los precios señalados en el contrato para los rubros siguientes.

Estos precios y pago constituirán la compensación total por el suministro de los agregados y el asfalto, la preparación en planta en caliente del hormigón asfáltico, el transporte, la distribución, terminado y compactación de la mezcla, la limpieza de la superficie que recibirá el hormigón asfáltico; así como por la mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas en el completamiento de los trabajos descritos en esta sección.

<b>Nº del Rubro de Pago y Designación</b>	<b>Unidad de Medición</b>
405-5 Capa de rodadura de hormigón asfáltico Mezclado en planta de 5 cm. de espesor.....	Metro cuadrado (m <sup>2</sup> )

### **301-6. REMOCIÓN ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN (Incluye transporte a escombreras)**

**Descripción.-** Este trabajo consistirá en la remoción de hormigón de cemento Portland, ya sea simple, armado o ciclópeo, y mampostería, que se encuentre dentro de la zona del camino en pavimentos, aceras, bordillos, muros, alcantarillas de cajón y cualquier otra construcción; excepto puentes, alcantarillas de tubo, alcantarillado y otra tubería, tomas, pozos de acceso e instalación de drenaje semejante, cuya remoción esté prevista en otras subsecciones de estas Especificaciones.

La remoción se efectuará en los lugares de acuerdo con los límites señalados en los planos o indicados por el Fiscalizador.

**Procedimiento de trabajo.-** Los trabajos de remoción se podrán realizar en forma manual, mecánica, con equipo neumático o empleando explosivos. Cuando se utilicen explosivos el Contratista tomará toda clase de precauciones para evitar daños en las áreas circundantes.

Los pavimentos, aceras, bordillos, etc., deberán ser quebrados en pedazos, de modo que puedan utilizarse en revestimientos de taludes y muros de defensa de los pies de terraplenes, si se prevé tal uso en los planos o lo ordena el Fiscalizador. En esta operación de rotura se obtendrán pedazos de fácil manipuleo que tengan una dimensión máxima de 50 centímetros, a no ser que el Fiscalizador permita otro tamaño. Los pedazos deberán ser colocados en los sitios señalados en los planos o indicados por el Fiscalizador, ya sea directamente o después de un período de almacenamiento en acopio si fuera necesario.

El material destinado a revestimientos podrá enterrarse en terraplenes, siempre que sea una profundidad de al menos cincuenta centímetros debajo de la subrasante, y alejado de cualquier lugar donde se prevé la instalación de pilotes, postes o tubería.

De ser requerido por el Fiscalizador, el Contratista desechará el material no aprovechable fuera del derecho de vía, en sitios escogidos por el Contratista y aprobados por el Fiscalizador.

Las cavidades, fosas y hoyos resultantes de la ejecución de los trabajos descritos anteriormente, deberán ser rellenados y emparejados por el Contratista como parte de la remoción del hormigón.

En caso de ser requerida la remoción de solamente parte de una estructura existente, las operaciones de remoción deberán ejecutarse de tal modo que no ocasionen ningún daño a la parte que no remueven. Cualquier daño que se produjere será reparado por el Contratista, a su costo y a satisfacción del Fiscalizador. El acero de refuerzo existente que será incorporado en obra nueva deberá protegerse de daños y limpiarlo de cualquier material adherente, antes de incorporarlo en el hormigón nuevo.

**Medición.-** La cantidad realmente ejecutada y aceptada de trabajos ordenados en la remoción de hormigón, será medida en metros cúbicos, La remoción del hormigón o mampostería por debajo de la superficie se considerará como pagada por el precio contractual de la excavación en que está incluido el hormigón o mampostería removidos.

**Pago.-** La cantidad establecida en la forma indicada en el numeral anterior se pagará al precio contractual por metro cúbico. Este precio y pago constituirán la compensación total por la remoción, fragmentación, transporte y colocación del hormigón o mampostería despedazada en los sitios señalados o aprobados, así como por toda la mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas, necesarios para la ejecución de los trabajos descritos en esta Sección.

También comprenderá el relleno y emparejamiento de cavidades, fosas y hoyos resultantes de la remoción, el corte de acero de refuerzo necesario para despedazar hormigón armado y la limpieza de cualquier acero de refuerzo existente por incorporarse a la obra nueva.

**Rubro de Pago y Designación**

**Unidad de Medición**

301-6 Remoción estructuras de hormigón

(incluye transporte a escombreras).....Metro cúbico m3

**518-3. EXCAVACIÓN Y RELLENO PARA ESTRUCTURAS MENORES**

**Descripción.-** Este trabajo consistirá en la excavación en cualquier tipo de terreno y cualquier condición de trabajo necesario para la construcción de cimentaciones de estructuras, además de la excavación de zanjas para la instalación de alcantarillas, tuberías y otras obras de arte. También incluirá cualquier otra excavación designada en los documentos contractuales como excavación estructural; así como el control y evacuación de agua, construcción y remoción de tablestacas, apuntalamiento, arriostramiento, ataguías y otras instalaciones necesarias para la debida ejecución del trabajo. Todas las excavaciones se harán de acuerdo con los alineamientos, pendientes y cotas señaladas en los planos o por el Fiscalizador.

El relleno para estructuras consistirá en el suministro, colocación y compactación del material seleccionado para el relleno alrededor de las estructuras, de acuerdo a los límites y niveles señalados en los planos o fijados por el Fiscalizador. También comprenderá el suministro,

colocación y compactación del material seleccionado de relleno, en sustitución de los materiales inadecuados que se puedan encontrar al realizar la excavación para cimentar las obras de arte.

**Procedimiento de trabajo.-** Antes de ejecutar la excavación para las estructuras, deberán realizarse, en el área fijada, las operaciones necesarias de limpieza, de acuerdo a las especificaciones.

El Contratista notificará al Fiscalizador, con suficiente anticipación, el comienzo de cualquier excavación, a fin de que se puedan tomar todos los datos del terreno natural necesarios para determinar las cantidades de obra realizada.

Será responsabilidad del Contratista proveer, a su costo, cualquier apuntalamiento, arriostramiento y otros dispositivos para apoyar los taludes de excavación necesarios para poder construir con seguridad las cimentaciones y otras obras de arte especificadas. No se medirá para su pago ninguna excavación adicional que el Contratista efectúe solamente para acomodar tales dispositivos de apoyo.

Después de terminar cada excavación, de acuerdo a las indicaciones de los planos y del Fiscalizador, el Contratista deberá informar de inmediato al Fiscalizador y no podrá iniciar la construcción de cimentaciones, alcantarillas y otras obras de arte hasta que el Fiscalizador haya aprobado la profundidad de la excavación y la clase de material de la cimentación.

**Excavación para alcantarillas.-** El ancho de la zanja que se excave para una alcantarilla o un conjunto de alcantarillas estará de acuerdo a lo indicado en los planos o como indique el Fiscalizador. El ancho no podrá ser aumentado por el Contratista para su conveniencia de trabajo.

En caso de que el lecho para la cimentación de las alcantarillas resulte ser de roca u otro material muy duro, se realizará una profundización adicional de la excavación a partir del lecho, hasta 1/20 de la altura del terraplén sobre la alcantarilla; pero, en todo caso, no menor a 30 cm. ni mayor a 1.00 m.

El lecho de la zanja deberá ser firme en todo su ancho y longitud. De ser así señalado en los planos o requerido por el Fiscalizador, se dará al lecho una flecha longitudinal en el caso de alcantarillas tubulares transversales.

