



Facultad de Ciencia y Tecnología

Escuela de Ingeniería Civil y Gerencia de Construcciones

**Rectificación del camino vecinal de la vía de acceso a la comunidad
de Cungapiti**

**Trabajo de graduación previo a la obtención del título de:
INGENIERO CIVIL CON MENCIÓN EN GERENCIA DE
CONSTRUCCIONES**

Autor:

LUIS FERNANDO MOROCHO ARENILLAS

Director:

VÍCTOR FERNANDO PINOS MATA

CUENCA, ECUADOR

2015

AGRADECIMIENTOS

El presente proyecto no fue elaborado solamente por mi persona; en el intervino mucha gente allegada a mí, quienes me dieron fuerzas en los momento más complicados y me brindaron apoyo moral y espiritual durante este largo proceso.

Quisiera agradecer en primer lugar a Dios ya que él ha estado presente en todos mis actos y todo el trabajo que realice lo hice en su nombre. A mis padres, Fernando Morocho y Enma Arenillas; y, hermanos, Ismael e Israel Morocho Arenillas, que son el pilar fundamental de mi vida; mediante ellos he aprendido a no rendirme nunca; he aprendido que la vida es dura, pero que alegría estar en ella, compartiendo momentos con personas tan especiales; he aprendido que nadie te regala nada, si quieres conseguir algo tienes que luchar por tu sueño; y este es el caso.

Por otra parta quisiera dar las gracias a mi tutor, Ing. Víctor Pinos; ya que él, con sus conocimientos, me ha guiado durante este proceso, ha sabido solventar mis dudas y brindarme una salida a ciertos problemas que se han presentado a lo largo de este periodo. No quisiera pasar por alto el agradecimiento a mi Universidad, la Universidad del Azuay; y, a sus profesores, ya que en sus aulas se van forjando los profesionales del futuro, no solamente recibiendo conocimientos teóricos y técnicos, al contario, sus profesores nos has formado en valores, siempre buscando servir a la comunidad, sin buscar el beneficio personal.

INDICE DE CONTENIDOS

CONTENIDOS	Páginas
AGRADECIMIENTOS	ii
INDICE DE FIGURAS	vi
INDICE DE TABLAS	vii
RESUMEN.....	viii
ABSTRACT	ix
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	3
1.1 ANTECEDENTES	3
1.2 LOCALIZACIÓN	3
1.3 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	5
CAPITULO II: ESTUDIOS PRELIMINARES	8
2.1 ESTUDIO DE TRÁFICO	8
2.1.1 Trafico actual	8
2.1.2 Proyección del tráfico	13
2.1.3 Velocidad de diseño.....	19
2.1.4 Velocidad de circulación	20
2.2 ESTUDIO TOPOGRÁFICO	20
2.3 ESTUDIO HIDROLÓGICO	22
2.3.1 Cálculo de caudales	24
2.3.2 Drenaje de la vía	29
2.3.3 Geología regional.....	33
2.3.4 Geomorfología regional.....	34
2.3.5 Geología local	34
CAPITULO III: DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA	35

3.1	ALINEAMIENTO HORIZONTAL.....	35
3.1.1	Curvas circulares simples	35
3.2	ALINEAMIENTO VERTICAL.....	47
3.2.1	Elementos del alineamiento vertical.....	47
3.2.2	Cálculo de la cota de proyecto en una curva vertical	47
3.2.3	Distancias de visibilidad.....	48
3.2.4	Longitudes mínimas de curvas verticales	53
3.3	MOVIMIENTO DE TIERRAS.....	66
CAPÍTULO IV: ESTUDIO DE SUELOS		75
4.1	ENSAYOS DE LABORATORIO.....	76
CAPÍTULO V: DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO		79
5.1	PAVIMENTO FLEXIBLE.....	79
5.1.1	CBR de diseño	80
5.1.2	Estructura del pavimento	80
CAPÍTULO VI: PRESUPUESTO.....		89
6.1	VOLÚMENES DE OBRA.....	89
6.2	ANÁLISIS DE PECIOS UNITARIOS	90
6.3	PRESUPUESTO REFERENCIAL	91
6.4	ESPECIFICACIONES Y RECOMENDACIONES.....	91
6.4.1	Excavación y relleno.....	92
6.4.2	Acabado de la obra básica	92
6.4.3	Mejoramiento de la subrasante, conformación y compactación.....	93
6.4.4	Base de agregados.....	94
CONCLUSIONES.....		97
BIBLIOGRAFIA.....		100

ANEXOS	102
Anexo 1: Modelo de encuesta	102
Anexo 2: Conteo de tráfico manual.....	105
Anexo 3: Corrección y ajuste de la poligonal	106
Anexo 4: Tabla de control del peralte	108
Anexo 5: Tangente intermedia y longitud mínima de curva	109
Anexo 6: Tabla de sobre ancho	111
Anexo 7: Ubicación de las perforaciones.....	112
Anexo 8: Ensayos de laboratorio.....	115
Anexo 9: Análisis de precios unitarios.....	123
Anexo 10: Presupuesto referencial.....	154

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.1: Ubicación de la comunidad de Cungapiti.....	4
Figura 2.1: Regresión lineal de datos de la proyección de tráfico	16
Figura 2.2: Hietograma de la estación Biblián.....	23
Figura 2.3: Curva Intensidad-Duración-Frecuencia (IDF).....	27
Figura 2.4: Dimensiones estándar de una cuneta triangular	30
Figura 2.5: Dimensiones de la cuneta de diseño	31
Figura 3.1: Curva circular simple	36
Figura 3.2: Transición del peralte en planta.....	40
Figura 3.3: Transición del peralte en corte.....	41
Figura 3.4: Distancia de visibilidad de parada	49
Figura 3.5: Curva vertical convexa	53
Figura 3.6: Curva vertical cóncava	54
Figura 5.1: Factor de carga equivalente	82
Figura 5.2: Número estructural corregido.....	85

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.1: Procesamiento de datos obtenidos en las encuestas.....	6
Tabla 2.1: Composición de tráfico	9
Tabla 2.2: Cálculo del factor diario (Fd).....	11
Tabla 2.3: Consumo de combustibles en el Cañar 2011	12
Tabla 2.4: Cálculo de factores de mayoración para TPDA 2014.....	13
Tabla 2.5: Cálculo del TPDA 2014.....	13
Tabla 2.6: Proyección de tráfico al 2029	15
Tabla 2.7: Valores para el TPDA 2029	18
Tabla 2.8: Clasificación funcional de las vías en base al TPDA d	19
Tabla 2.10: Precipitaciones hidrológicas (mm)	22
Tabla 2.11: Coeficiente de escorrentía.....	25
Tabla 2.12: Intensidades de las lluvias de diseño	28
Tabla 2.13: Coeficiente de escorrentía para alcantarillas.....	32
Tabla 3.1: Valor del peralte.....	37
Tabla 3.2: Gradiente de transición del peralte (i).....	39
Tabla 3.3: Alineamiento horizontal 1.....	44
Tabla 3.4: Alineamiento horizontal 2.....	45
Tabla 3.5: Coeficientes de fricción	50
Tabla 3.6: Distancia de visibilidad de adelantamiento.....	53
Tabla 3.7: Ajuste de cotas tramo 1	56
Tabla 3.8: Diseño vertical 1	57
Tabla 3.9: Ajuste de cotas tramo 2.....	60
Tabla 3.10: Diseño vertical 2	62
Tabla 3.11: Reporte de volúmenes 1.....	67
Tabla 3.12: Reporte de volúmenes 2.....	70
Tabla 4.1: Detalle de los pozos de excavación	75
Tabla 4.2: Resultados de los ensayos de laboratorio.....	77
Tabla 5.1: Clasificación del tránsito pesado	81
Tabla 5.2: Factor de carga equivalente	83
Tabla 5.3: Coeficiente de las capas de pavimento	87
Tabla 5.4: Número estructural obtenido.....	88
Tabla 5.5: Espesores de las capas de pavimento.....	88
Tabla 6.1: Volumen de desbroce, desbosque y limpieza	89
Tabla 6.2: Volumen de excavación.....	89
Tabla 6.3: Volumen de material transportado.....	90
Tabla 6.4: Volumen de cunetas	90
Tabla 6.5: Granulometría de la capa de base	95
Tabla C-1: Conclusiones del diseño horizontal	97
Tabla C-2: Conclusiones del diseño vertical.....	98

RECTIFICACIÓN DEL CAMINO VECINAL DE LA VÍA DE ACCESO A LA COMUNIDAD DE CUNGAPITI

RESUMEN

Este proyecto lleva consigo un alto grado de importancia en el ámbito productivo y social para la comunidad de Cungapiti. La vía de acceso a la comunidad se encuentra en mal estado, por lo que existe una limitación en el flujo vehicular del lugar. El objetivo del presente proyecto es desarrollar los estudios completos para que, posteriormente, el Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia del Cañar proceda a la construcción de la obra; los estudios fueron realizados de acuerdo a las especificaciones vigentes para el sector vial del Ecuador. Con la rectificación y mantenimiento de la carretera lo que se pretende es mejorar la calidad de vida de las personas, cuidar sus intereses; y, brindarles una vía segura y confiable para la transportación de sus productos.

Palabras Clave: Ensanchamiento vial, tratamiento calzada, carpeta asfáltica, seguridad, tránsito fluido.



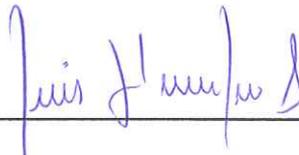
Víctor Fernando Pinos Mata

Director de Tesis



Paul Cornelio Cordero Díaz

Director de Escuela



Luis Fernando Morocho Arenillas

Autor

MODIFICATION OF THE LOCAL ROAD TO ACCESS THE COMMUNITY OF CUNGAPITI

ABSTRACT

This project involves a high degree of importance for the community of *Cungapiti* in the productive and social areas. The road to access the community is in very poor conditions; therefore, there is a limitation in the traffic flow to the place. The objective of this project is to develop a comprehensive study so that the Decentralized Autonomous Government of the Province of Cañar will proceed with its construction. The studies were performed in accordance with the existing specifications for the road sector of Ecuador. The purpose of the road modification and maintenance is to improve the quality of life of its people, look after their interests; and provide them with a safe and reliable road for the transportation of their products.

Keywords: Road Widening, Road Treatment, Asphalt, Safety, Transit Flow



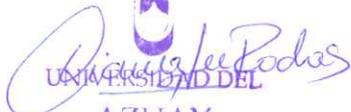
Victor Fernando Pinos Mata
Thesis Director



Paul Cornelio Cordero Díaz
School Director



Luis Fernando Morocho Arenillas
Author



UNIVERSIDAD DEL
AZUAY
Dpto. Idiomas



Translated by,
Lic. Lourdes Crespo

Morocho Arenillas Luis Fernando

Trabajo de Grado

Ing. Víctor Fernando Pinos Mata

Mayo, 2015

RECTIFICACIÓN DEL CAMINO VECINAL DE LA VÍA DE ACCESO A LA COMUNIDAD DE CUNGAPITI

INTRODUCCIÓN

En la provincia del Cañar, ubicada en el centro sur del callejón interandino, se encuentra la comunidad de Cungapiti; un pequeño poblado constituido por gente humilde, de bajos recursos; que se dedican particularmente a la ganadería y a la elaboración de productos lácteos. Esta comuna ha venido sufriendo, años atrás, de una calzada vial muy reducida y de pésimas características, por lo que se ha visto la necesidad, conjuntamente con el Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia del Cañar, de elaborar los estudios de tráfico completos para que posteriormente esta institución pueda ejecutar la rectificación de la calzada vial para este sector de la provincia.

En esta comunidad está implantada una fábrica de quesos, la misma que transporta sus productos a diferentes puntos de la provincia del Cañar; pero debido a la mala infraestructura vial que posee la comuna, el transporte de estos productos se ve afectado, ya sea por pérdida de tiempo en sus entregas, deterioros en los vehículos que lo transportan, entre otros. Además sus habitantes se dedican a la comercialización de ganado; y, una vía en estas condiciones afecta la transportación del mismo. Por lo que se considera necesario realizar un estudio de mejoramiento vial para este sector.

El proyecto presentara una calzada constituida por pavimento asfáltico, misma tendrá un tiempo de vida útil de 15 años; para lo cual se han realizados los correspondientes estudios preliminares, el diseño geométrico vial y el cálculo de los espesores del

pavimento. Mediante estos parámetros se pretende brindar a los habitantes de la comunidad una vía segura y confiable para la transportación y comercialización de sus productos a los diferentes lugares de la provincia.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES

El Gobierno Autónomo Descentralizado (GAD) de la Provincia del Cañar ha venido trabajando todo este tiempo por el desarrollo y progreso de la provincia (Gobierno Provincial del Cañar, 2014), englobando varios aspectos, uno de ellos es el de infraestructura vial que carecen ciertos pueblos y comunidades, con el fin de mejorar el bienestar y calidad de vida de sus habitantes.

Cungapiti es una comunidad pequeña conformada por gente humilde, de bajos recursos que se dedican generalmente a la ganadería, por lo que se pretende ejecutar este proyecto, el mismo que será de utilidad al GAD de la Provincia del Cañar para contratar la construcción de la vía de acceso a dicha comunidad, esta será de gran importancia para mejorar el flujo vehicular tanto del transporte liviano como pesado, facilitando la movilización de los habitantes de dicha comunidad para que puedan comercializar sus productos.

1.2 LOCALIZACIÓN

Cungapiti se encuentra ubicada en el centro sur de la Provincia del Cañar, las coordenadas planas de la comuna son (Gobierno Provincial del Cañar, 2014):

Norte: 9'708.868

Este: 732.738,5

Y se halla a una altura de 3420 metros.