Cuando se lo especifique en los planos, se efectuará la excavación para alcantarillas tubulares a ser colocadas en la zona del terraplén, después de haberse terminado el terraplén y hasta cierta altura por encima de la cota de alcantarilla, de acuerdo a lo indicado en los planos u ordenado por el Fiscalizador.

**Relleno de estructuras.-** Luego de terminada la estructura, la zanja deberá llenarse por capas con material de relleno no permeable. El material seleccionado tendrá un índice plástico menor a 6 y cumplirá, en cuanto a su granulometría, las exigencias de la Tabla 307-2.1.

Tamaño del Tamíz		Porcentaje que pasa
N° 3"	75.00mm	100
N° 4	4.75mm	35 - 100
N° 30	0.60mm	25 - 100

El material de relleno se colocará a ambos lados y a lo largo de las estructuras en capas horizontales de espesor no mayor a 20 cm. Cada una de estas capas será humedecida u oreada para alcanzar el contenido óptimo de humedad y luego compactada con apisonadores mecánicos aprobados hasta que se logre la densidad requerida.

No deberá depositarse el material de relleno contra los estribos o muros de sostenimiento, las paredes de alcantarillas de cajón y otras estructuras de hormigón, hasta que el hormigón haya desarrollado una resistencia de al menos  $200 \text{ kg/cm}^2$  en compresión tal, como determinen las pruebas de muestras curadas bajo condiciones similares a la prevaleciente en el sitio y ensayadas de acuerdo a las normas pertinentes que se estipulen en los documentos contractuales. Se deberá tener especial cuidado en efectuar el relleno de tal manera que evite la acuñadora del material contra la estructura.

El material de relleno permeable, por lo general, se utiliza para rellenar los muros de ala o de defensa y los muros de sostenimiento, de acuerdo a lo indicado en los planos. El material permeable consistirá de grava o piedra triturada, arena natural, o de trituración o una combinación adecuada de éstas, que deberá componerse de acuerdo a los requerimientos de la granulometría:

Tamaño del Tamíz		Porcentaje que pasa
N° 2"	50.00mm	100
N° 50	0.30mm	0 - 100
N° 100	0.15mm	0 - 8
N° 200	0.075mm	0 - 4

En caso de que el material proveniente de la excavación no sea satisfactorio para el relleno de estructuras, el Contratista lo desechará, conforme indique el Fiscalizador y suministrará por su cuenta y costo un material adecuado, que cuente con la aprobación del Fiscalizador.

**Medición.-** Las cantidades a pagarse por excavación y relleno para estructuras, inclusive alcantarillas, serán los metros cúbicos medidos en la obra de material efectivamente excavado, de conformidad con lo señalado en los planos u ordenado por el Fiscalizador; pero, en ningún caso, se podrá incluir en las mediciones para el pago cualquiera de los volúmenes indicados a continuación:

- a) El volumen fuera de planos verticales ubicados a 80 cm. fuera de Y paralelos a:
  1. Las líneas exteriores de las zapatas.
  2. El lado exterior de las paredes de las alcantarillas de cajón.
  3. La máxima dimensión horizontal de las alcantarillas de tubo y otras tuberías.
- b) El volumen incluido dentro de los límites establecidos para la excavación de plataformas, cunetas, rectificación de cauces, etc, para lo cual se ha previsto el pago bajo otro rubro del contrato.
- c) El volumen de cualquier material re manipulado, excepto cuando por indicaciones de los planos o por orden del Fiscalizador debe efectuarse una excavación en un terraplén construido y también cuando se requiera la instalación de alcantarillas tubulares, empleando el método de la zanja imperfecta, como se especifica en el Capítulo 600.
- d) El volumen de cualquier excavación efectuada sin la autorización previa del Fiscalizador.
- e) El volumen de cualquier material que cae dentro de la zanja excavada desde fuera de los límites establecidos para el pago.

El límite superior para la medición de la excavación para estructuras será la cota de la subrasante o la superficie del terreno natural, como existía antes del comienzo de la operación de construcción, siempre que la cota de la subrasante sea superior al terreno natural.

Cuando el Fiscalizador ordene la profundización de la excavación para una estructura más allá del límite señalado en los planos, tal excavación, hasta una profundidad adicional de 1.5 m., se pagará al precio contractual, de excavación y relleno para estructuras.

El volumen de relleno de cimentaciones a pagarse será el número de metros cúbicos, medidos en la posición final del material de relleno para estructuras, realmente suministrado y colocado debajo de la cota establecida para el lecho de la cimentación de una estructura o alcantarilla, para conseguir una cimentación aceptable.

El volumen de material de relleno permeable a pagarse será el número de m<sup>3</sup>, medidos en la obra de este material suministrado y debidamente colocado, de acuerdo a lo indicado en los planos o señalado por el Fiscalizador. De no estar incluido este rubro en el contrato, el pago por este trabajo, si fuese exigido, será considerado como incluido en el pago por los rubros de excavación y relleno para estructuras.

**Pago.-** Las cantidades establecidas en la forma indicada en el numeral anterior, se pagará a los precios contractuales para cada uno de los rubros abajo designados y que consten en el contrato.

Estos precios y pagos constituirán la compensación total por la excavación y relleno para estructuras, el control y evacuación de agua, así como por la construcción y remoción de ataguías, si fueren requeridas y toda la mano de obra, equipo, herramientas, materiales, operaciones conexas, necesarias para la ejecución de los trabajos descritos en esta Sección.

**N° del Rubro de Pago y Designación**

**Unidad de Medición**

518-3 Excavación y relleno para estructuras menores.....Metro cúbico (m<sup>3</sup>)

### **304-6. EXCAVACIÓN PARA CUNETAS Y ENCAUSAMIENTOS**

**Descripción.-** Este trabajo consistirá en la excavación para la construcción de zanjas dentro y adyacentes a la zona del camino, para recoger y evacuar las aguas superficiales.

El sistema de cunetas y encauzamientos comprenderá todas las cunetas laterales y canales abiertos cuyo ancho a nivel del lecho sea menor de 3 m., zanjas de coronación, tomas y salidas de agua, así como toda otra cuneta o encauzamiento que pueda ser necesaria para la debida construcción de la obra y cuyo pago no sea previsto bajo otros rubros del contrato.

**Procedimiento de trabajo.-** Las cunetas y encauzamientos serán construidos de acuerdo al alineamiento, pendiente y sección transversal señalados en los planos o indicados por el Fiscalizador. De ser requerido, las cunetas se las revestirán de acuerdo a lo especificado en estas especificaciones.

Su construcción podrá llevarse a cabo en forma manual o con maquinaria apropiada, o con una combinación de estas operaciones. No podrán contener restos de raíces, troncos, rocas u otro material que las obstruya, y será obligación del Contratista mantenerlas limpias permanentemente para su funcionamiento eficiente, hasta la recepción provisional, sin costo adicional.

Los materiales adecuados provenientes de estas excavaciones se emplearán en la obra, hasta donde sea permisible su utilización. El material en exceso y el inadecuado serán desalojados a los sitios de depósito señalados en los planos o por el Fiscalizador.

**Medición.-** Las cantidades a pagarse por la excavación de cunetas y encauzamientos serán aquellas medidas en la obra por trabajos ordenados y aceptablemente ejecutados. La unidad de medida será el m<sup>3</sup> o el metro lineal, según se establezca en el contrato.

**Pago.-** Las cantidades establecidas en la forma indicada en el numeral anterior se pagarán a los precios contractuales para los rubros abajo designados, que consten en el contrato.

Estos precios y pagos constituirán la compensación total por la excavación, transporte, incorporación en la obra o desalojo del material proveniente de las cunetas y encauzamientos, así como por toda la mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas, necesarios para la ejecución de los trabajos descritos en esta Sección.

**N° del Rubro de Pago y Designación****Unidad de Medición**

304-6 Excavación para cunetas y encauzamientos.....Metro cúbico (m<sup>3</sup>)

**503-2. HORMIGON SIMPLE CLASE B f'c=210 Kg/cm<sup>2</sup> Incluye encofrado**

**Descripción.-** Este trabajo consistirá en el suministro, puesta en obra, terminado y curado del hormigón en puentes, alcantarillas de cajón, muros de ala y de cabezal, muros de contención, sumideros, tomas y otras estructuras de hormigón en concordancia con estas especificaciones, de acuerdo con los requerimientos de los documentos contractuales y las instrucciones del Fiscalizador.

El hormigón para estructuras estará constituido por cemento Portland, agregado fino, agregado grueso, aditivos, si se requiere, y agua, mezclados en las proporciones especificadas o aprobadas.

La clase de hormigón a utilizarse será de resistencia a la compresión de 28 días de 210 kg/cm<sup>2</sup>.

**Dosificación.-** La mezcla de hormigón deberá ser correctamente dosificada y presentará condiciones adecuadas de trabajabilidad y terminado. Será durable, impermeable y resistente al clima.

**Calidad del hormigón** El hormigón debe diseñarse para ser uniforme, trabajable, transportable, fácilmente colocable y de una consistencia aceptable para la Fiscalización. (En estas condiciones el hormigón es dócil).

Para obtener buena docilidad del hormigón se deberá evitar usar áridos de formas alargadas y con aristas. Es necesario indicar que el cemento influye en la docilidad del hormigón.

El contenido de cemento, relación máxima agua/cemento permitida, máximo revenimiento y otros requerimientos para todas las clases de hormigón a utilizarse en una construcción, deberán conformar como requisitos indispensables de las especificaciones técnicas de construcción.

Cuando la resistencia a la compresión está especificada a los 28 días, la prueba realizada a los 7 días deberá tener mínimo el 70% de la resistencia especificada a los 28 días. La calidad del hormigón debe permitir que la durabilidad del mismo tenga la capacidad de resistencia a lo largo del tiempo, frente a agentes y medios agresivos.

**Encofrados.-** Todos los encofrados se construirán de madera o metal adecuados y serán impermeables al mortero y de suficiente rigidez para impedir la distorsión por la presión del hormigón o de otras cargas relacionadas con el proceso de construcción. Los encofrados se construirán y conservarán de manera de evitar torceduras y aberturas por la contracción de la madera, y tendrán suficiente resistencia para evitar una deflexión excesiva durante el vaciado del hormigón. Su diseño será tal que el hormigón terminado se ajuste a las dimensiones y contornos especificados. Para el diseño de los encofrados, se tomará en cuenta el efecto de la vibración del hormigón durante en vaciado.

**Rubro de Pago y Designación**

**Unidad de Medición**

503-2 Hormigón simple clase B  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .....Metro cúbico ( $\text{m}^3$ )

503-3 Hormigón simple clase B  $f'c = 180 \text{ kg/cm}^2$ .....Metro cúbico ( $\text{m}^3$ )

**504-1. ACERO ESTRUCTURAL EN BARRAS  $f_y=4200\text{kg/cm}^2$**

**Descripción.-** Este trabajo consistirá en el suministro y colocación de acero de refuerzo para hormigón de la clase, tipo y dimensiones señalados en los documentos contractuales.

A menos que en las disposiciones se disponga lo contrario, no se incluirá el acero de refuerzo de los elementos de hormigón precomprimido, el que se pagará como parte del elemento estructural precomprimido, de acuerdo con lo indicado en el numeral 502, Estructuras de Hormigón Armado, Vigas de Hormigón Precomprimido.

**Materiales.-** Las barras corrugadas de acero de refuerzo, las mallas de alambre de acero de refuerzo y el alambre y barras lisas de acero, satisfarán las exigencias previstas en el numeral 807, Acero de Refuerzo.

Las superficies estructurales que se empleen como armaduras en el hormigón, satisfarán los requisitos previstos en el numeral 505, Estructuras de Acero.

Existen cuatro clases de acero de refuerzo: barras corrugadas, mallas de alambre, alambre y barras lisas de acero, las cuales deberán satisfacer los requisitos establecidos en las normas

INEN 101, INEN 102, INEN 103, INEN 104 y en el numeral 807, Acero de Refuerzo, de estas especificaciones.

**Acero de Refuerzo.-** Este ítem norma el suministro y colocación del acero corrugado y liso, en lo referente a secciones y detalles están deberán constar en los planos. El refuerzo deberá cumplir los requisitos técnicos del INEN y en el caso de no existir recurrir a los indicados en el numeral 807, Acero de Refuerzo.

### **Procedimiento de trabajo.-**

#### *Almacenamiento y conservación.-*

Antes de pedir el material, las planillas de armaduras serán sometidas por el Contratista a la aprobación del Fiscalizador y no se hará ningún pedido de materiales hasta que dichas planillas estén aprobadas.

La aprobación de las planillas de armaduras por parte del Fiscalizador, no relevará, en forma alguna, al Contratista de su responsabilidad respecto de la exactitud de tales planillas y del suministro de acero de refuerzo que deberá cumplir con todos los requerimientos del contrato. Cualquier gasto, en conexión con modificaciones del material suministrado, de acuerdo con las planillas, para cumplir con los planos será de cuenta del Contratista.

El acero de refuerzo deberá ser almacenado en plataformas u otros soportes adecuados, de tal forma que no esté en contacto con la superficie del terreno.

Deberá protegérselo, hasta donde sea posible, para evitar daños mecánicos y deterioro por oxidación.

#### *Recubrimiento epóxido para el acero.-*

Para el acero de refuerzo, en casos especiales que se requiera recubrirlos con epóxicos, se seguirán las siguientes recomendaciones:

- Aplicar antes de oxidarse, o.
- Después de limpiar el óxido.
- Espesores de recubrimiento 178 a 305 micrómetros.
- Llama de corte no deberá ser permitida en aceros con recubrimiento epóxico.

#### *Preparación, doblado y colocación del refuerzo.-*

Las barras y el alambre de acero serán protegidos en todo tiempo de daños y, cuando se los coloque en la obra, estarán libres de suciedad, escamas sueltas, herrumbrado, pintura, aceite u otra substancia inaceptable.

**a) Doblado.** Las barras se doblarán en la forma indicada en los planos. Todas las barras se doblarán en frío, a menos que permita el Fiscalizador otra cosa. Ninguna barra parcialmente empotrada en el hormigón será doblada, a menos que así lo indiquen los planos o lo permita expresamente el Fiscalizador. Los radios para el doblado deberán estar indicados en los planos.

Cuando no lo estén, el doblado se lo hará como se especifica en la Tabla 504 -3.1.

DIÁMETRO	RADIO MÍNIMO
8,10,12,14,16,20,22 Y 25	6 diámetros
28 y 32	8 diámetros
Mayores que 32	10 diámetros

**b) Colocación y amarre.-** las barras de aceró se colocaran en las posiciones indicadas en los planos, se las amarrará con alambre u otros dispositivos metálicos en todos sus cruces y deberán quedar sujetas firmemente durante el vaciado del hormigón. El espaciamiento de la armadura de refuerzo con los encofrados se lo hará utilizando bloques de mortero, espaciadores metálicos o sistemas de suspensión aprobados por el Fiscalizador. No se permitirá el uso de aparatos de plástico, madera o aluminio.