La carretera que forma parte del proyecto consta de 2 kilómetros de longitud, es una vía de tipo rural y tiene conexión con la Panamericana Azogues – Biblián - Cañar

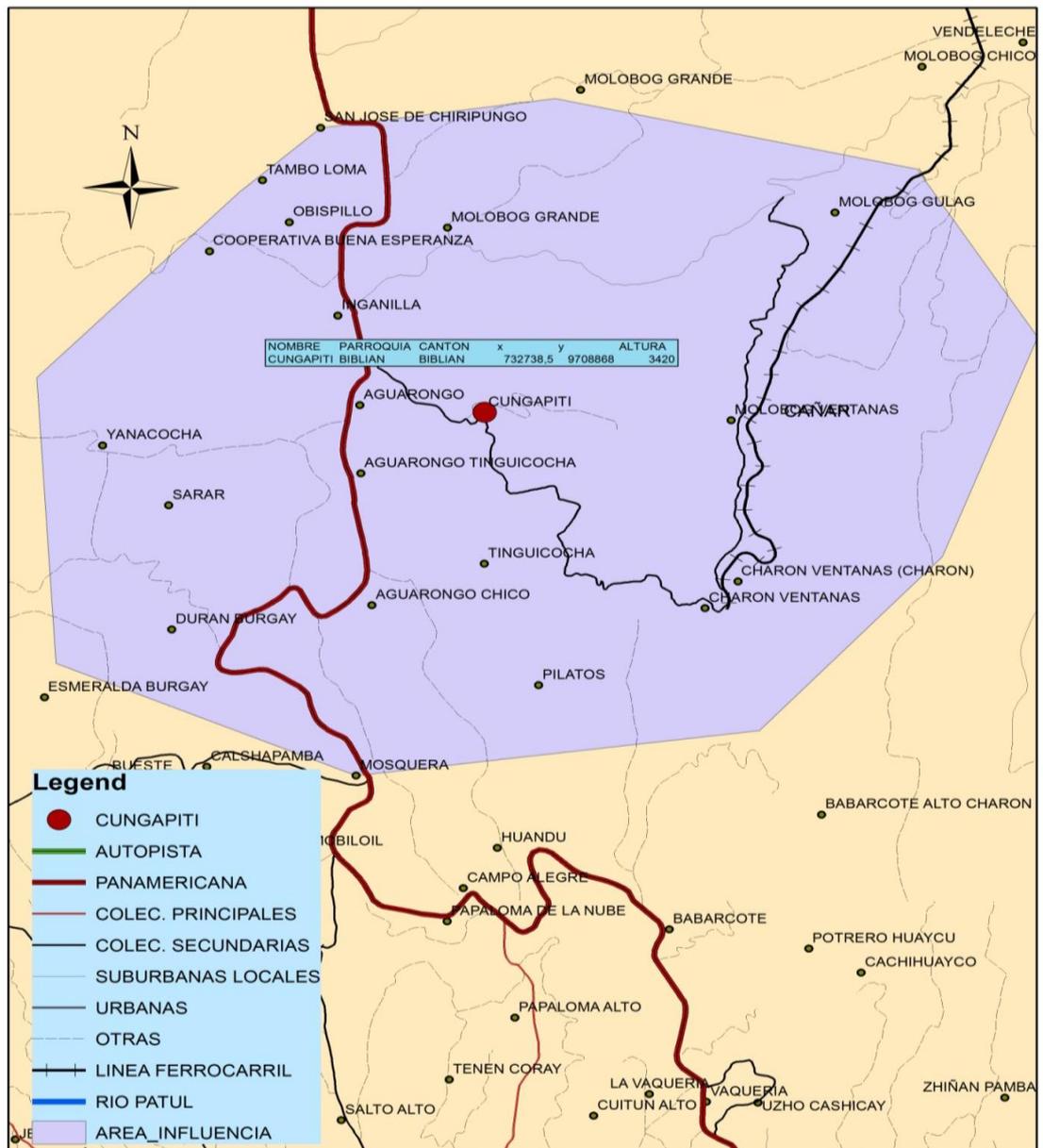


Figura 1.1: Ubicación de la comunidad de Cungapiti
Fuente: Gobierno Provincial del Cañar

1.3 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Considerando que la comunidad alberga aproximadamente 472 habitantes (214 hombres y 258 mujeres); y, que cada familia está compuesta por 5 personas en promedio (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2010), se elaboró 30 encuestas (Anexo 1) que representan alrededor del 32% de las familias que habitan en la comunidad, estas permitirán conocer aspectos relevantes para el estudio propuesto. A continuación se presenta los resultados obtenidos, debidamente procesados:

Tabla 1.1: Procesamiento de datos obtenidos en las encuestas

PROCESAMIENTO DE DATOS OBTENIDOS EN LAS ENCUESTAS					
1. ¿Conoce usted acerca del proyecto que el GAD de la Provincia del Cañar pretende ejecutar sobre la vía de acceso a la comunidad?					
	Si	No			
Cantidad	14	16			
Porcentaje	47%	53%			
2. ¿Está de acuerdo en la ejecución de este proyecto?					
	Si	No			
Cantidad	30	0			
Porcentaje	100%	0%			
3. ¿Con que frecuencia usted se moviliza hacia otros sectores de la provincia?					
	Alta	Media	Baja		
Cantidad	12	9	9		
Porcentaje	40%	30%	30%		
4. ¿El estado actual de la vía genera problemas de tráfico?					
	Si	No			
Cantidad	18	12			
Porcentaje	60%	40%			
5. ¿A qué actividad se dedica usted?					
	Agricultura	Ganadería	Otros		
Cantidad	0	24	6		
Porcentaje	0%	80%	20%		
6. ¿Si se dedica a la agricultura o ganadería, el estado actual de la vía dificulta el transporte de sus productos para comercializarlos fuera de la comunidad?					
	Si	No			
Cantidad	30	0			
Porcentaje	100%	0%			
7. ¿En qué día existe una mayor movilización desde la comunidad hacia los diferentes sectores para la comercialización de los productos?					
	Sábado	Todos los días (excepto sábado)			
Cantidad	23	7			
Porcentaje	77%	23%			
8. ¿En el caso de ejecutarse este proyecto cree usted que existiría una mejor comunicación entre las comunidades vecinas de la provincia?					
	Si	No			
Cantidad	30	0			
Porcentaje	100%	0%			
9. ¿El mejoramiento de la vía le traerá beneficios en?					
	Movilización	Negocio	Comunicación	Todos los indicados	
Cantidad	0	0	0	30	
Porcentaje	0%	0%	0%	100%	
10. ¿Estaría usted dispuesto a apoyar la realización de esta obra, orientada a contribuir en el mejoramiento de la carretera?					
	Si	No			
Cantidad	30	0			
Porcentaje	100%	0%			

Fuente: Autor

Se observa que la vía de acceso a la comunidad de Cungapiti, a más de ser estrecha, presenta cierto grado de deterioro, por lo que es de gran importancia llevar a cabo este proyecto; además se ha notado que los habitantes de la comunidad tienen una serie de inconvenientes al transportar sus productos debido al mal estado que presenta la vía. Para ratificar esta información se ha realizado una encuesta (ver formato en anexo 1) a los habitantes de la comunidad, en la cual ellos dan a conocer lo valioso que significa la realización de este proyecto, la comunidad está habitada por gente humilde, que se dedica particularmente al ganado y el estado actual de la vía dificulta el transporte de sus animales hacia los diferentes sectores de la provincia, también en la comunidad se encuentra implantada una fábrica de quesos, misma que para la comercialización de sus productos, requiere de una vía adecuada; de ahí la necesidad de ejecutar este proyecto.

CAPITULO II

ESTUDIOS PRELIMINARES

2.1 ESTUDIO DE TRÁFICO

El diseño vial de una carretera, requiere de un estudio de tráfico previo; este estudio se realiza con el objetivo de calcular la capacidad máxima de la vía, es decir, calcular el volumen máximo de vehículos que transitan por la misma.

Uno de los parámetros a considerar en el diseño de carreteras es el cálculo del TPDA, el TPDA (Tránsito Promedio Diario Anual) de una carretera, es el volumen total de vehículos que pasan por un punto o sección de una carretera en un periodo de tiempo determinado, que es mayor a un día y menor o igual a un año, dividido por el número de días comprendido en dicho periodo.

La información reflejada en el estudio debe comprender la determinación del tráfico actual, la misma que se establece mediante un conteo manual (Anexo 2); y la proyección de tráfico que se realizara mediante censos de crecimiento poblacional y vehicular del área de estudio, para este proyecto el tráfico será proyectado a 15 años.

2.1.1 Trafico actual

Es el tráfico existente en la carretera antes de ser mejorada y se obtiene a través de conteos volumétricos (Hurtado, 2012).

Para la elaboración del conteo vehicular se procedió a realizar la siguiente clasificación vehicular:

Livianos:

Son todos los vehículos de 2 ejes que no posean doble llanta en su eje posterior, entre estos están los automóviles, camionetas, jeeps y furgonetas.

Pesados:

- Buses: vehículos destinados al transporte de pasajeros y comprenden bus liviano y bus pesado
- Camiones: Vehículos destinados al transporte de carga, entre estos encontramos: camiones livianos (2 ejes, eje posterior llanta simple), camiones medianos (2 ejes, eje posterior llanta doble) y camiones pesados (3 ejes).
- Tráiler: Vehículos destinados al remolque de cargas pesadas, están constituidos por 4 o más ejes.

El conteo vehicular se efectuó durante 7 días consecutivos, desde el viernes 04 de julio de 2014 hasta el jueves 10 de julio de 2014, de seis de la mañana a seis de la tarde con intervalos de quince minutos entre conteos, en la (Tabla 2.1) se muestran los resultados del conteo de tráfico manual.

Tabla 2.1: Composición de tráfico

Día	Livianos	Buses	C. 2 ejes	C. 3 ejes	Tráiler
Lunes	50	8	14	11	0
Martes	49	8	14	10	2
Miércoles	54	8	13	10	2
Jueves	57	8	18	14	0
Viernes	65	7	15	11	2
Sábado	61	7	23	18	0
Domingo	56	6	15	11	1
Total	392	52	112	85	7

Fuente: Autor

$$392 + 52 + 112 + 85 + 7 = 648 \text{ veh\u00edculos}$$

Para determinar el Tr\u00e1fico actual (T_A):

$$T_A = \frac{\text{Total de veh\u00edculos}}{\text{Tiempo}} = \frac{648}{7} = 93 \text{ veh\u00edculos/d\u00eda}$$

2.1.1.1 Determinación del TPDA

Considerando que el tráfico sufre variaciones horarias, diarias, semanales y mensuales; calculamos el TPDA por medio de la siguiente expresión:

$$TPDA = TO(Fh * Fd * Fs * Fm)$$

- Tráfico observado (TO): Es aquel que se realizó en el lugar de estudio, el mismo que se desarrolló durante 7 días consecutivos, el resumen del conteo de tráfico observado se presenta en la (Tabla 2.1)
- Factor horario (Fh):

$$Fh = \frac{\text{Total tráfico del día de C. A. correspondiente día del C. M.}}{\text{Tráfico correspondiente a las horas del conteo manual}}$$

Lo que pretende este factor es llevar el conteo manual realizado por 12 horas, a 24 horas, como el conteo vehicular se realizó durante el periodo diurno, se sabe que el tráfico nocturno es considerablemente menor; por lo que el factor horario fluctúa entre 1,10 a 1,40. Al no disponer de un conteo automático para este estudio; y de acuerdo al tipo de vía, se ha considerado un Fh = 1,10.

- Factor diario (Fd):

$$Fd = \frac{\text{Promedio diario semanal}}{\text{Número de vehículos de cada día}}$$

Este factor lo que pretende es extrapolar el tránsito diario a tránsito semanal; los valores calculados se presentan en la (Tabla 2.2).

Tabla 2.2: Calculo del factor diario (Fd)

Día	# vehículos	Fd
Lunes	83	1,12
Martes	83	1,12
Miércoles	87	1,06
Jueves	97	0,95
Viernes	100	0,93
Sábado	109	0,85
Domingo	89	1,04
Total	648	
Promedio	92,571	

Fuente: Autor

- Factor semanal (Fs):

$$F_s = \frac{\text{Promedio de tráfico semanal}}{\text{Tráfico de la semana}}$$

En este caso el valor del factor semanal es $F_s = 1$

- Factor mensual (Fm):

$$F_m = \frac{\text{Consumo promedio mensual de los combustibles anuales}}{\text{Consumo del mes de conteo}}$$

Para el cálculo de este factor se necesita del consumo de combustibles mes a mes, en el año más próximo a la fecha de conteo.

Los valores más actualizados del consumo de combustibles para la provincia del Cañar se muestran en la (Tabla 2.3).

Tabla 2.3: Consumo de combustibles en el Cañar 2011

Mes	Gasolina Extra	Gasolina Super	Diesel 2	Diesel Premium	Total
ENERO	767401	188886	1156338	0	2112625
FEBRERO	747142	173031	1000854	0	1921027
MARZO	857878	206868	1201563	0	2266309
ABRIL	786744	189907	1038497	0	2015148
MAYO	818551	189861	1197985	0	2206397
JUNIO	823427	188918	1324598	0	2336943
JULIO	842323	193906	1451250	0	2487479
AGOSTO	910334	223751	1670889	0	2804974
SEPTIEMBRE	839903	211813	1587533	0	2639249
OCTUBRE	851668	205233	1647566	0	2704467
NOVIEMBRE	827276	199892	1383313	267151	2677632
DICIEMBRE	916300	217702	910706	712714	2757422
Total	9988947	2389768	15571092	979865	28929672
Promedio	832412,25	199147,33	1297591	81655,417	2410806

Fuente: Secretaria de Hidrocarburos del Ecuador, 2011

$$Fm = \frac{2410806}{2487479} = 0,97$$

En la (Tabla 2.4) se mostraran los valores de los factores de mayoración.

$$Fe = Fh * Fd * Fs * Fm$$

Tabla 2.4: Cálculo de factores de mayoración para TPDA 2014

		Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Factor horario	Fh	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
Factor diario	Fd	1,12	1,12	1,06	0,95	0,93	0,85	1,04
Factor semanal	Fs	1	1	1	1	1	1	1
Factor mensual	Fm	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97
Factor de Expansión	Fe	1,19	1,19	1,13	1,02	0,99	0,91	1,11

Fuente: Autor

A continuación se mostrará el valor del TPDA 2014, en la (Tabla 2.5).

Tabla 2.5: Cálculo del TPDA 2014

Fe	1,19	1,19	1,13	1,02	0,99	0,91	1,11	TOTAL	TOTAL PROMEDIO
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo		
Livianos	59	58	61	58	64	55	62	418	60
Buses	10	10	9	8	7	6	7	56	8
C. 2 ejes	17	17	15	18	15	21	17	119	17
C. 3 ejes	13	12	11	14	11	16	12	90	13
Tráiler	0	2	2	0	2	0	1	8	1
TOTAL	99	96	96	99	97	99	98	691	99
TPDA								99	

Fuente: Autor

2.1.2 Proyección del tráfico

Es el volumen de tráfico que se estima tendrá la vía nueva o mejorada durante su vida útil, en este caso 15 años. Para el cálculo de la proyección, se utilizarán estadísticas censales del crecimiento poblacional y vehicular de la zona de estudio (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos).