El recubrimiento mínimo de las barras se indicará en los planos. La colocación de la armadura será aprobada por el Fiscalizador antes de colocar el hormigón

#### **Espaciamiento y protección del refuerzo.-**

Se normaran por el reglamento de Diseño del A.C.I. 318, en su Sección 7.6. Espaciamiento límites para refuerzos, Y 7.7 protección del hormigón para el acero de refuerzo. Las barras en su ubicación no deberían variar más de 1/12 del espaciamiento entre cada una de ellas.

Por ningún motivo el recubrimiento mínimo a la superficie del refuerzo será menor a 25 mm y se guiarán por las indicaciones de los planos.

**Empalmes.-** Las barras serán empalmadas como se indica en los planos o de acuerdo con las instrucciones del Fiscalizador. Los empalmes deberán hacerse con traslapes escalonados de las barras. El traslape mínimo de las barras será de 50 diámetros, cuando no se indique otra cosa en los planos.

Empalmes mediante soldadura a tope o dispositivos de acoplamiento mecánico serán permitidos únicamente si lo especifican los planos o cuando lo autorice el Fiscalizador por escrito. Estos empalmes deberán desarrollar al menos el 125 por ciento de la máxima resistencia a la tracción de la barra. Cualquier desviación en el alineamiento de las barras a través de un empalme a tope soldado o mecánico, no deberá exceder de 6 mm por metro de longitud.

La sustitución de barras será permitida únicamente con autorización del Fiscalizador; las barras reemplazantes tendrán un área equivalente o mayor que la del diseño.

#### **Acoples mecánicos.-**

Cuando se indiquen en los planos, acoples mecánicos pueden ser utilizados para unir aceros de refuerzo, de acuerdo con especificaciones establecidas en el numeral 807, Acero de Refuerzo; en caso de no existir especificaciones, estos acoples mecánicos serán aprobados por la Fiscalización; sin embargo no deberán usarse acoples de caña o manguito para refuerzos cubiertos o protegidos por epóxicos.

Las resistencias de los acoples mecánicos deberán ser igual o superior al 125 % de la resistencia del refuerzo base.

#### **Ensayos y Tolerancias.-**

El Contratista entregará al Fiscalizador, certificados de cumplimiento para todo el acero de refuerzo utilizado en la obra.

Cuando el Fiscalizador lo pidiere también entregará copias de los informes de la fábrica en donde constan los análisis de las características físicas y químicas del acero. El Fiscalizador se reserva el derecho de tomar muestras de acero entregado a la obra y ensayarlas para comprobar la calidad certificada.

Los ensayos a realizarse y las tolerancias de fabricación estarán de acuerdo con lo indicado en el numeral 807, Acero de Refuerzo.

#### **Rubro de Pago y Designación**

#### **Unidad de Medición**

504-1 Acero estructural en barras  $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$ .....Kilogramo (kg)

### **603-1. SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA METALICA D=1200mm e=2.50mm**

**Descripción.-** Este trabajo consistirá en el suministro e instalación de alcantarillas, sifones, tubos ranurados y otros conductos o drenes con tubos o arcos de metal corrugado de los tamaños, tipos, calibre, espesores y dimensiones indicados en los planos, y de acuerdo con las presentes especificaciones. Serán colocados en los lugares con el alineamiento y pendiente señalados en los planos o fijados por el Fiscalizador.

Este trabajo incluirá el suministro de materiales y la construcción de juntas, conexiones, tomas y muros terminales necesarios para completar la obra de acuerdo con los detalles indicados en los planos.

Los tubos o arcos de metal corrugado que se utilicen en las carreteras serán de acero o de aluminio, según se estipule en los documentos contractuales, y deberán cumplir los requerimientos previstos en las especificaciones.

#### **Procedimiento de trabajo.**

**Colocación de tubos.-** Los tubos y accesorios de metal corrugado deberán ser transportados y manejados con cuidado para evitar abolladuras, escamaduras, roturas o daños en la superficie galvanizada o la capa de protección; cualquier daño ocasionado en el recubrimiento del tubo, será reparado mediante la aplicación de dos manos de pintura asfáltica o siguiendo otros procedimientos satisfactorios para el Fiscalizador.

La excavación y relleno estructural se realizará de acuerdo con lo previsto en las especificaciones.

Los tubos deberán ser colocados en una zanja excavada de acuerdo con la alineación y pendiente indicadas en los planos o por el Fiscalizador. El fondo de la zanja deberá ser preparado en tal forma que ofrezca un apoyo firme y uniforme a todo lo largo de la tubería, Todo tubo mal alineado, indebidamente asentado o dañado será extraído, recolocado o reemplazado por el Contratista a su cuenta.

Las secciones de tubo deberán colocarse en la zanja con el traslapeo circunferencial exterior hacia aguas arriba y con la costura longitudinal en los costados. Las secciones se unirán firmemente con el acoplamiento adecuado. Las corrugaciones de la banda de acoplamiento deberán encajar en las del tubo antes de ajustar los pernos.

**Muros de cabezal.-** De acuerdo con los planos, los muros de cabezal y cualquier otra estructura a la entrada y salida de la alcantarilla, deberá construirse al mismo tiempo que se coloca la tubería, de acuerdo con los planos y las instrucciones del Fiscalizador.

Los extremos de la tubería deberán ser colocados o cortados al ras con el muro, salvo si de otra manera lo ordene por escrito el Fiscalizador.

**Bandas de acoplamiento.-** Las bandas para unión de tubos corrugados de acero deberán cumplir las especificaciones de AASHTO M-36.

El metal de las bandas deberá ser corrugado de tal manera que pueda encajar adecuadamente con las corrugaciones de los extremos de las secciones de tubo.

Las bandas de acoplamiento podrán ser de menor espesor que los tubos que se unen, hasta un máximo de 1.5 milímetros más delgadas. Las bandas para tubos de un diámetro mayor de 107 centímetros estarán divididas en dos segmentos; para diámetros menores, podrán ser de uno o dos segmentos.

En ninguna instalación se mezclarán materiales de aluminio y acero.

**Recubrimiento protector.-** Cuando sea necesario y de acuerdo con disposiciones especiales, se protegerán los tubos y las bandas de acoplamiento con una capa de recubrimiento bituminoso. El revestimiento bituminoso o el pavimentado del fondo con material bituminoso, deberán cumplir con lo especificado en AASHTO M-190.

Para el pavimentado del fondo de los tubos metálicos corrugados, se revestirá con una capa asfáltica uniforme a toda la superficie interior y exterior del tubo y el pavimentado se hará con hormigón asfáltico, de modo que cubra las crestas de las corrugaciones con un espesor mínimo de 3mm. El ancho de la faja pavimentada deberá ser por lo menos el 40% de la periferia de los arcos de tubo y del 25% de la periferia de los tubos circulares.

Las capas de protección que se hubieran dañado en el manipuleo de los tubos serán reparadas por el Contratista, a su cuenta, y con los materiales bituminosos aprobados.

**Medición.-** Las cantidades a pagarse por tubería de metal corrugado serán los metros lineales, medidos en la obra, de trabajos ordenados y aceptablemente ejecutados.

La medición se efectuará a lo largo de la tubería instalada de acuerdo a lo estipulado en las especificaciones y a las instrucciones del Fiscalizador; cualquier exceso no autorizado no será pagado.

Los muros de cabezal, muros terminales u otras estructuras realizadas para la completa terminación de la obra, serán medidos para el pago de acuerdo a lo estipulado en las secciones correspondientes de las presentes especificaciones.

La excavación y relleno para estructuras se medirán para el pago de acuerdo con lo previsto en las especificaciones, excepto en el caso de la instalación de tubos mediante gatos, para el cual se considerará incluida en el precio contractual de la tubería, la compensación por la excavación y rellenos estructurales.

**Pago.-** Las cantidades determinadas en la forma indicada en el numeral anterior se pagarán a los precios contractuales para los rubros abajo designados y que consten en el contrato, además de las especificaciones y los correspondientes a estructuras.

Estos precios y pago constituirán la compensación total por el suministro, transporte, colocación, instalación, junta, apuntalado, sellado y comprobación de la tubería de metal corrugado, incluyendo cualquier refuerzo de extremidades y las capas de protección, el revestimiento y pavimento requeridos, así como por toda la mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas, necesarios para la ejecución de los trabajos descritos en esta sección.

**Nº del Rubro de Pago y Designación**

**Unidad de Medición**

603-1 Suministro e instalación de Tubería metálica D=1200mm.....Metro lineal (ml)



Todas las marcas presentarán un acabado nítido uniforme, y una apariencia satisfactoria tanto de noche como de día, caso contrario, serán corregidas por el Contratista hasta ser aceptadas por el Fiscalizador y sin pago adicional.

**Marcas de Pinturas.-** Las marcas serán aplicadas con métodos aceptables por el Fiscalizador. El cabezal rociador de pintura será del tipo spray y que permita aplicar satisfactoriamente la pintura a presión, con una alimentación uniforme y directa sobre el pavimento. Cada mecanismo tendrá la capacidad de aplicar 2 franjas separadas, aun en el caso de ser sólidas, entrecortadas o punteadas. Todo tanque de pintura estará equipado con un agitador mecánico. Cada boquilla estará equipada con una válvula, que permita aplicar automáticamente líneas entrecortadas o punteadas. La boquilla tendrá un alimentador mecánico de microesferas de vidrio, que opera simultáneamente con el rociador de pintura, y distribuirá dichas microesferas de vidrio con un patrón uniforme a la proporción especificada. La pintura será mezclada previamente y aplicada cuando la temperatura ambiente esté sobre los 4 grados centígrados.

Para franjas sólidas de 10 cm. de ancho, la tasa mínima de aplicación será de 39 lt/km. Para franjas entrecortadas o de líneas punteadas, la tasa mínima de aplicación será de 9.6 lt/km. y 13 lt/km. respectivamente.

La mínima tasa de aplicación para flechas y letras será de 0.4 lt/m<sup>2</sup> de marcas.

Las micro esferas de vidrio serán aplicadas a una tasa mínima de 0.7 kg. por cada lt. de pintura.

Las áreas pintadas estarán protegidas del tráfico hasta que la pintura esté suficientemente seca. Cuando lo apruebe el Fiscalizador, el Contratista aplicará pintura o micro esferas de vidrio en dos aplicaciones, para reducir el tiempo de secado en áreas de tráfico congestionado.

**Métodos de medida.-** Las cantidades aceptadas de marcas de pavimentos serán medidas de la siguiente manera:

- a) Método lineal. Las cantidades a pagarse serán aquellas medidas linealmente en metros o kilómetros de marcas en el pavimento, y se medirán sobre la línea eje del camino o sobre las franjas, de principio a fin, sean estas entrecortadas o continuas. Estas marcas en el pavimento deberán estar terminadas y aceptadas por el Fiscalizador.

El precio contractual para cada tipo o color de línea se basará en un ancho de línea de 10 cm. Cuando el ancho de la línea sea diferente de 10 cm., deberá estar establecido en el contrato o solicitado expresamente por el Fiscalizador, entonces la longitud a pagarse será ajustada con relación al ancho especificado de 10 cm.; caso contrario, se reconocerá un pago según el ancho de 10 cm.

- b) Método unitario. La cantidad a pagarse será el verdadero número de unidades (tales como flechas, símbolos, leyendas, etc.) de los tipos y tamaños especificados en el contrato, que han sido suministrados, terminados y aceptados por el Fiscalizador.

**Pago.-** Las cantidades entregadas y aceptadas en la forma que se indicó anteriormente, se pagarán al precio unitario establecido en el contrato. De acuerdo al listado de rubros que se indican a continuación y que se presentan en el cronograma de trabajo. Tales precios y pagos serán la compensación total del trabajo descrito en esta sección.

**Nº del Rubro de Pago y Designación**

**Unidad de Medición**

705-1 Marcas de pavimento (Pintura).....Metro Lineal (ml)

**708-5. SEÑALES PREVENTIVAS REGLAMENTARIAS E INFORMATIVAS**

**Descripción.-** Este trabajo consistirá en el suministro e instalación de señales completas, adyacentes a la carretera, de acuerdo con los requerimientos de los documentos contractuales, el Manual de Señalización del MTOP y las instrucciones del Fiscalizador.

Las placas o paneles para señales al lado de la carretera serán montados en postes metálicos que cumplan las exigencias correspondientes a lo especificado en la Sección 830. Serán instaladas en las ubicaciones y con la orientación señalada en los planos.

**Instalación de postes.-** Los postes y astas se colocarán en huecos cavados a la profundidad requerida para su debida sujeción, conforme se indique en los planos. El material sobrante de la excavación será depositado de manera uniforme a un lado de la vía, como lo indique el Fiscalizador.

El eje central de los postes o astas deberán estar en un plano vertical, con una tolerancia que no exceda de 6 milímetros en tres metros.

El espacio anular alrededor de los postes se rellenará hasta el nivel del terreno con suelo seleccionado en capas de aproximadamente 10 centímetros de espesor, debiendo ser cada

capa humedecida y compactada a satisfacción del Fiscalizador, o con hormigón de cemento Portland, de acuerdo a las estipulaciones de los planos o a las especificaciones especiales.

Los orificios para pernos, vástagos roscados o escudos de expansión se realizarán en el hormigón colado y fraguado, por métodos que no astillen el hormigón adyacente a los orificios.

Si los postes son de acero, deberán estar de acuerdo a los requerimientos de la ASTM A 499, y si son galvanizados, estarán de acuerdo con la ASTM A 123.

Si los postes son de aluminio, deberán estar de acuerdo con los requerimientos de la ASTM

**Instalación de placas para señales.-** Las placas o tableros para señales se montarán en los postes, de acuerdo con los detalles que se muestren en los planos. Cualquier daño a los tableros, sea suministrado por el Contratista o por el Ministerio, deberá ser reparado por el Contratista, a su cuenta, y a satisfacción del Fiscalizador; el tablero dañado será reemplazado por el Contratista, a su propio costo, si el Fiscalizador así lo ordena.

Los tableros de señales con sus respectivos mensajes y con todo el herraje necesario para su montaje en los postes, serán suministrados por el Contratista.

Cuando se utilicen láminas reflectivas, el color especificado será conforme a los requerimientos aplicables a la AASHTO M 268 y se colocará en superficies exteriores lisas. Tendrá que ser visible a una distancia no menor de 100 m.