La proyección de tráfico se calcula a través de la siguiente ecuación:

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

Donde: Tf: Tráfico futuro
Ta: Tráfico actual
i: Índice de crecimiento
n: Número de años de la proyección

Para el cálculo de las tasas de crecimiento vehicular, se hizo uso de la tasa de motorización, a través de la ecuación logarítmica con sus factores de ajuste; en donde se conocen los datos del crecimiento poblacional (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2010) y del parque automotor, valores que se muestran en la (Tabla 2.6).

Tabla 2.6: Proyección de tráfico al 2029

AJUSTE DE CURVA LOGISTICA				Ts=	210			
Año	Población	V. Liv	Tm	(Ts/Tm)-1	Y	Equivalencia	Tm ajustado	V. Mat. Cal.
1998	201539	8682	43,08	3,87	1,35	1	28,37	5718
1999	203296	9918	48,79	3,30	1,20	2	32,04	6514
2000	205109	11439	55,77	2,77	1,02	3	36,09	7403
2001	206981	11816	57,09	2,68	0,99	4	40,53	8390
2002	208801	10547	50,51	3,16	1,15	5	45,38	9476
2003	210668	13768	65,35	2,21	0,79	6	50,64	10668
2004	212585	14240	66,99	2,14	0,76	7	56,29	11967
2005	214552	12232	57,01	2,68	0,99	8	62,33	13373
2006	216570	16866	77,88	1,70	0,53	9	68,73	14885
2007	218641	13602	62,21	2,38	0,87	10	75,45	16496
2008	220766	14365	65,07	2,23	0,80	11	82,44	18200
2009	222947	16536	74,17	1,83	0,61	12	89,65	19987
2010	225184	19218	85,34	1,46	0,38	13	97,01	21845
2011	227480	22729	99,92	1,10	0,10	14	104,45	23760
2012	229835	23356	101,62	1,07	0,06	15	111,89	25717
2013	232252	24658	106,17	0,98	-0,02	16	119,27	27701
2014	234732	26033	110,91	0,89	-0,11	17	126,51	29695
2015	237276	27485	115,83	0,81	-0,21	18	133,53	31684
2016	239885	29017	120,96	0,74	-0,31	19	140,30	33655
2017	242563	30635	126,30	0,66	-0,41	20	146,74	35595
2018	245310	32343	131,85	0,59	-0,52	21	152,84	37493
2019	248128	34147	137,62	0,53	-0,64	22	158,55	39341
2020	251019	36051	143,62	0,46	-0,77	23	163,87	41133
2021	253984	38061	149,85	0,40	-0,91	24	168,77	42866
2022	257026	40183	156,34	0,34	-1,07	25	173,28	44537
2023	260147	42424	163,08	0,29	-1,25	26	177,38	46146
2024	263348	44789	170,08	0,23	-1,45	27	181,11	47694
2025	266632	47286	177,35	0,18	-1,69	28	184,47	49185
2026	270000	49923	184,90	0,14	-2,00	29	187,48	50621
2027	273455	52707	192,74	0,09	-2,41	30	190,18	52007
2028	276998	55645	200,89	0,05	-3,09	31	192,59	53347
2029	280633	58748	209,34	0,00	-5,76	32	194,73	54647

Fuente: Autor

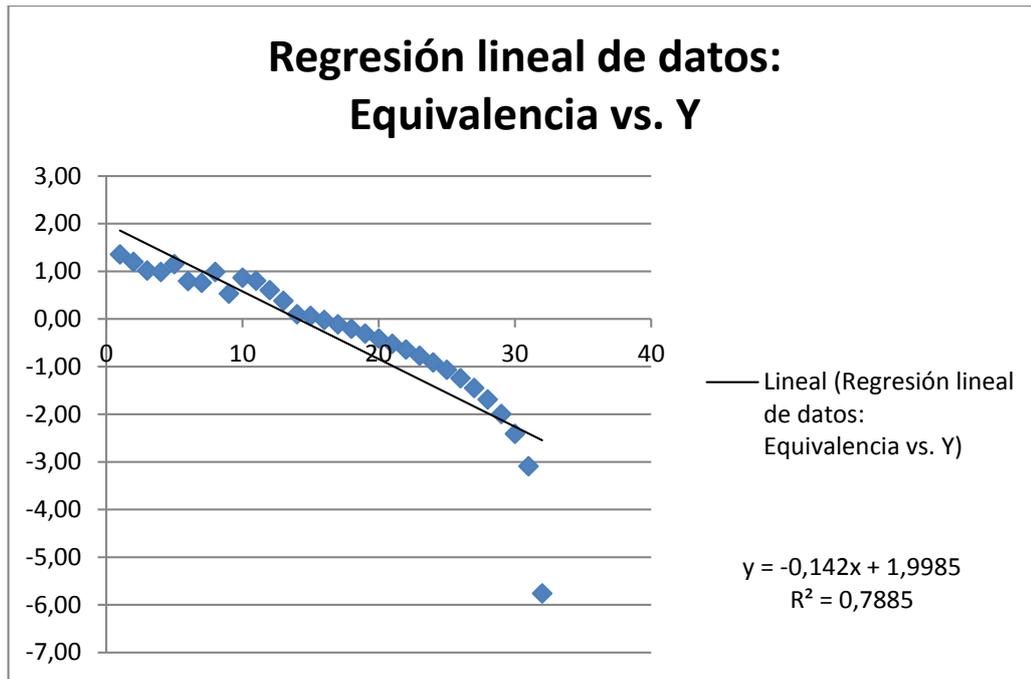


Figura 2.1: Regresión lineal de datos de la proyección de tráfico
Fuente: Autor

a	1,9985
b	-0,142
r	-0,8879

Donde:

Tm: Tasa de motorización

$$Tm = \frac{\#vehículos}{\frac{\#habitantes}{1000}}$$

Ts: Tasa de saturación

$$Ts = 210$$

Y: Ecuación logarítmica

$$Y = \ln\left(\frac{T_s}{T_m} - 1\right)$$

Tm ajustado: Tasa de motorización ajustada

$$Tm \text{ ajustado} = \frac{T_s}{1 + e^{a+bt}}$$

a: Corte del eje

b: Pendiente

t: Tiempo

Vehículos proyectados

$$Veh. \text{ Calculados} = Tm \text{ ajustado} * \frac{\#habitantes}{1000}$$

Luego de tener estos datos se calcula el índice de crecimiento vehicular, con intervalos de 5 años, desde el 2014 hasta el 2029.

Para la proyección de los vehículos pesados se uso el índice crecimiento poblacional del Ecuador (2%) de acuerdo a las cifras obtenidas en el INEC y para los vehículos livianos el índice de crecimiento se calculo con los valores obtenidos en la columna de vehículos proyectados (Tabla 2.6), haciendo uso de la siguiente ecuación:

$$i = \sqrt[5]{\frac{T_f}{T_a}} - 1$$

Al obtener las tasas de crecimiento tanto para vehículos livianos como para pesados, aplicamos la fórmula del tráfico futuro para determinar el TPDA para el año 2029.

Los valores se presentan en la (Tabla 2.7)

Tabla 2.7: Valores para el TPDA 2029

Año	Índice de crecimiento livianos	TPDA (livianos)	Índice de crecimiento pesados	TPDA (pesados)	Total
2014		60		39	99
2019	0,058	79	0,020	43	122
2024	0,039	96	0,020	47	143
2029	0,028	110	0,020	52	162

Fuente: Autor

Con lo que determinamos que nuestro TPDA₂₀₂₉ es de 162 veh/día

2.1.2.1 Clasificación de la vía

De acuerdo al TPDA obtenido en nuestra proyección, y según la (Tabla 2.8); determinamos que nuestra vía es un:

C3: Camino agrícola/forestal (Ministerio de Transporte y Obras Publicas)

Tabla 2.8: Clasificación funcional de las vías en base al TPDA

Descripción	Clasificación funcional	Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) al año de diseño	
		Límite Inferior	Límite Superior
Autopista	AP2	80000	120000
	AP1	50000	80000
Autovía o Carretera Multicarril	AV2	26000	50000
	AV1	8000	26000
Carretera de 2 carriles	C1	1000	8000
	C2	500	1000
	C3	0	500

Fuente: Ministerio de Transporte y Obras Públicas

Tráfico atraído: Es aquel tráfico que, sin cambiar ni su origen ni destino, viene de otras vías una vez concluidas las mejoras propuestas, ya sea por ahorro de tiempo, combustible, entre otros. Este se calcula a través de la siguiente expresión:

$$T. \text{ atraído} = 10\% \text{ TPDA}$$

$$T. \text{ atraído} = 10\% * 60 = 6 \text{ Livianos}$$

$$T. \text{ atraído} = 10\% * 39 = 4 \text{ Pesados}$$

$$T. \text{ atraído} = 10 \text{ vehículos}$$

2.1.3 Velocidad de diseño

Es la velocidad máxima a la cual se puede circular con seguridad por la vía, siempre y cuando las condiciones atmosféricas y de tránsito sean las adecuadas. Esta velocidad está relacionada directamente con las distancias de visibilidad y el diseño geométrico vial, por lo que se debe realizar un estudio preciso para la determinación de la misma.

Para determinar la velocidad de diseño de un proyecto, es necesario conocer la clasificación funcional de la vía, la topografía de la zona y la demanda de tránsito que existe en la misma.

De acuerdo al TPDA obtenido en el estudio y por medio de la Tabla 2.8 que corresponde a la clasificación funcional de las vías; nuestra vía es un C3: camino agrícola/forestal, por lo que la velocidad de diseño del proyecto es:

$$V_d = 30 \text{ km/h (Ministerio de Transporte y Obras Publicas)}$$

2.1.4 Velocidad de circulación

La velocidad de circulación o de operación, es la velocidad de un vehículo en un tramo específico de carretera; esta se obtiene dividiendo la distancia recorrida por el tiempo que le tomo al vehículo recorrer dicha distancia.

Mientras el volumen de tráfico en la vía aumenta, la velocidad de circulación disminuye, esto se da por el congestionamiento creado entre los vehículos.

El cálculo de la velocidad de circulación para volúmenes de tráfico bajos (TPDA < 1000) se realiza a través de la siguiente expresión:

$$V_c = 0.8 * V_d + 6.5$$

Como tenemos un TPDA = 162

$$V_c = 0.8 * (30) + 6.5 = 30 \text{ km/h}$$

2.2 ESTUDIO TOPOGRÁFICO

La ejecución de un estudio topográfico dentro de cualquier obra civil es indispensable; mucho más en un proyecto vial, ya que nos permite conocer las características que poseen ciertos tramos de carretera. Mediante este estudio se podrá conocer el alineamiento horizontal, pendientes, distancias de visibilidad y secciones transversales de la vía que es objeto de estudio.

Para realizar el levantamiento topográfico de este proyecto, se utilizó una estación total Sokkia Cx105; y se tomaron puntos en una franja de terreno de aproximadamente 15m.; es decir, 7.5m. a cada lado del eje de la vía, a lo largo de los 2 kilómetros de carretera.

Para la realización de este estudio se utilizó el método conocido como itinerario o método de la poligonal (García Martín, Rosique Campoy, & Segado Vázquez, 1994), que consiste en colocar la estación total en un punto de coordenadas conocidas e ir levantando las demás estaciones mediante una poligonal, la misma que tendrá como punto de cierre el punto número 1, donde se empezó a ejecutar el levantamiento topográfico.

El objetivo de este método es levantar, en cada estación, otros puntos que sean de utilidad para el proyecto que se está ejecutando; a las alineaciones formadas entre dos estaciones se les conoce como ejes o tramos.

En este método se deben considerar los puntos tomados en el sentido de avance de cada estación, los cuales se denominan visuales de frente y los puntos tomados en sentido contrario de la estación, que se denominan visuales de espalda. Es importante realizar la toma de estos puntos ya que dan mayor precisión al trabajo que se está realizando.

El método de la poligonal se aplica cuando las características del terreno no son las adecuadas, es decir, cuando se tiene un terreno demasiado accidentado, presentando variaciones en su relieve y altura lo que impide la visibilidad de los instrumentos topográficos (estación total y prisma) para la toma de datos, por lo que es necesario la colocación de diferentes estaciones a lo largo del proyecto (Torres & Villate, 1968).

El primer paso al realizar el levantamiento topográfico por el método de la poligonal es realizar el cálculo y la corrección de esta poligonal, ya que los instrumentos con los que se trabaja siempre presentan un porcentaje de error mínimo que se verá afectado posteriormente en el proyecto si no se ejecuta la corrección del mismo; esta corrección se realizará por el método de Bowditch o regla de la Brújula (Anexo 3).

Luego de realizado el ajuste de la poligonal, con las coordenadas corregidas se ejecuta la toma de datos en campo de los demás puntos de la carretera; obteniendo así un alto grado de precisión en el levantamiento topográfico del proyecto.

2.3 ESTUDIO HIDROLÓGICO

Para determinar los valores de la precipitación, se consideraron los datos registrados en los anuarios meteorológicos (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología) de la estación meteorológica Biblián.

Tabla 2.10: Precipitaciones hidrológicas (mm)

PRECIPITACIONES HIDROLOGICAS (mm)								
MES	AÑO							Media
	2000	2003	2004	2005	2006	2007	2008	
Enero	47,4	38,6	31,6	28,2	63,2	88,6	82,7	54,33
Febrero	115,6	43,4	42,8	120,9	60	51,1	233,4	95,31
Marzo	102,9	110,4	50,2	198,3	122,5	108,2	145,5	119,71
Abril	108	155	108	91,9	150,3	207,4	211,8	147,49
Mayo	116,7	121,7	-	34,1	78,2	93,4	177,9	103,67
Junio	53,7	62,4	-	77,9	65,6	143,7	94,9	83,03
Julio	42,1	34,7	-	31,4	23,3	26,9	64	37,07
Agosto	98,8	29	17,3	27,6	43,1	63,2	46,6	46,51
Septiembre	67,3	62,8	63,9	26,2	57,6	40,9	46	52,10
Octubre	30	100,7	64,5	93,7	47,1	96,9	128,2	80,16
Noviembre	23,9	153,2	153,6	115,4	159,4	104,3	153,5	123,33
Diciembre	85,9	93,3	89,3	195,9	116,1	108,7	84,3	110,50
TOTAL	892,3	1005,2	621,2	1041,5	986,4	1133,3	1468,8	1053,21

Fuente: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI)

Como se puede observar en la (Tabla 2.10) no existe registro de los datos para los años inferiores al 2000 y para los años 2001 y 2002, esto se debe a que la estación meteorológica Biblián ha sufrido ciertas interrupciones y su toma de datos no fue continua; pero los datos obtenidos para el período que se presenta en la tabla, me permiten identificar la magnitud anual y mensual de las precipitaciones pluviales y su respectiva variación.