**Medición.-** Las cantidades a pagarse por las señales colocadas al lado de la carretera, serán las unidades completas, aceptablemente suministradas e instaladas.

Estos precios y pagos constituirán la compensación total por el suministro, fabricación, transporte e instalación de las señales colocadas al lado de carreteras, que incluye los postes, herraje, cimentaciones y mensajes, así como por toda la mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas en la ejecución de los trabajos descritos en esta sección.

**Nº del Rubro de Pago y Designación**

**Unidad de Medición**

708-5 Señales al lado de la carretera.....Unidad (u)

\* Nota: Habrá un sufijo distinto para cada tipo y tamaño especificado.

### **703. GUARDAVÍAS DOBLE**

**Descripción.-** Este trabajo consistirá en la construcción de guardacaminos, de acuerdo con estas especificaciones y las alineaciones y pendientes establecidas en los planos, indicadas por el Fiscalizador o en las especificaciones especiales.

Los sistemas de guardacaminos y barreras estarán conformados por los siguientes materiales:

Guardacamino de cable

Viga W (Weak post)

Viga Cajón

Barrera de seguridad estándar tipo viga W

Barrera de seguridad estándar

Barrera de seguridad para parterre tipo viga W

Barrera de seguridad para parterre de hormigón.

La construcción de los varios sistemas de barreras de seguridad incluirá el ensamblaje e instalación de todas las partes que la componen y de todos los materiales, localizándolos de acuerdo a lo indicado en los planos o según lo indique el Fiscalizador.

El detalle de los componentes del sistema de barreras de seguridad y barreras de hormigón serán los especificados en el contrato.

**Materiales.-** Los materiales deberán cumplir con lo especificado en las siguientes secciones y subsecciones:

Cable de alambre	829-5
Viga metálica	829-3
Infraestructura del guardacaminos (Hardware del guardacaminos)	829-2
Postes para el guardacaminos	829
Viga cajón	
Acero de refuerzo	807
Malla de alambre soldado	829-5
Relleno de junta premoldeado	806

Los materiales a emplearse en la construcción de guardacaminos tipo viga metálica, deberán cumplir lo estipulado en la Sección 829.

El hormigón y los anclajes deberán ser clase A y cumplir con lo dispuesto en la Sección 801.

### **Procedimiento de trabajo.**

**Postes.-** Los postes podrán ser de madera, hormigón o metálicos, y se colocarán firmemente en el terreno. Los postes de madera no serán hincados.

Para los postes de tamaño normal, se excavarán los orificios correspondientes, con la profundidad requerida, mediante punzonadores hidráulicos, con un tubo excavador de mango. Las dimensiones de los hoyos no deberán exceder en más de 1 cm. a las dimensiones de los postes.

En caso de que el Fiscalizador lo considere necesario, otros métodos de instalación y equipos podrán utilizarse en aquellas áreas donde se determine que el punzonador hidráulico no es práctico.

Los hoyos para postes grandes, que sirvan para conexiones de las estructuras, así como para los anclajes, pueden ser taladrados. Los postes serán colocados verticalmente, con una tolerancia que no exceda los 2 cm. por 1 m. y serán rellenos con materiales adecuados, aprobados y debidamente compactados. A menos que así lo señale el Fiscalizador, todos los hoyos deberán ser excavados y los postes y barreras metálicas instalados antes de que se coloque el pavimento adyacente al guardacamino. Las vigas y los otros elementos no se instalarán hasta que el pavimento adyacente haya sido terminado.

Los postes metálicos podrán ser hincados, a menos que se indique de otra manera. Los hoyos pilotos deberán perforarse o taladrarse para prevenir el daño que se pueda causar a los postes durante el hincamiento.

**Componentes de barandales.-** Los elementos del riel deberán instalarse de acuerdo a los planos y deberán terminarse de tal manera que se obtenga una instalación continua y llana con los traslapes de la siguiente manera: el riel anterior debe cubrir al subsiguiente, en el sentido del flujo de tráfico. Todos los pernos, excepto aquellos de calibración, deberán estar bien ajustados. Los pernos deberán tener la suficiente longitud y deberán pasar la tuerca por lo menos 0.5 cm., pero no deberán exceder los 2.5 cm.

Todas aquellas superficies que hayan perdido su galvanizado, como roscas y componentes como pernos y tuercas, deberán ser recubiertas con dos capas de pintura de polvo de zinc y óxido de zinc, de acuerdo con la especificación ASTM D 520 ASTM D 79.

Cuando los anclajes de hormigón sean fundidos en el sitio, los anclajes no serán conectados al guardacaminos, sino hasta después de 7 días. Los rieles que sean instalados en curvas con radios de 45 m. o menos, deberán ser doblados previamente en la fábrica.

Los extremos de los guardacaminos que miren hacia el tráfico deberán ser enterradas, de acuerdo a las especificaciones establecidas en los planos.

Los elementos de rieles serán fijados a los postes de apoyo a distancias que no excedan los 3.81 m., o como se indique en los planos. Los lados y centro de los elementos de los barandales estarán en contacto con cada poste. Las juntas de los elementos de los barandales serán por superposición a no menos de 20 cm. y aseguradas con pernos.

La conexión empernada de los elementos de los barandales a los postes resistirá una fuerza mínima de aproximadamente 2.300 kg., aplicada en ángulo recto a la línea de los barandales. Todos los trabajos mecánicos se realizarán en fábrica y no se permitirá en el campo operaciones de punzar, corte o suelda. Las secciones terminales se instalarán de acuerdo con las recomendaciones de los fabricantes. Las cimentaciones de los postes de hierro serán de hormigón clase B. La parte del poste de acero que va enterrada debe ser tratada con una capa de pintura anticorrosiva o un recubrimiento de brea o alquitrán.

El material sobrante de las excavaciones, después de que se haya terminado la construcción de los barandales, será dispuesto en forma uniforme a lo largo del camino, en lugares indicados por el Fiscalizador.

**Medición.-** La medición de los guardacaminos se hará por metro lineal a lo largo de su superficie, exceptuando en las discontinuidades y secciones terminales.

Los anclajes y las secciones terminales se medirán por unidad, de acuerdo al tipo especificado e instalado, excepto aquellos que no estén especificados en la propuesta licitada; estos no serán medidos para pago unitario, sino que se incluirán en el pago del guardacamino.

Las barreras de hormigón se medirán por metro lineal a lo largo del tope de la barrera.

**Pago.-** Las cantidades aceptadas y entregadas de acuerdo a lo especificado, se pagarán al precio unitario de medida establecido en el contrato.

Cada uno de los rubros que se listan a continuación y que consten en la licitación, constituye el pago total y completo por los trabajos realizados y que se han señalado en esta sección.

**Nº del Rubro de Pago y Designación**

**Unidad de Medición**

703 Guardavías doble.....Metro Lineal (ml)

**705-4. Marcas de Pavimento Sobresalidas (MPS). TACHAS REFLECTIVAS BIDIRECCIONALES.**

Las marcas serán colocadas en sitios e intervalos que estén especificados, tanto en los planos, como en el contrato. No se procederá a la colocación de las marcas de pavimento en tanto no haya sido aprobada la superficie del pavimento.

Las marcas MPS serán aplicadas a una temperatura mínima de 21 grados centígrados. El pavimento tendrá superficie seca y, si la temperatura del pavimento es menor a 21 grados centígrados, se lo calentará con una fuerte irradiación de calor (no directamente con la llama). Los MPS serán calentados previamente a la colocación, mediante calor a una temperatura máxima de 49 grados centígrados por un tiempo máximo de 10 minutos.

El adhesivo se mantendrá a una temperatura de 16 a 29 grados centígrados antes y durante la aplicación. Los componentes del adhesivo epóxico serán mezclados uniformemente, hasta conseguir una consistencia adecuada previa a su uso. El adhesivo mezclado será desechado cuando, debido a la polimerización, se ha endurecido y reducido su trabajabilidad.

La mezcla adhesiva se aplicará en el área que ha sido preparada previamente. Luego el MPS será presionado en el sitio correspondiente, hasta que la mezcla adhesiva aparezca en toda la periferia del MPS. La cantidad requerida de adhesivo por cada dispositivo estará entre 20 y 40 gramos.

La secuencia de las operaciones serán ejecutadas tan rápido como sea posible. La mezcla adhesiva y el MPS serán colocados sobre el pavimento dentro de un tiempo máximo de 30 segundos, luego del precalentamiento y limpieza del pavimento. El MPS no deberá haberse enfriado más de un minuto antes de la colocación.

El Fiscalizador deberá verificar, por muestreo de al menos un 5% de los MPS colocados, que se cumpla con este requerimiento. El Fiscalizador deberá usar para el efecto un dinamómetro manual.

Los MPS estarán espaciados y alineados como se indique en los planos o como lo establezca el Fiscalizador. Se tolerará un desplazamiento no mayor de 1.5 cm. a la izquierda o a la derecha de la línea de referencia.

El Contratista removerá y reemplazará todas las marcas inadecuadamente localizadas, sin costo adicional para el Ministerio.

Las marcas de pavimento no serán colocadas sobre las juntas transversales o longitudinales del pavimento.

El color de los reflectores, cuando son iluminados por las luces de un automóvil, será de color claro, amarillo o rojo. Un mal color de reflexión será motivo para su rechazo.

**Métodos de medida.-** Las cantidades aceptadas de marcas de pavimentos serán medidas de la siguiente manera:

b) Método unitario. La cantidad a pagarse será el verdadero número de unidades (tales como flechas, símbolos, leyendas, MPS, etc.) de los tipos y tamaños especificados en el contrato, que han sido suministrados, terminados y aceptados por el Fiscalizador.

**Pago.-** Las cantidades entregadas y aceptadas en la forma que se indicó anteriormente, se pagarán al precio unitario establecido en el contrato. De acuerdo al listado de rubros que se indican a continuación y que se presentan en el cronograma de trabajo. Tales precios y pagos serán la compensación total del trabajo descrito en esta sección.

<b>Nº del Rubro de Pago y Designación</b>	<b>Unidad de Medición</b>
705-4 Marcas Sobresalidas de pavimento.....	Unidad (u)

## **207-2. RIEGO DE AGUA A GRAVEDAD PARA CONTROL DE POLVO**

**Descripción.-** Este trabajo consiste en el suministro y aplicación de agua para el control del polvo causado por el trabajo y el tránsito de los usuarios de la vía.

**Procedimiento de trabajo.-**

**General.-**

Debe proveerse un suministro adecuado de agua y el riego cuando sea necesario a cualquier hora (incluyendo noches, fines de semana y períodos de no trabajo) para el control del polvo.

Se establece dos formas de aplicación de agua: En sitios inaccesibles para la distribución mediante el tubo flauta del tanquero, el agua debe aplicarse uniformemente usando un distribuidores de tipo a presión, con tubería equipada con lanzamiento a distancia de un chorro de agua y/o con sistemas de rocío o mangueras con boquillas. Cuando se trata de riego en vías con rodadura en tierra o los sobreanchos accesibles al carro tanquero se lo realiza mediante la distribución a gravedad con el tubo flauta.

a) Control de polvo del proyecto para beneficio del público. Debe controlarse el polvo dentro de los límites de la construcción a todas horas mientras el proyecto esté abierto al tránsito del público. Cuando el proyecto no está abierto al tránsito del público, debe controlarse el polvo en las áreas del proyecto en donde existan viviendas habitadas en la vecindad o lugares de negocios. El control del polvo también debe ejecutarse en desvíos aprobados en uso, habilitados para el proyecto. El agua debe aplicarse en los lugares, cantidad y frecuencia ordenados por el Fiscalizador.

b) Otros sitios de control del polvo. El polvo debe controlarse también en los frentes de obra para proteger a los obreros, en áreas de estacionamiento del equipo cercano a los campamentos; y en el proyecto, durante todos los períodos no cubiertos en el apartado anterior (a).

**Materiales.-** Agua.

**Aceptación.-** El suministro y riego del agua será evaluado bajo la fiscalización y fiscalización, verificando la efectividad de la actividad.

**Medición.-** Cuando el riego de agua para el control del polvo sea hecho de acuerdo con la Subsección 207- 2.01 (a), la medición se hará por litro en el vehículo de acarreo o mediante aforo durante el suministro. No se medirá el agua aplicada según la Subsección 207-2.01 (b).

**Pago.-** Las cantidades medidas se pagarán a los precios contractuales para los rubros designados a continuación y que consten en el contrato.

Estos pagos constituirán la compensación total por la planificación, transporte y realización de las actividades descritas; así como por toda la mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas para la ejecución de los trabajos indicados anteriormente.

**Nº del Rubro de Pago y Designación**

**Unidad de Medición**

Riego de agua a gravedad para el control de polvo.....Litros (lt)

## **712-0. SEÑALIZACIÓN AMBIENTAL A LADO DE LA CARRETERA 1.80m x 1.20m**

**Descripción.-** Trata sobre la implementación de una adecuada señalización con temas alusivos a la prevención y control de las actividades humanas a fin de evitar deterioros ambientales en las zonas de trabajo de la obra vial,, de acuerdo con el Reglamento Técnico Ecuatoriano INEN 004 Señalización vial. Parte1. Señalización Vertical.

**Procedimiento de trabajo.-** Antes de iniciar los trabajos preliminares en la obra, el Contratista implementará una adecuada rotulación ambiental de carácter: i) informativa, ii) preventiva y iii) de restricciones. Las señales informativas tendrán como objetivo el advertir a los trabajadores, visitantes y población aledaña a la zona de la obra sobre la ejecución de trabajos relacionados con la vía.

Las señales preventivas tendrán por objetivo advertir a los trabajadores y usuarios de la vía acerca de la existencia y naturaleza de peligros potenciales en las zonas de trabajo, e indicar la existencia de ciertas limitaciones o prohibiciones que se presenten, especialmente en cuanto a la velocidad de circulación Las señales de restricción señalarán las acciones que no se deben realizar a fin de no causar impactos ambientales negativos en el entorno. La temática particular para cada tipo de rótulo, así como el material y ubicación estarán contemplados en las especificaciones ambientales particulares o en su caso por el criterio del Fiscalizador. Este tipo de rotulación incluirá la fabricación y colocación de los letreros de acuerdo con los planos de la obra o disposiciones del Fiscalizador. En casos en se estime conveniente y previa aprobación de la Fiscalización, se colocarán letreros con iluminación artificial en las zonas de peligro. Salvó casos en que la Fiscalización lo considere inconveniente, los letreros serán de madera tratada y con leyendas y dibujos en bajo relieve.

**Medición.-** La medición de los rótulos será unitaria y se pagarán por unidad a los precios contractuales que consten en el contrato.

**Pago.-** Estos precios y pagos constituirán la compensación total por la construcción y colocación de los rótulos; en los pagos se incluirán mano de obra, materiales, herramientas, equipos y operaciones conexas a la instalación misma en el sitio.