Según los datos que tenemos en la (Tabla 2.10), podemos observar que la precipitación anual media para este sector es de 1053,21 mm. Existen dos períodos en los cuales las precipitaciones son máximas, el primero se da en los meses de marzo y abril y el segundo en los meses de noviembre y diciembre. Lo mencionado se puede observar en la (Figura 2.2).

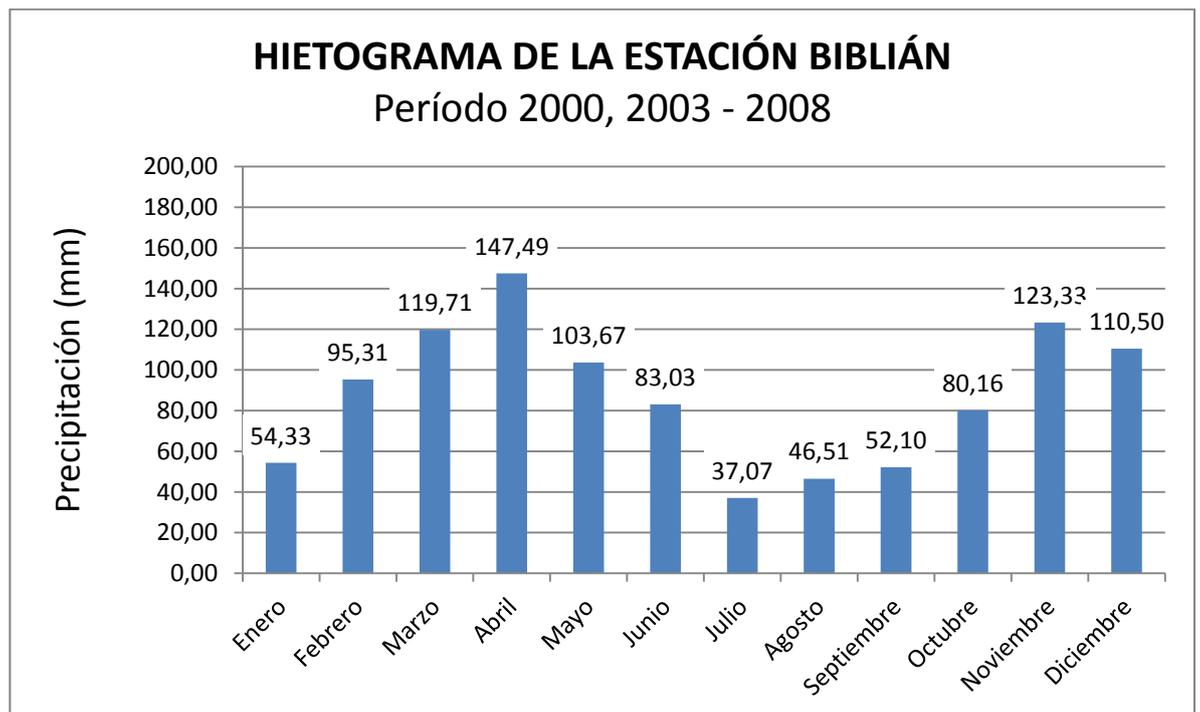


Figura 2.2: Hietograma de la estación Biblián

Fuente: Autor

2.3.1 Cálculo de caudales

Para nuestro estudio, el cálculo de los caudales se hará por el método racional, este método es utilizado para cuencas pequeñas, menores a 25 km², de acuerdo a lo expuesto por la Norma Ecuatoriana Vial (Ministerio de Transporte y Obras Publicas). La expresión que rige este método es la siguiente:

$$Q = \frac{C * i * A}{3,60}$$

Donde:

Q: caudal en m³/s;

C: coeficiente de escorrentía, adimensional;

i: intensidad de la lluvia de diseño en mm/h;

A: área de aporte en km².

Para determinar los parámetros que se necesitan en el cálculo del caudal, se detallaran las características de las quebradas que pasan por la zona de estudio (Gobierno Provincial del Cañar).

- Quebrada sin nombre:
 - Longitud: 817.0433 m.
 - Área de influencia: 51842.25 m² = 0.05184 km².
 - Punto de inicio: 3460 m.s.n.m.
 - Punto de llegada: 3320 m.s.n.m.

- Quebrada Ventanas:
 - Longitud: 719.3254 m.
 - Área de influencia: 90640.67 m² = 0.09064 km².

- Punto de inicio: 3460 m.s.n.m.
- Punto de llegada: 3300 m.s.n.m.

Coefficiente de escorrentía: este coeficiente depende de los factores de relieve, infiltración, cobertura vegetal y almacenamiento de agua en el suelo, valores que se presentan en la (Tabla 2.11) (Ministerio de Transporte y Obras Publicas).

Tabla 2.11: Coeficiente de escorrentía

Factor	Extremo	Alto	Normal	Bajo
Relieve	0,28-0,35 Escarpado con gradientes > 30%	0,20-0,28 Montañoso con gradientes entre 10% y 30%	0,14-0,20 Con cerros y gradientes entre 5% y 10%	0,08-0,14 Relativamente plano con gradientes < 5%
Infiltración	0,12-0,16 Suelo rocoso o arcilloso con capacidad de infiltración despreciable	0,08-0,12 Suelos arcillosos o limosos con baja capacidad de infiltración, mal drenados	0,06-0,08 Normales, bien drenados, textura mediana, limos arenosos, suelos arenosos	0,04-0,06 Suelos profundos de arena u otros suelos bien drenados con alta capacidad de infiltración
Cobertura vegetal	0,12-0,16 Cobertura escasa, terreno sin vegetación o escasa cobertura	0,08-0,12 Poca vegetación, terrenos cultivados o naturales, menos del 20% del área con buena cobertura vegetal	0,06-0,08 Regular a buena, 50% del área con praderas o bosques, no más del 50% cultivado	0,04-0,06 Buena a excelente, 90% del área con praderas, bosques o cobertura similar
Almacenamiento superficial	0,10-0,12 Despreciable, pocas depresiones superficiales, sin zonas húmedas	0,08-0,10 Bajo, sistema de cauces superficiales pequeños, bien definidos, sin zonas húmedas	0,06-0,08 Normal; posibilidad de almacenamiento buena, zonas húmedas, pantanos, lagunas y lagos	0,04-0,06 Capacidad alta, sistema hidrográfico poco definido, buenas planicies de inundación o gran cantidad de zonas húmedas, lagunas o pantanos
Si T > 10 años multiplicar resultado de C por 1,10 (para 25 años), por 1,20 (para 50 años) y por 1,25 (para 100 años)				

Fuente: Ministerio de Transporte y Obras Públicas

$$C = 0.25 + 0.11 + 0.12 + 0.09 = 0.57$$

Como el estudio hidrológico se realizara para un período de retorno de 50 años, el valor de C se multiplica por 1.20

$$C = 0.57 * 1.20 = 0.684$$

Intensidad de la lluvia: La intensidad de la lluvia de diseño corresponde a aquella de duración igual al tiempo de concentración del área y del período de retorno seleccionado para el diseño de la obra en cuestión (Ministerio de Transporte y Obras Publicas).

De acuerdo al estudio expuesto por el INAMHI sobre la regionalización de las intensidades de lluvia, la estación meteorológica Biblián, que es objeto de nuestro estudio, se encuentra en la Zona pluviométrica 24. A continuación se indican las ecuaciones para el cálculo de este parámetro (Rodríguez Fiallos, 1999).

Intensidades de lluvia para la Zona 24:

Para tiempos de concentración comprendidos entre 5 min y 41 min:

$$I_{TR} = 177.26t^{-0.5938}Id_{TR}$$

Para tiempos de concentración comprendidos entre 41 min y 1440 min:

$$I_{TR} = 446.46t^{-0.843}Id_{TR}$$

Donde:

t: duración de la intensidad, igual al tiempo de concentración en minutos;

TR: período de retorno en años, para este estudio el TR = 50 años;

Id_{TR}: intensidad de la precipitación diaria para TR = 50 años en función de la lluvia máxima en 24 horas, datos obtenidos del “Estudio de lluvias intensas” publicado por el INAMHI.

Tiempo de concentración: para calcular el tiempo de concentración se hizo uso de la formula de Kirpich.

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

Donde:

L: longitud del cauce principal en metros;

H: desnivel entre el inicio de la cuenca y el punto de descarga expresado en metros.

$$Tc = 0.0195 \left(\frac{817.04^3}{140} \right)^{0.385} = 6.72 \text{ min.}$$

De acuerdo a la Norma Ecuatoriana Vial, el tiempo de concentración no debe ser inferior a 10 min., por lo que se adopta este valor para ejecutar los diferentes cálculos (Ministerio de Transporte y Obras Publicas).

En la (Figura 2.3) se puede observar la curva IDF (Intensidad-Duración-Frecuencia) para un periodo de retorno de 50 años y una intensidad de precipitación máxima en 24 horas de 3 mm/h.

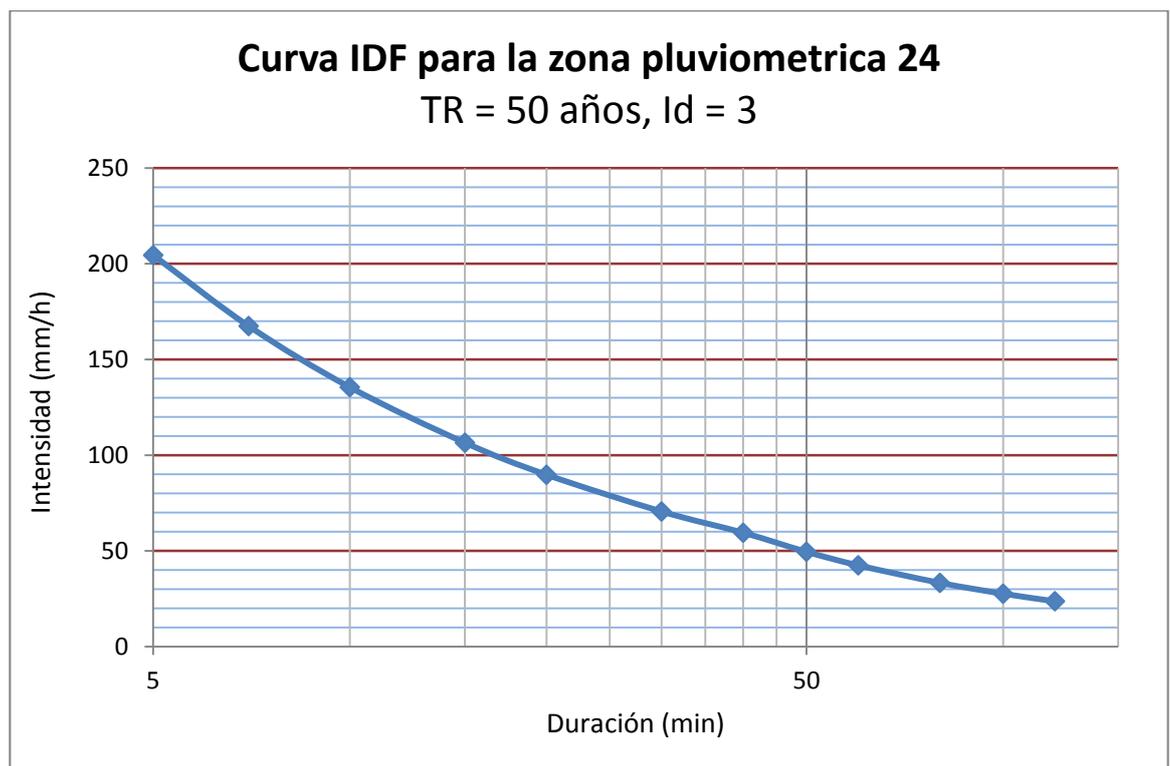


Figura 2.3: Curva Intensidad-Duración-Frecuencia (IDF)

Fuente: Autor

A continuación en la (Tabla 2.12) se presentaran los valores de las intensidades para diferentes tiempos de concentración, datos con los cuales se elaboro la curva IDF.

Tabla 2.12: Intensidades de las lluvias de diseño

Tiempos de concentración (min)	Intensidad de diseño (mm/h)
5	204,50
7	167,46
10	135,50
15	106,50
20	89,78
30	70,57
40	59,49
50	49,51
60	42,45
80	33,31
100	27,60
120	23,67

Fuente: Autor

Mediante los datos obtenidos anteriormente, se logro determinar la intensidad de diseño para nuestra área de estudio.

$$I_{TR} = 177.26 * (10)^{-0.5938} * (3)$$

$$I_{TR} = 135,50 \text{ mm/h}$$

Con estos valores es posible calcular el caudal de diseño:

Caudal para la Quebrada sin nombre:

$$Q = \frac{0.684 * 135.50 * 0.05184}{3.60} = 1.33 \text{ m}^3/\text{s}$$

Caudal para la Quebrada Ventanas:

$$Q = \frac{0.684 * 135.50 * 0.09064}{3.60} = 2.33 \text{ m}^3/\text{s}$$

2.3.2 Drenaje de la vía

2.3.2.1 Diseño de las cunetas

Las cunetas tienen como función principal recoger el agua procedente de la capa de rodadura debido al bombeo y el agua que cae por los taludes. Existen diferentes tipos de cunetas, estas son: cunetas en forma de trapecio, rectángulo y triángulo.

Para nuestro estudio se adoptarán las cunetas en forma de triángulo, ya que generalmente estas son usadas para carreteras rurales y vías de tercer orden. Para dimensionar el caudal que circulará por la cuneta se hará uso de la ecuación de Manning (Ministerio de Transporte y Obras Públicas).

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

Donde:

n: coeficiente de rugosidad de Manning, adimensional;

A: área de la sección en m²;

R: radio hidráulico en metros;

J: pendiente hidráulica en %.

El radio hidráulico viene dado por la siguiente expresión:

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

Donde:

A: área de la sección en m²;

P: perímetro mojado en metros.

En la (Figura 2.4) se presentan las dimensiones estándar de una cuneta triangular, en nuestro caso asumiremos un altura de $H = 0.2\text{m}$.

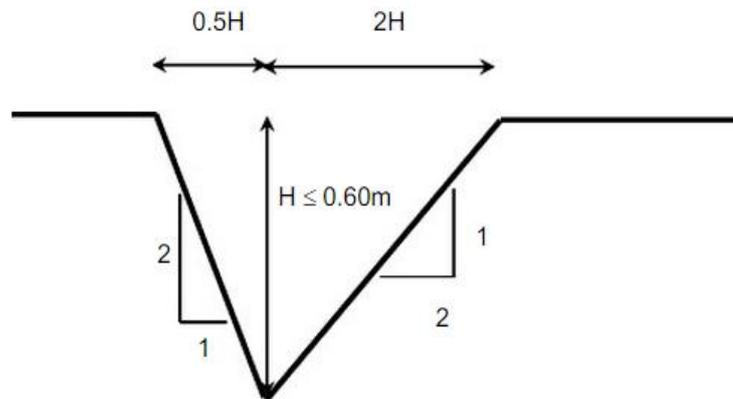


Figura 2.4: Dimensiones estándar de una cuneta triangular

Fuente: Ministerio de Transporte y Obras Públicas

Con un valor de $H = 0.2$, se obtienen las demás dimensiones de la cuneta

Base menor = $0.5H = 0.1\text{ m}$.

Base mayor = $2H = 0.4\text{ m}$.

Con estos datos sacamos el radio hidráulico:

$$A = \frac{0.5 * 0.2}{2} = 0.05\text{ m}^2$$

$$P = \sqrt{0.1^2 + 0.2^2} + \sqrt{0.4^2 + 0.2^2} = 0.67\text{ m}$$

$$R = \frac{0.05}{0.67} = 0.07462\text{ m}$$

El valor del coeficiente de rugosidad n para hormigones asfálticos es de 0.016 y de acuerdo a la topografía, la pendiente máxima de la vía es de 10 %, con estos valores procedemos a calcular el caudal.

$$Q = \frac{1}{0.016} * 0.05 * 0.07462^{\frac{2}{3}} * 0.1^{\frac{1}{2}} = 0.1751\text{ m}^3/\text{s}$$

Y como el caudal de diseño es

$$A (\text{vía}) = 2007 * 2 = 4014 \text{ m}^2 = 0.004014 \text{ km}^2$$

$$Q = \frac{0.684 * 135.5 * 0.004014}{3.60}$$

$$Q = 0.103 * 1.1 = 0.1136 \text{ m}^3/\text{s}$$

Podemos observar que el caudal admisible es mayor que el caudal de diseño

$$Q_{adm} > Q_{diseño}$$

Por lo que la cuneta queda dimensionada de la siguiente forma (Figura 2.5):

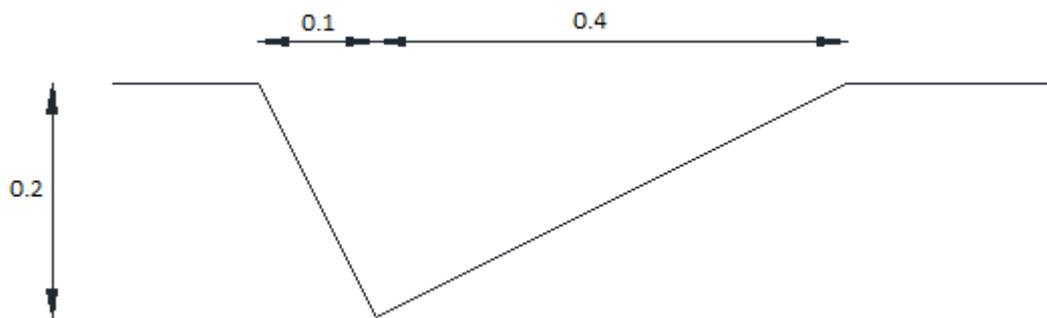


Figura 2.5: Dimensiones de la cuneta de diseño

Fuente: Autor

2.3.2.2 Diseño de alcantarillas

Para estimar el área de descarga en las estructuras de drenaje menor, se hizo uso del método de Talbot, el cual viene dado por la siguiente expresión (Rodas Ceballos, 2004):

$$a = 0.183 * C * A^{\frac{3}{4}}$$

Donde:

a: área hidráulica de la alcantarilla en m^2 ;

C: coeficiente de escorrentía, relacionado con las características del terreno, adimensional;

A: área de la cuenca en Ha.

Tabla 2.13: Coeficiente de escorrentía para alcantarillas

Características topográficas de la cuenca	Valor de C
Montañosa y escarpada	1,00
Con mucho lomerío	0,80
Con lomerío	0,60
Muy ondulada	0,50
Poco ondulada	0,40
Casi plana	0,30
Plana	0,20

Fuente: Ministerio de Transporte y Obras Públicas

En la (Tabla 2.13) se presentan los valores para el factor del coeficiente C de acuerdo al tipo de terreno, para nuestro caso como la vía está ubicada en un sector con numerosas elevaciones, adoptamos un valor de $C = 0.80$.

Dimensionamiento de la alcantarilla para la Quebrada S/N

$$A = 51842.25 \text{ m}^2 = 5.184 \text{ Ha.}$$

$$a = 0.183 * 0.80 * 5.184^{\frac{3}{4}} = 0.5029 \text{ m}^2$$

Como:

$$a = \frac{\pi * D^2}{4}$$

Despejando el diámetro, tenemos:

$$D = \sqrt{\frac{4 * 0.5029}{\pi}} = 0.8002 \text{ m}$$

Dimensionamiento de la alcantarilla para la Quebrada Ventanas

$A = 9.064 \text{ Ha.}$

$$a = 0.183 * 0.80 * 9.064^{\frac{3}{4}} = 0.765 \text{ m}^2$$

Como:

$$a = \frac{\pi * D^2}{4}$$

Despejando el diámetro, tenemos:

$$D = \sqrt{\frac{4 * 0.765}{\pi}} = 0.986 \text{ m}$$

De acuerdo al cálculo realizado, para la Quebrada S/N y para la Quebrada Ventanas se colocaran alcantarillas de 1.50 m. y de 1.80 m de diámetro, respectivamente, con el propósito de evitar cualquier inconveniente en el caso de existir una creciente debido a una fuerte precipitación que pueda ocurrir.

Se colocaran alcantarillas circulares, de acero corrugado; es necesario acotar que la alcantarilla debe acomodarse a las condiciones topográficas del lugar, esto quiere decir, que el eje de la alcantarilla debe coincidir con el cauce de la quebrada o cuenca de aportación, evitando así que se produzcan cambios bruscos en el flujo del agua, ya que estos podrían influir negativamente en la estructura (Ministerio de Transporte y Obras Publicas).

2.3.3 Geología regional

La provincia del Cañar ubicada al centro sur del callejón interandino, se encuentra encerrada entre el macizo que forma el nudo del Azuay y el ramal Churiquina-Buerán, por el norte y oriente; y por las montañas Chancay, Buerán y los cerros de Molobog, por el sur (Avilés).

La elevación más importante de esta provincia es el cerro San Vicente el mismo que tiene una altura de 3710 m.s.n.m.; y su principal río es el Cañar que nace en el nudo del Azuay y recibe aguas de sus afluentes: el Juncal, San Miguel, Suscal y San Vicente.

Constituida por la formación célica en el mesozoico y de las cuencas intramontanas en el terciario con la denostación de las formaciones Biblián, Loyola, Azogues, Mangán y Turi (INGEASS Cia. Ltda., 2013).

2.3.4 Geomorfología regional

La geomorfología de este sector está dada por procesos endógenos y exógenos; los rasgos morfológicos que tiene este sector en particular como relieves glaciales y periglaciales se dan principalmente por la actividad volcánica, la erosión de los relieves y acumulación de los materiales en zonas bajas, estos relieves se encuentran en las partes altas entre los 3000 y 4300 m.s.n.m.

Las lavas han sido erosionadas por los glaciales formando paisajes glaciales como valles, rocas aborregadas, morrenas, lagunas y paisajes de paramo con vegetación típica de altura sobre un ambiente colinado con hondonadas pantanosas o totoras (INGEASS Cia. Ltda., 2013).

2.3.5 Geología local

El área que es objeto de nuestro estudio se encuentra atravesada por la formación Biblián, la misma que se extiende desde el norte de Biblián hasta el valle de Cuenca. Esta formación de color rojo o rojo purpura está constituida por arcillolitas limosas y arenosas. Los clásticos, medianamente suaves, varían desde areniscas finas a gruesas, y conglomerados. Los sedimentos de esta formación contiene cuarzo y líticos de rocas metamórficas (Verdezoto, 2006).

CAPITULO III

DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA

3.1 ALINEAMIENTO HORIZONTAL

El diseño geométrico en planta de una carretera es la proyección sobre un plano horizontal del eje, que está constituido por una serie de tramos rectos conocidos como tangentes, los cuales se intersecan a través de curvas.

3.1.1 Curvas circulares simples

Las curvas horizontales circulares son arcos de circunferencia que se diseñan en la intersección de las tangentes creadas para la ubicación del eje, los elementos que caracterizan a una curva horizontal son los siguientes (Figura 3.1):

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

PC: Punto donde termina la tangente de entrada y empieza la curva.

PT: Punto donde termina la curva y empieza la tangente de salida.

O: Centro de curva circular.

α : Ángulo de deflexión de las tangentes.

R: Radio de la curva circular simple.

LT: Distancia medida dentro de las tangentes desde el PI hacia PC o PT.

LC: Longitud de curva circular: distancia desde PC a PT a lo largo del arco circular.

Ex: Externa: distancia desde el PI al punto medio de la curva.

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

De acuerdo a relaciones trigonométricas:

$$L_T = R(\tan \alpha/2)$$

$$L_C = \pi R \alpha / 180$$

$$E_x = R(\sec \alpha/2 - 1)$$

$$CL = 2R(\sin \alpha/2)$$

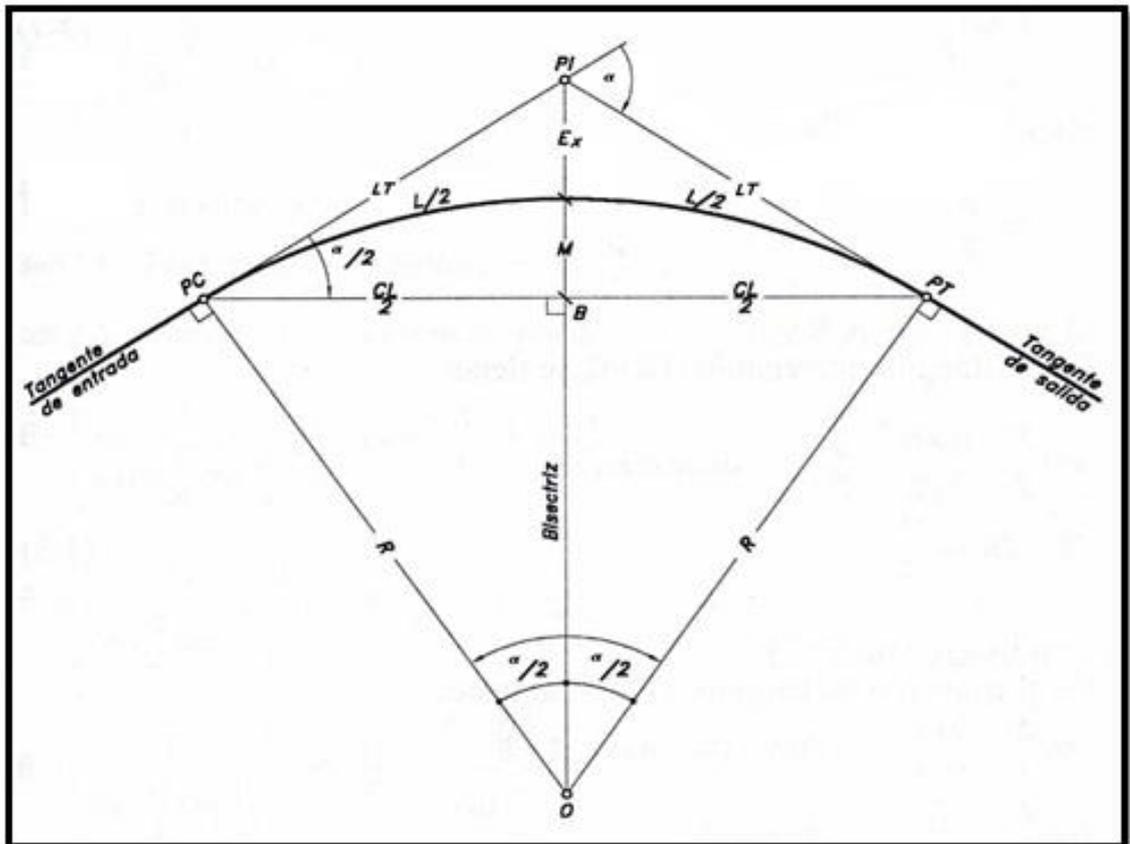


Figura 3.1: Curva circular simple

Fuente: Ministerio de Transporte y Obras Públicas

Para el diseño de una curva circular simple se deben tomar en cuenta parámetros como: radio mínimo, peralte, transición del peralte, tangente intermedia mínima y sobre ancho (Ministerio de Transporte y Obras Públicas); que nos ayudaran a garantizar la movilización segura de vehículos a lo largo de la curva.

3.1.1.1 Radio mínimo

El radio mínimo es el valor límite de la curvatura; este se determina de acuerdo a la velocidad de diseño, peralte máximo y fricción lateral máxima escogidos para el diseño.

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

Donde:

Vd: Velocidad de diseño, en km/h;

e: Tasa de sobreelevación o peralte, en decimales;

f: Coeficiente de fricción lateral.

Un vehículo puede perder el control en una curva, ya sea porque el peralte de la curva no es suficiente para contrarrestar la velocidad, o porque la fricción lateral entre las ruedas y el pavimento no es la adecuada y produce el derrape del vehículo.