**Nº del Rubro de Pago y Designación**

**Unidad de Medición**

712-0 Señalización Ambiental al lado de la carretera 1.80m x 1.20m.....Unidad (u)

### **310-1. ESCOMBRERA DE MATERIALES DE DESALOJO**

**Definición.-** Comprende la ubicación, tratamiento y mantenimiento de las zonas denominadas escombreras o botaderos, las cuales recibirán los restos o residuos de cortes en la vía, materiales pétreos desechados, suelos contaminados, y otros con características similares a los señalados, así como también los materiales clasificados como material inadecuado y material excedente.

Por ningún motivo los desechos indicados serán arrojados a los cauces naturales ni a media ladera; estos serán almacenados en sitios previamente identificados en la evaluación de impactos ambientales o de acuerdo a lo que disponga el Fiscalizador y en todo caso, los trabajos se realizarán teniendo en cuenta condiciones adecuadas de estabilidad, seguridad e integración con el entorno.

#### **Procedimiento de trabajo.-**

**Ubicación.-** En el caso que las especificaciones ambientales particulares no mencionen nada al respecto, será el Contratista quien propondrá al Fiscalizador los lugares escogidos como escombreras o botaderos, y que serán aquellos sitios que cumplan con las siguientes condiciones mínimas:

- Respetar la distancia de transporte dentro de los parámetros establecidos para tal efecto por el MTOP y que no afecten el costo de transporte ni produzca efectos visuales adversos.
- Alcanzar una adecuada capacidad de almacenamiento, la cual está en función del volumen de estériles a mover.
- Alcanzar la integración y restauración de la estructura con el entorno.
- Verificar la capacidad portante suficiente para el volumen a recibir.
- Garantizar el drenaje.
- No producir alteraciones sobre hábitats y especies protegidas circundantes.

El Contratista evitará el depósito de materiales y desechos de la construcción, rehabilitación o mantenimiento vial en las siguientes áreas:

- a) Derecho de vía de la obra; se considerará una excepción, siempre que a la finalización de los trabajos el sitio quede estéticamente acondicionado y con taludes estables.
- b) Lugares ubicados a la vista de los usuarios de la carretera.
- c) Sitios donde existan procesos evidentes de arrastre por aguas lluvias y erosión eólica.
- d) Zonas inestables o de gran importancia ambiental (humedales, de alta producción agrícola, etc.).

Deberá preferirse aquellos lugares en los cuales los suelos no tengan un valor agrícola; donde no se altere la fisonomía original del terreno y no se interrumpan los cursos naturales de aguas superficiales y subterráneas, tales como depresiones naturales o artificiales, las cuales serán rellenadas ordenadamente en capas y sin sobrepasar los niveles de la topografía circundante, respetando siempre el drenaje natural de la zona.

**Tratamiento.-** Previo al uso de las escombreras, el Contratista presentará al Fiscalizador por escrito los planos de ubicación, los tipos de materiales y el procedimiento para su depósito, el volumen del depósito, la descripción del sitio a rellenar (tipo de vegetación si la hubiere, suelos, geología, geomorfología, e hidrología), diseño planimétrico y altimétrico del depósito proyectado, mecanismos de control de la erosión hídrica y eólica, medidas de restauración paisajística, definición del uso posterior del área ocupada y fotografías del área en las etapas: previa, durante y finalizado el tratamiento.

Una vez que ha sido elegida el área, y aprobada la documentación correspondiente por parte del Fiscalizador, el Contratista deberá:

- Retirar la capa orgánica del suelo hasta que se encuentre la que estuvo proyectada y que realmente soportará el sobrepeso del almacenamiento o relleno. Este suelo orgánico servirá posteriormente para la recuperación ambiental.
- Vigilar que la construcción de los taludes del acopio de material tengan la pendiente proyectada a fin de evitar deslizamientos. Si es necesario se colocarán muros de pie perimetrales a la zona tratada.
- El Contratista suministrará e instalará a su costo entibados, tablestacas y cualquier otro tipo de protección temporal que, a juicio del Fiscalizador, sea necesario a fin de precautelar la seguridad e integridad de los trabajadores, del riesgo de derrumbes y deslizamientos.
- El material excedente de la obra, será trasladado y depositado en estos sitios por medio de volquetes, para luego ser tendido y nivelado con una motoniveladora. A fin de lograr una adecuada compactación deberá realizarse por lo menos 4 pasadas de tractor de orugas y en las capas anteriores a la superficie definitiva por lo menos 10 pasadas.
- Bajo estas capas de material no compactado deberá existir un sistema de drenaje subsuperficial, el mismo que permitirá la evacuación de las aguas lluvias o de las aguas

de riego infiltradas en el botadero, evitando además la presencia de subpresiones en los diques perimetrales previstos para confinar el material.

- Una vez alcanzada la capacidad de diseño, colocar una capa de 30 cm de material orgánico, el guardado previamente u otro que permita aplicar las consideraciones de mejoramiento del paisaje dentro de la zona lateral del camino.

**Mantenimiento.-** Terminadas las tareas de tratamiento del botadero, se realizará su mantenimiento hasta la recepción definitiva de la obra, especialmente en aspectos tales como: estabilidad de taludes, drenaje, intrusión visual y prevención de la erosión.

**Medición.-** La medición comprenderá la verificación in situ de cada uno de los trabajos descritos a conformidad del Fiscalizador.

**Pago.-**

El pago de la cantidad establecida en la forma indicada en el numeral anterior se pagará al precio que conste en el contrato, de acuerdo al rubro abajo designado.

**Nº del Rubro de Pago y Designación**

**Unidad de Medición**

310-1 Escombrera de materiales de desalojo .....metro cubico (m3)

## CAPITULO VII

### 7. BIBLIOGRAFÍA

- Granulometría: “Análisis Granulométrico en los áridos fino y grueso”. (ASTM D-22; AASHTO T 27 -88) Humedad natural ASTM D2216
- Límite líquido: “Determinación del Límite Líquido método casa Grande” Y Limite plástico (ASTM 4318, AASHTO T 89-90, INEN 691-692)
- Compactación: uso Relación densidad humedad, método AASHTO T 180-90.
- CBR: Diseño, para el uso estructural del pavimento, método ASTM D 698-70
- Diseño de Pavimento Estructural Flexible: Método AASHTO 1993
- Comisión Nacional del Transporte Terrestre, Transitóy Seguridad Vial
- Norma INEN (Señalización Vial Parte 1. Señalización Vertical CO08.02-901).
- Norma INEN (Señalización Vial Parte 2. Señalización Horizontal CO08.02-902).
- Cueva Moreno Pio. (Edición 2001). Proyecto, Construcción, Fiscalización y Mantenimiento de Caminos. Loja Ecuador.
- Norma Ecuatoriana Vial (NEVI – 12 – MTOP). Volumen 2A - 2B- 3 Ministerio de Transporte y Obras Públicas.
- Especificaciones generales para la construcción para caminos puentes MOP -001-F-2002.
- Guía de diseño para elementos adyacentes a la carretera de la AASHTO (AASHTO Roadside Design Guide) 2011
- Instituto Nacional de Meteorología e Hidráulica (INAMHI). Anuario Meteorológico.
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC)
- VEN TE, Chow. (1982). Hidráulica de los canales abiertos. Editorial Dian. Mexico.
- Manual de Pavimentos AASHTO, 1993.