Debido a que el proyecto está ubicado en una zona rural y de acuerdo a la topografía que presenta, se ha escogido un valor de peralte “e” del 8% (Tabla 3.1).

Tabla 3.1: Valor del peralte

Tasa de sobreelevación "e" (%)	Tipo de área
10	Rural montañosa
8	Rural plana
6	Suburbana
4	Urbana

Fuente: Ministerio de Transporte y Obras Públicas

El coeficiente de fricción se calcula por medio de la siguiente expresión ($Vd = 30$ km/h):

$$f = 0.19 - 0.000626 Vd$$

$$f = 0.171$$

Por lo tanto el radio mínimo será:

$$R_{min} = 30m.$$

3.1.1.2 Peralte

Es la inclinación transversal que se da a la calzada en las curvas para reducir los efectos de la fuerza centrífuga, brindando comodidad y seguridad a los usuarios de los vehículos que transitan por la vía. Se ha establecido un valor de sobreelevación o peralte máximo en función al tipo de carretera, el cual se utiliza cuando el radio de la curva es el mínimo; pero cuando el radio de la curva es superior al mínimo se debe considerar otro valor de peralte, el cual se determina a través de la siguiente expresión:

$$e = e_{max} - e_{max} \left(\frac{R - R_{min}}{R} \right)^2$$

Se puede observar en el (Anexo 4) que los radios menores a 225 metros poseen su respectivo peralte, pero para los radios superiores a los 225 metros el peralte es menor al bombeo, por lo que la norma del MTOP permite usar un peralte igual al del bombeo

3.1.1.3 Transición del peralte

A lo largo de un alineamiento recto la calzada posee un bombeo del 2%, en tanto que en un alineamiento curvo esta inclinación está relacionada con el peralte; para brindar seguridad al conductor cuando pasa de un alineamiento recto a un curvo es

necesario realizar un cambio de inclinación de la calzada, llamado transición del peralte.

Esta transición se realiza rotando la calzada alrededor de su eje central; donde la longitud de transición LTR es la distancia que va desde la sección transversal donde uno de los bordes de la calzada no tiene bombeo hasta la sección donde alcanza todo su peralte; la longitud de aplanamiento X es la longitud necesaria para que uno de los bordes de la calzada pierda su bombeo.

Generalmente la longitud de transición se distribuye $2/3$ LTR en el alineamiento recto y $1/3$ LTR en el alineamiento curvo; para casos extremos, esta longitud se distribuye $1/2$ LTR en el alineamiento recto y $1/2$ LTR en el curvo. Se debe certificar que por lo menos la tercera parte central de la longitud de la curva circular quede con el peralte completo.

Para el cálculo de la transición existe una gradiente que es inversamente proporcional a la velocidad de diseño, a medida que la velocidad aumenta la gradiente “i” disminuye, para este caso el valor de $i = 0.75\%$ (Tabla 3.2)

Tabla 3.2: Gradiente de transición del peralte (i)

V (km/h)	30	40	50	60	70	80
i (%)	0,75	0,7	0,65	0,6	0,55	0,5

Fuente: Ministerio de Transporte y Obras Públicas

En las (Figuras 3.2 y 3.3) se muestra la transición del peralte en planta y en corte:

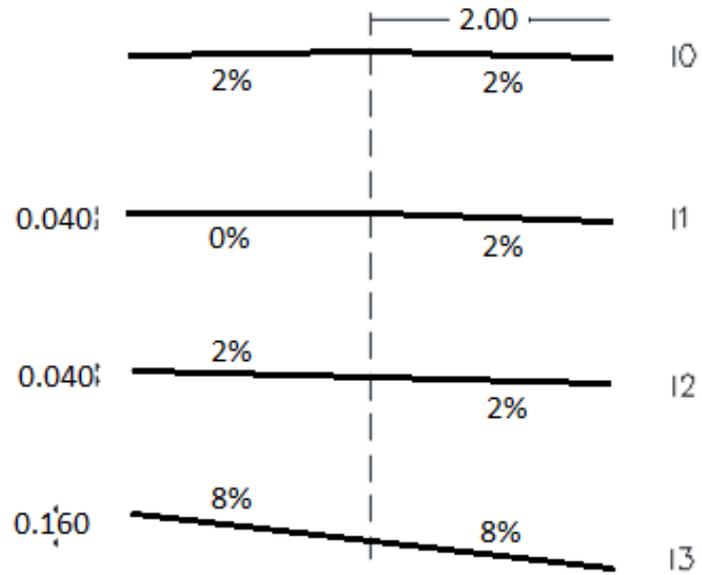


Figura 3.2: Transición del peralte en planta
Fuente: Autor

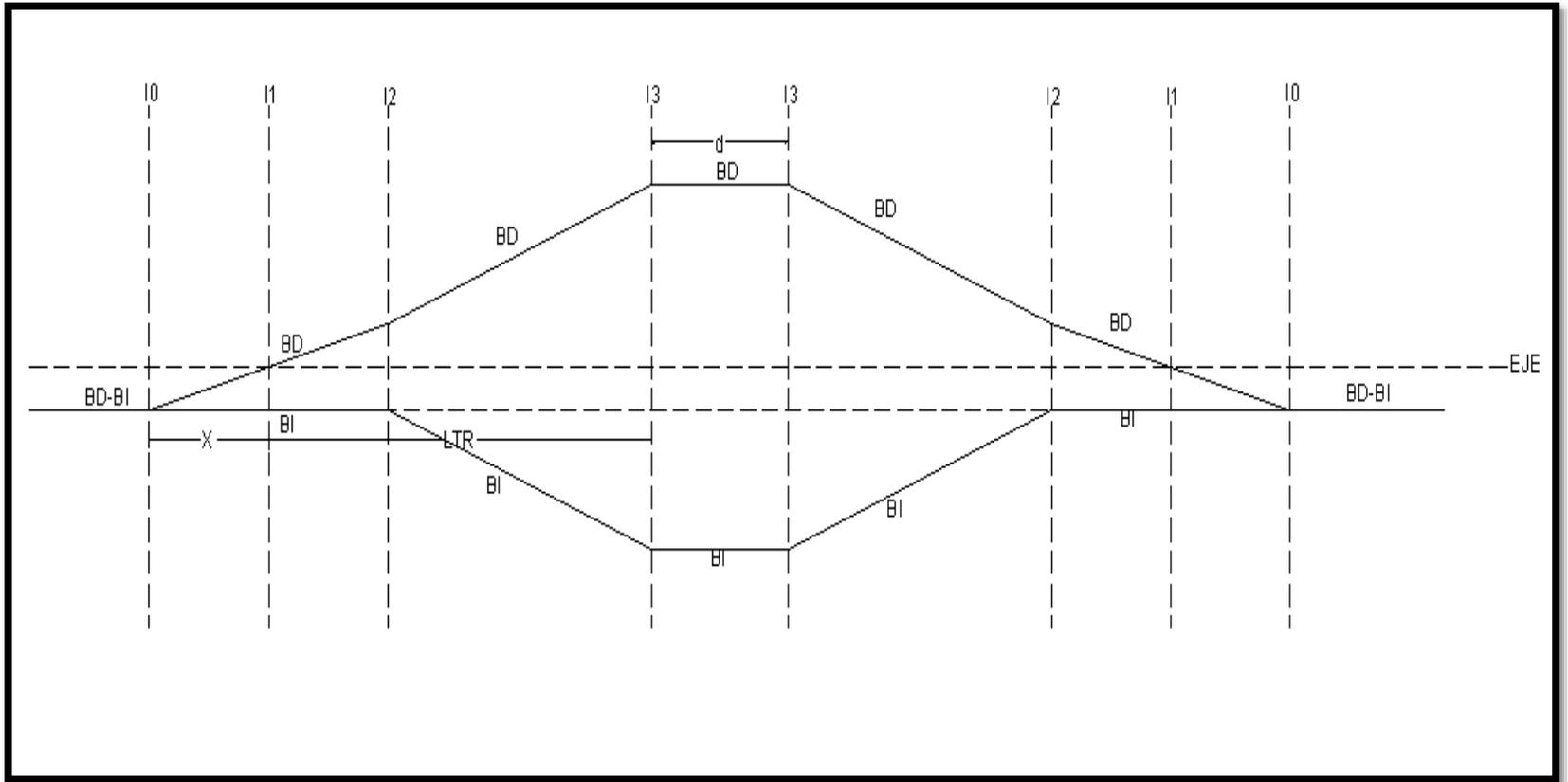


Figura 3.3: Transición del peralte en corte
 Fuente: Ministerio de Transporte y Obras Públicas

3.1.1.4 Tangente intermedia mínima

La tangente intermedia mínima existente entre dos curvas es la suma de las distancias de aplanamiento y transición en recta de cada una de ellas (Anexo 5); se expresa a través de la siguiente ecuación:

$$\text{Recomendado: } T_{im} = \frac{2}{3}LTR1 + \frac{2}{3}LTR2 + X1 + X2$$

$$\text{Máximo: } T_{im} = \frac{1}{2}LTR1 + \frac{1}{2}LTR2 + X1 + X2$$

3.1.1.5 Sobre ancho en curvas

Los sobre anchos se diseñan con el objetivo de facilitar las maniobras, sobre todo de los vehículos pesados, en curvas con radios pequeños, ya que por lo general el eje trasero de estos vehículos describe una trayectoria un tanto más abierta que el eje delantero. Mediante este parámetro se garantiza la seguridad y comodidad de los vehículos que circulen por la carretera, este valor se calcula a través de la siguiente expresión (Anexo 6):

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

Donde:

S: sobre ancho, expresado en metros;

n: número de carriles;

R: radio, expresado en metros;

L: longitud entre la parte frontal y el eje posterior del vehículo pesado (7.30 m);

V: velocidad de diseño, en km/h.

En las (Tablas 3.3 y 3.4) se presenta el cálculo de los diferentes parámetros que forman parte del diseño geométrico horizontal.

Tabla 3.3: Alineamiento horizontal 1

PI	DISTANCIA (m)	ABSCISA	DEFLEXIÓN				R	Lt	Lc	Pc	Pt	Ti	COORDENADAS	
			Grados	Grados	Minutos	Segundos							X	Y
INICIO		K 0 + 000,00											9709465,520	731819,713
	82,24													
1		K 0 + 082,24	22,4940	22	29	38,40	60	11,93	23,56	K 0 + 070,31	K 0 + 093,86		9709420,039	731888,229
	62,20											38,10		
2		K 0 + 144,13	44,1788	44	10	43,68	30	12,18	23,13	K 0 + 131,96	K 0 + 155,09		9709368,426	731922,950
	77,32											45,84		
3		K 0 + 220,24	19,0568	19	3	24,48	115	19,30	38,25	K 0 + 200,93	K 0 + 239,18		9709352,493	731998,611
	93,11											55,71		
4		K 0 + 312,99	16,4787	16	28	43,32	125	18,10	35,95	K 0 + 294,89	K 0 + 330,84		9709307,284	732072,586
	89,99											58,46		
5		K 0 + 402,73	48,2282	48	13	41,52	30	13,43	25,25	K 0 + 389,30	K 0 + 414,55		9709284,799	732159,719
	82,06											53,91		
6		K 0 + 483,18	25,5272	25	31	37,92	65	14,72	28,96	K 0 + 468,46	K 0 + 497,42		9709209,208	732203,237
	67,74											38,67		
7		K 0 + 550,43	39,4578	39	27	28,08	40	14,34	27,55	K 0 + 536,09	K 0 + 563,63		9709168,281	732257,213
	116,92											94,14		
8		K 0 + 666,21	12,0428	12	2	34,08	80	8,44	16,81	K 0 + 657,77	K 0 + 674,59		9709172,947	732374,044
	54,61											37,57		
9		K 0 + 720,76	31,9943	31	59	39,48	30	8,60	16,75	K 0 + 712,16	K 0 + 728,91		9709186,464	732426,957
	29,53													
FIN		K 0 + 749,84											9709177,504	732455,093

Tabla 3.4: Alineamiento horizontal 2

PI	DISTANCIA (m)	ABSCISA	DEFLEXIÓN				R	Lt	Lc	Pc	Pt	Ti	COORDENADAS	
			Grados	Grados	Minutos	Segundos							X	Y
INICIO		K 0 + 000,00											9709290,168	732138,916
	32,07													
1		K 0 + 032,07	57,3071	57	18	25,56	30	16,39	30,01	K 0 + 015,68	K 0 + 045,68		9709319,544	732148,652
	62,55											24,82		
2		K 0 + 091,84	70,8472	70	50	49,92	30	21,34	37,10	K 0 + 070,51	K 0 + 107,60		9709335,062	732209,250
	63,02											1,61		
3		K 0 + 149,28	110,1074	110	6	26,64	28	40,07	53,81	K 0 + 109,21	K 0 + 163,02		9709282,523	732244,048
	56,17											9,81		
4		K 0 + 179,13	23,6930	23	41	34,80	30	6,29	12,41	K 0 + 172,84	K 0 + 185,24		9709327,751	732277,364
	45,11											21,44		
5		K 0 + 224,06	60,1525	60	9	9,00	30	17,37	31,50	K 0 + 206,68	K 0 + 238,18		9709371,760	732287,268
	106,00											34,50		
6		K 0 + 326,81	130,4172	130	25	1,92	25	54,13	56,91	K 0 + 272,68	K 0 + 329,59		9709443,415	732209,152
	172,10											113,66		
7		K 0 + 447,56	16,3495	16	20	58,20	30	4,31	8,56	K 0 + 443,25	K 0 + 451,81		9709464,545	732379,946
	57,68											38,85		
8		K 0 + 505,18	51,6473	51	38	50,28	30	14,52	27,04	K 0 + 490,66	K 0 + 517,70		9709455,227	732436,869
	108,26											71,34		
9		K 0 + 611,44	48,2671	48	16	1,56	50	22,40	42,12	K 0 + 589,04	K 0 + 631,16		9709528,155	732516,874
	41,62											2,30		
10		K 0 + 650,38	80,4599	80	27	35,64	20	16,92	28,09	K 0 + 633,46	K 0 + 661,54		9709523,865	732558,268

	43,85											1,32		
11		K 0 + 688,47	115,9923	115	59	32,28	16	25,60	32,39	K 0 + 662,87	K 0 + 695,26		9709566,125	732569,954
	38,79											0,24		
12		K 0 + 708,44	74,5856	74	35	8,16	17	12,95	22,13	K 0 + 695,50	K 0 + 717,63		9709540,450	732599,026
	41,12											16,46		
13		K 0 + 745,80	42,6587	42	39	31,32	30	11,71	22,34	K 0 + 734,08	K 0 + 756,42		9709562,927	732633,456
	89,35											65,81		
14		K 0 + 834,05	43,0004	43	0	1,44	30	11,82	22,51	K 0 + 822,23	K 0 + 844,75		9709649,541	732655,381
	79,00											24,68		
15		K 0 + 911,93	125,2606	125	15	38,16	22	42,50	48,10	K 0 + 869,43	K 0 + 917,53		9709692,329	732721,789
	60,17											3,33		
16		K 0 + 935,20	51,0868	51	5	12,48	30	14,34	26,75	K 0 + 920,86	K 0 + 947,61		9709714,815	732665,981
	137,06											115,87		
17		K 1 + 070,34	25,7446	25	44	40,56	30	6,86	13,48	K 1 + 063,48	K 1 + 076,96		9709845,910	732625,980
	26,70											6,53		
18		K 1 + 096,81	47,8792	47	52	45,12	30	13,32	25,07	K 1 + 083,49	K 1 + 108,56		9709865,528	732607,868
	64,90											36,14		
19		K 1 + 160,14	54,4822	54	28	55,92	30	15,45	28,53	K 1 + 144,69	K 1 + 173,22		9709930,167	732613,712
	53,44											27,84		
20		K 1 + 211,22	37,3873	37	23	14,28	30	10,15	19,58	K 1 + 201,07	K 1 + 220,64		9709957,170	732659,828
	37,92													
FIN		K 1 + 248,41											9709952,525	732697,465

Fuente: Autor

3.2 ALINEAMIENTO VERTICAL

En el diseño vertical, el perfil longitudinal conforma la rasante que está constituida por una serie de rectas enlazadas por arcos verticales, a estas rectas se las conoce como tangentes.

Las tangentes estas constituidas por pendientes, siendo positivas aquellas que impliquen un aumento de cota y negativas las que produzcan una pérdida de cota.

3.2.1 Elementos del alineamiento vertical

Los elementos que forman parte del alineamiento vertical son:

- Tangentes: Son tramos rectos entre las curvas verticales, su pendiente se define por la relación entre su desnivel y la distancia horizontal entre dos puntos de la tangente.
- Curvas verticales: Su objetivo es unir dos tangentes consecutivas mediante una transición gradual de la pendiente de la tangente de entrada hacia la tangente de salida. Existen dos tipos de curvas:
 - Curva Cóncava: Concavidad hacia arriba.
 - Curva Convexa: Concavidad hacia abajo.

3.2.2 Cálculo de la cota de proyecto en una curva vertical

Las cotas de la tangente se obtienen a partir de la cota del PIV y de la gradiente de entrada; para el caso de la curva vertical parabólica se calculan las distancias existentes entre la curva y la tangente mediante la siguiente expresión:

$$y_i = \frac{G_1 - G_2}{200 * L} * x_i^2$$

Donde:

G1: gradiente de entrada

G2: gradiente de salida

L: longitud de la curva desde PCV hasta PTV

Con lo que obtenemos:

$$Cota\ de\ proyecto = Cota\ de\ tangente - yi$$

3.2.3 Distancias de visibilidad

Para efectuar un correcto diseño vial, es necesario tomar en cuenta las distancias de visibilidad del proyecto (Ministerio de Transporte y Obras Publicas). Existen dos tipos de distancias:

3.2.3.1 Distancia de visibilidad de parada:

Es aquella que requiere el conductor para detener su vehículo al momento de detectar o percibir una situación de peligro o un objeto imprevisto en la carretera. Esta distancia de visibilidad consta de dos parámetros, la distancia de percepción y reacción del conductor ante la situación de peligro que se denomina como d_1 y la distancia de frenado que se conoce como d_2 (Figura 3.4)

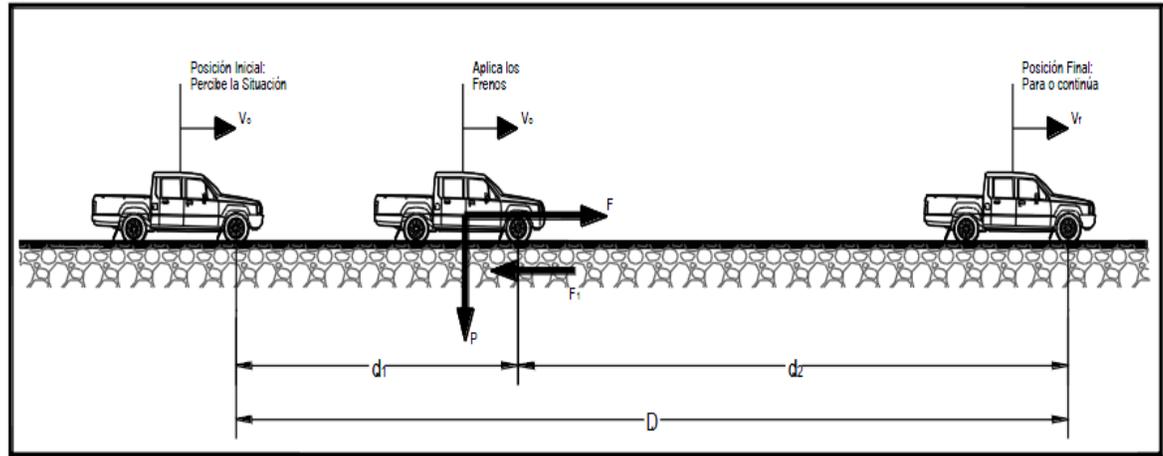


Figura 3.4: Distancia de visibilidad de parada
Fuente: Ministerio de Transporte y Obras Públicas

El primer parámetro de la distancia de visibilidad de parada se calcula a través de la siguiente expresión:

$$d1 = 0.278 * Vc * t$$

Donde:

v: velocidad de circulación del vehículo expresado en km/h;

t: tiempo de percepción y reacción del conductor expresado en segundos.

De acuerdo a los estudios realizados por el MTOP se ha considerado que el tiempo de reacción para las situaciones más desfavorables será de 2.5 segundos.

$$d1 = 0.278 * 30 * 2.5 = 20.85 \text{ m}$$

La distancia de frenado $d2$, se calcula a través de la siguiente expresión:

$$d2 = \frac{Vc^2}{254.02(f \pm G)}$$

Donde:

v: velocidad de circulación del vehículo expresado en km/h;

f: coeficiente de fricción longitudinal entre la llanta y la superficie de rodadura;

G: pendiente del terreno, siendo positiva la pendiente de ascenso y negativa la de bajada.

El coeficiente de fricción f decrece a medida que la velocidad del vehículo aumenta y para el cálculo de este factor, el MTOP ha considerado las situaciones más adversas tanto en los vehículos como en la superficie de rodadura.

En la (Tabla 3.5) se presentan los valores del coeficiente f para las distintas velocidades de diseño:

Tabla 3.5: Coeficientes de fricción

Velocidad de diseño (km/h)	Coeficiente de fricción (f)
30	0,40
40	0,38
50	0,35
60	0,33
70	0,31
80	0,30
90	0,30
100	0,29
110	0,28

Fuente: Ministerio de Transporte y Obras Públicas

$$d_2 = \frac{30^2}{254.02(0.4 - 0.14)} = 13.63 \text{ m}$$

Por lo tanto la distancia de visibilidad de parada es:

$$DVP = d1 + d2$$

$$DVP = 20.85 + 13.63 = 34.47 \approx 35 \text{ m}$$

3.2.3.2 Distancia de visibilidad de adelantamiento:

Es la mínima distancia de visibilidad que requiere el conductor de un vehículo para realizar una maniobra de rebasamiento a otro vehículo que circula en su mismo carril y dirección, pero a menor velocidad. Para realizar esta maniobra el conductor deberá invadir el carril contrario, pero sin afectar la velocidad del vehículo que se aproxima en sentido opuesto.

Para el cálculo de la distancia de visibilidad de adelantamiento, se deben tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

- El vehículo que es rebasado viaja a velocidad constante.
- El vehículo que rebasa ha reducido su velocidad y sigue al vehículo rebasado, esperando una oportunidad para ejecutar la maniobra.
- El vehículo que rebasa necesita un momento para observar el tránsito del carril contrario y así poder iniciar la maniobra.
- El conductor del vehículo que está rebasando tendrá que superar en 15 km/h la velocidad del vehículo que es rebasado.
- El vehículo regresa al carril de origen para terminar la maniobra.
- Debe existir una distancia de seguridad entre el vehículo que rebasa y el vehículo que circula en el carril contrario.

La distancia de visibilidad de adelantamiento está compuesta por la sumatoria de las siguientes distancias:

d_1 = distancia recorrida durante el tiempo de percepción – reacción, hasta que el vehículo empieza con la maniobra de adelantamiento.

$$d_1 = 0.14t_1(2v - 2m + at_1)$$

d_2 = distancia que recorre el vehículo que ejecuta la maniobra de rebasamiento, mientras esta en el carril opuesto.

$$d_2 = 0.28vt_2$$

d_3 = distancia de seguridad que queda luego de ejecutar la maniobra entre el vehículo que rebasa y el vehículo que viaja en sentido contrario; este valor se asume entre 35 y 90 metros.

d_4 = distancia recorrida por el vehículo que viene circulando en el carril contrario, esta distancia se expresa como $2/3 d_2$.

$$d_4 = \frac{2}{3} d_2$$

$$d_4 = 0.187vt_2$$

Donde:

v: velocidad promedio del vehículo que rebasa (km/h);

m: diferencia de velocidad entre el vehículo que rebasa y el que es rebasado (15km/h);

a: aceleración promedio del vehículo que rebasa (k/h/s);

t_1 : tiempo de maniobra inicial (segundos);

t_2 : tiempo de ocupación del carril opuesto (segundos)

Tabla 3.6: Distancia de visibilidad de adelantamiento

Velocidad promedio de adelantamiento		50 - 65	66 - 80	81 - 95	96 - 110	34 - 49
Maniobra inicial	a (km/h)	2,25	2,3	2,37	2,41	2,2
	t1 (seg)	3,6	4	4,3	4,5	3,17
	d1 (m)	45	65	90	110	27
Ocupación carril izquierdo	t2 (seg)	9,3	10	10,7	11,3	8,55
	d2 (m)	145	195	250	315	100
Distacia de seguridad	d3 (m)	30	55	75	90	30
Vehículo que se aproxima	d4 (m)	95	130	165	210	67,15
M.D.V.A.		315	445	580	725	225

Fuente: Ministerio de Transporte y Obras Públicas

De acuerdo a la (Tabla 3.6) y mediante una extrapolación de datos se ha determinado que la Mínima Distancia de Visibilidad de Adelantamiento para la velocidad del proyecto (30 km/h), es de 225 m.

3.2.4 Longitudes mínimas de curvas verticales

Curvas verticales convexas (Figura 3.5)

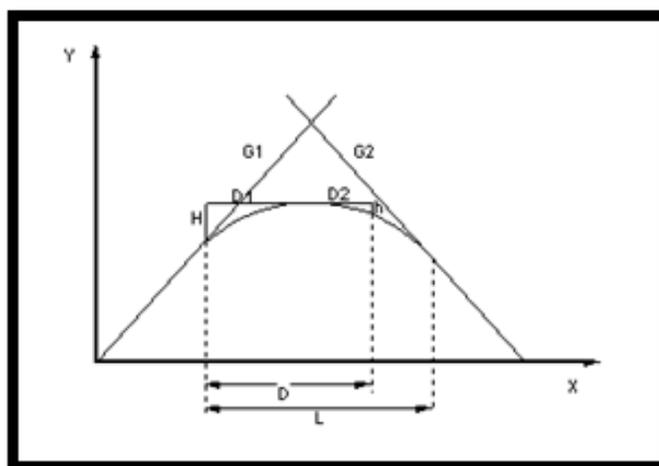


Figura 3.5: Curva vertical convexa

Fuente: Ministerio de Transporte y Obras Públicas

$$L = \frac{A * Dp^2}{100 * (\sqrt{2h1} + \sqrt{2h2})^2}$$

Donde:

- A: diferencia de gradientes (G1-G2);
- Dp: distancia mínima de parada;
- h1: altura del ojo del conductor (1.05m);
- h2: altura del objeto (0.20m)

Curvas verticales cóncavas (Figura 3.6)

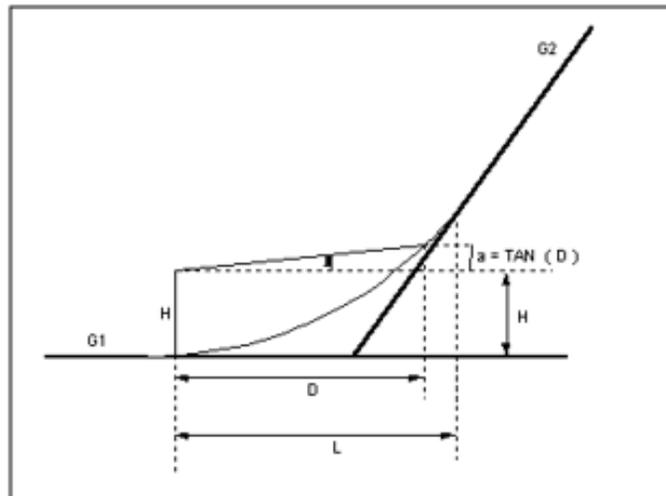


Figura 3.6: Curva vertical cóncava

Fuente: Ministerio de Transporte y Obras Públicas

$$L = \frac{A * Dp^2}{200 * (H + Dp * \tan \alpha)}$$

Donde:

- A: diferencia de gradientes (G1-G2);
- Dp: distancia mínima de parada;
- H: altura de los faros (0.6m);
- α : ángulo del haz de luz de los faros (1°)

Mediante estas ecuaciones se procede al cálculo de las longitudes mínimas para cada curva; los valores obtenidos con las ecuaciones antes mencionadas se los compara con la expresión $0.6 \cdot Vd$, siendo el mayor valor de estos la mínima longitud a considerar.

En las (Tablas 3.7 – 3.10) se presenta el cálculo de los diferentes parámetros que forman parte del diseño geométrico vertical.

Tabla 3.7: Ajuste de cotas tramo 1

PIV	DISTANCIA	ABSCISA	COTA	G %	G % corregido	COTA CORREGIDA	TIPO DE CURVA	$\Delta x / \Delta c$	A %	LONGITUD MINIMA $\Delta x * A / \Delta c * A$	LONGITUD MINIMA $0,6 * Vd$	LONGITUD ADOPTADA
Inicio		0+000,000	2696,708			2696,708						
	88,000			4,67	4,7							
1		0+088,000	2700,815			2700,844	CONVEXA	2,9	18,1	52,49	18	55
	59,000			-13,46	-13,4							
2		0+147,000	2692,871			2692,938	CONCAVA	5,1	7,5	38,25	18	40
	75,000			-5,91	-5,9							
3		0+222,000	2688,440			2688,513	CONVEXA	2,9	5,9	17,11	18	18
	34,000			-11,91	-11,8							
4		0+256,000	2684,392			2684,501	CONCAVA	5,1	9,2	46,92	18	40
	79,000			-2,54	-2,6							
5		0+335,000	2682,387			2682,447	CONVEXA	2,9	9,2	26,68	18	30
	65,000			-11,84	-11,8							
6		0+400,000	2674,688			2674,777	CONCAVA	5,1	4,6	23,46	18	30
	70,000			-7,28	-7,2							
7		0+470,000	2669,595			2669,737	CONVEXA	2,9	3,3	9,57	18	40
	70,000			-10,35	-10,5							
8		0+540,000	2662,347			2662,387	CONVEXA	2,9	3,5	10,15	18	30
	56,000			-14,05	-14							
9		0+596,000	2654,481			2654,547	CONCAVA	5,1	5,7	29,07	18	40
	107,000			-8,35	-8,3							
10		0+703,000	2645,547			2645,666	CONCAVA	5,1	4,7	23,97	18	40
	46,840			-3,58	-3,6							
Fin		0+749,840	2643,872			2643,980						

Fuente: Autor

Tabla 3.8: Diseño vertical 1

PIV	ABSCISA	COTAS			PCV / PTV	G %	yi	CORTE	RELLENO
		COTA DE TERRENO	COTA DE TANGENTE	COTA DE PROYECTO					
INICIO	0+000,000	2696,708	2696,708	2696,708		4,7		0,000	
	0+010,000	2697,294	2697,178	2697,178				0,116	
	0+020,000	2697,716	2697,648	2697,648				0,068	
	0+030,000	2698,149	2698,118	2698,118				0,031	
	0+040,000	2698,638	2698,588	2698,588				0,050	
	0+050,000	2698,958	2699,058	2699,058					0,100
	0+060,000	2699,416	2699,528	2699,528					0,112
	0+060,500	2699,439	2699,552	2699,552	PCV	4,7	0,000		0,112
	0+070,000	2699,877	2699,998	2699,849			0,149	0,028	
	0+080,000	2699,905	2700,468	2699,842			0,626	0,063	
1	0+088,000	2699,567	2700,844	2699,600			1,244		0,032
	0+090,000	2699,483	2700,938	2699,506			1,432		0,023
	0+100,000	2698,905	2701,408	2698,841			2,567	0,064	
	0+110,000	2697,911	2701,878	2697,846			4,032	0,065	
	0+115,500	2697,279	2702,137	2697,159	PTV	-13,4	4,978	0,120	
	0+120,000	2696,761	2696,556	2696,556				0,205	
	0+127,000	2695,793	2695,618	2695,618	PCV	-13,4	0,000	0,175	
	0+130,000	2695,378	2695,216	2695,224			-0,008	0,154	
	0+140,000	2694,037	2693,876	2694,034			-0,158	0,003	
2	0+147,000	2693,219	2692,938	2693,313			-0,375		0,094
	0+150,000	2692,869	2692,536	2693,032			-0,496		0,163
	0+160,000	2692,119	2691,196	2692,217			-1,021		0,098
	0+167,000	2691,658	2690,258	2691,758	PTV	-5,9	-1,500		0,100
	0+170,000	2691,461	2691,581	2691,581					0,120
	0+180,000	2690,823	2690,991	2690,991					0,168
	0+200,000	2690,030	2689,811	2689,811				0,219	
	0+210,000	2689,375	2689,221	2689,221				0,154	
	0+213,000	2689,108	2689,044	2689,044	PCV	-5,9	0,000	0,064	
	0+220,000	2688,485	2688,631	2688,551			0,080		0,066
3	0+222,000	2688,253	2688,513	2688,380			0,133		0,127
	0+230,000	2687,324	2688,041	2687,567			0,474		0,243
	0+231,000	2687,227	2687,982	2687,451	PTV	-11,8	0,531		0,224
	0+235,000	2686,840	2686,979	2686,979					0,139
	0+236,000	2686,729	2686,861	2686,861	PCV	-11,8	0,000		0,132
	0+240,000	2686,284	2686,389	2686,407			-0,018		0,123
	0+250,000	2685,356	2685,209	2685,434			-0,225		0,078
4	0+256,000	2684,897	2684,501	2684,961			-0,460		0,064

	0+260,000	2684,591	2684,029	2684,691			-0,662		0,100
	0+270,000	2684,128	2682,849	2684,178			-1,329		0,050
	0+276,000	2683,895	2682,141	2683,981	PTV	-2,6	-1,840		0,086
	0+280,000	2683,739	2683,877	2683,877					0,138
	0+300,000	2683,092	2683,357	2683,357					0,265
	0+310,000	2683,280	2683,097	2683,097				0,183	
	0+320,000	2682,753	2682,837	2682,837	PCV	-2,6	0,000		0,084
	0+330,000	2682,226	2682,577	2682,424			0,153		0,198
5	0+335,000	2681,890	2682,447	2682,102			0,345		0,212
	0+340,000	2681,553	2682,317	2681,704			0,613		0,151
	0+350,000	2680,603	2682,057	2680,677	PTV	-11,8	1,380		0,074
	0+360,000	2679,653	2679,497	2679,497				0,156	
	0+370,000	2678,850	2678,317	2678,317				0,533	
	0+380,000	2677,507	2677,137	2677,137				0,370	
	0+385,000	2676,551	2676,547	2676,547	PCV	-11,8	0,000	0,004	
	0+390,000	2675,595	2675,957	2675,976			-0,019		0,381
6	0+400,000	2674,606	2674,777	2674,950			-0,173		0,344
	0+410,000	2673,616	2673,597	2674,076			-0,479		0,460
	0+415,000	2673,219	2673,007	2673,697	PTV	-7,2	-0,690		0,478
	0+420,000	2672,821	2673,337	2673,337					0,516
	0+440,000	2671,600	2671,897	2671,897					0,297
	0+450,000	2670,921	2671,177	2671,177	PCV	-7,2	0,000		0,256
	0+460,000	2670,242	2670,457	2670,416			0,041		0,174
7	0+470,000	2669,438	2669,737	2669,572			0,165		0,134
	0+480,000	2668,634	2669,017	2668,646			0,371		0,012
	0+490,000	2667,733	2668,297	2667,637	PTV	-10,5	0,660	0,096	
	0+500,000	2666,832	2666,587	2666,587				0,245	
	0+510,000	2665,731	2665,537	2665,537				0,194	
	0+520,000	2664,716	2664,487	2664,487				0,229	
	0+525,000	2664,156	2663,962	2663,962	PCV	-10,5	0,000	0,194	
	0+530,000	2663,596	2663,437	2663,422			0,015	0,174	
8	0+540,000	2662,304	2662,387	2662,256			0,131	0,048	
	0+550,000	2661,011	2661,337	2660,972			0,365	0,039	
	0+555,000	2660,252	2660,812	2660,287	PTV	-14	0,525		0,035
	0+560,000	2659,492	2659,587	2659,587					0,095
	0+570,000	2657,923	2658,187	2658,187					0,264
	0+576,000	2656,859	2657,347	2657,347	PCV	-14	0,000		0,488
	0+580,000	2656,150	2656,787	2656,798			-0,011		0,648
	0+590,000	2655,064	2655,387	2655,527			-0,140		0,463
9	0+596,000	2654,279	2654,547	2654,832			-0,285		0,553
	0+600,000	2653,755	2653,987	2654,397			-0,410		0,642

	0+610,000	2653,091	2652,587	2653,411			-0,824		0,320
	0+616,000	2652,659	2651,747	2652,887	PTV	-8,3	-1,140		0,228
	0+620,000	2652,371	2652,555	2652,555					0,184
	0+640,000	2651,079	2650,895	2650,895				0,184	
	0+660,000	2649,419	2649,235	2649,235				0,184	
	0+680,000	2647,577	2647,575	2647,575				0,002	
	0+683,000	2647,305	2647,326	2647,326	PCV	-8,3	0,000		0,021
	0+690,000	2646,669	2646,745	2646,774			-0,029		0,105
	0+700,000	2645,871	2645,915	2646,085			-0,170		0,214
10	0+703,000	2645,701	2645,666	2645,901			-0,235		0,200
	0+710,000	2645,303	2645,085	2645,513			-0,428		0,210
	0+720,000	2644,836	2644,255	2645,059			-0,804		0,223
	0+723,000	2644,713	2644,006	2644,946	PTV	-3,6	-0,940		0,233
	0+730,000	2644,427	2644,694	2644,694					0,267
	0+740,000	2644,053	2644,334	2644,334					0,281
FIN	0+749,840	2643,872	2643,980	2643,980					0,108

Fuente: Autor

Tabla 3.9: Ajuste de cotas tramo 2

PIV	DISTANCIA	ABSCISA	COTA	G %	G % corregido	COTA CORREGIDA	TIPO DE CURVA	$\Delta x / \Delta c$	A %	LONGITUD MINIMA $\Delta x * A / \Delta c * A$	LONGITUD MINIMA $0,6 * Vd$	LONGITUD ADOPTADA
Inicio		0+000,000	2678,330			2678,330						
	117,000			-9,59	-9,6							
1		0+117,000	2667,114			2667,098	CONVEXA	2,9	5,1	14,79	18	20
	36,000			-14,71	-14,7							
2		0+153,000	2661,817			2661,806	CONCAVA	5,1	7,7	39,27	18	40
	85,000			-7,00	-7,0							
3		0+238,000	2655,867			2655,856	CONVEXA	2,9	5,4	15,66	18	30
	60,000			-12,35	-12,4							
4		0+298,000	2648,457			2648,416	CONCAVA	5,1	15,3	78,03	18	50
	53,000			2,85	2,9							
5		0+351,000	2649,970			2649,953	CONCAVA	5,1	9,2	46,92	18	40
	108,000			12,06	12,1							
6		0+459,000	2663,000			2663,021	CONVEXA	2,9	24,4	70,76	18	115
	117,000			-12,34	-12,3							
7		0+576,000	2648,558			2648,630	CONCAVA	5,1	26,2	133,62	18	70
	134,000			13,89	13,9							
8		0+710,000	2667,168			2667,256	CONVEXA	2,9	20,1	58,29	18	100
	153,000			-6,22	-6,2							
9		0+863,000	2657,645			2657,770	CONCAVA	5,1	13,2	67,32	18	70
	64,000			6,95	7,0							
10		0+927,000	2662,092			2662,250	CONCAVA	5,1	7,1	36,21	18	40
	76,000			14,10	14,1							
11		1+003,000	2672,810			2672,966	CONVEXA	2,9	3,7	10,73	18	40
	111,000			10,36	10,4							
12		1+114,000	2684,315			2684,510	CONVEXA	2,9	5,7	16,53	18	30

	59,000			4,72	4,7							
13		1+173,000	2687,102			2687,283	CONVEXA	2,9	9,8	28,42	18	40
	55,000			-5,08	-5,1							
14		1+228,000	2684,310			2684,478	CONCAVA	5,1	6,4	32,64	18	35
	20,414			1,30	1,3							
Fin		1+248,414	2684,576			2684,743						

Fuente: Autor

Tabla 3.10: Diseño vertical 2

PIV	ABSCISA	COTAS			PCV / PTV	G %	yi	CORTE	RELLENO
		COTA DE TERRENO	COTA DE TANGENTE	COTA DE PROYECTO					
INICIO	0+000,000	2678,334	2678,334	2678,334		-9,6		0,000	
	0+010,000	2677,574	2677,374	2677,374				0,200	
	0+020,000	2676,957	2676,414	2676,414				0,543	
	0+030,000	2675,851	2675,454	2675,454				0,397	
	0+040,000	2674,829	2674,494	2674,494				0,335	
	0+050,000	2673,838	2673,534	2673,534				0,304	
	0+060,000	2673,156	2672,574	2672,574				0,582	
	0+070,000	2672,095	2671,614	2671,614				0,481	
	0+080,000	2670,784	2670,654	2670,654				0,130	
	0+090,000	2669,913	2669,694	2669,694				0,219	
	0+100,000	2668,760	2668,734	2668,734				0,026	
	0+107,000	2668,065	2668,062	2668,062	PCV	-9,6	0,000	0,003	
	0+110,000	2667,767	2667,774	2667,763			0,011	0,004	
1	0+117,000	2667,064	2667,102	2666,975			0,128	0,090	
	0+120,000	2666,763	2666,814	2666,599			0,215	0,164	
	0+127,000	2665,406	2666,142	2665,632	PTV	-14,7	0,510		0,226
	0+130,000	2664,825	2665,191	2665,191					0,366
	0+133,000	2664,159	2664,750	2664,750	PCV	-14,7	0,000		0,591
	0+140,000	2662,606	2663,721	2663,768			-0,047		1,162
	0+150,000	2661,279	2662,251	2662,529			-0,278		1,250
2	0+153,000	2661,084	2661,810	2662,195			-0,385		1,111
	0+160,000	2660,628	2660,781	2661,483			-0,702		0,855
	0+170,000	2660,048	2659,311	2660,629			-1,318		0,581
	0+173,000	2659,798	2658,870	2660,410	PTV	-7	-1,540		0,612
	0+180,000	2659,216	2659,920	2659,920					0,704
	0+190,000	2658,733	2659,220	2659,220					0,487
	0+200,000	2658,205	2658,520	2658,520					0,315
	0+210,000	2657,671	2657,820	2657,820					0,149
	0+220,000	2657,082	2657,120	2657,120					0,038
	0+223,000	2656,855	2656,910	2656,910	PCV	-7	0,000		0,055
	0+230,000	2656,324	2656,420	2656,376			0,044		0,052
3	0+238,000	2655,733	2655,860	2655,658			0,203	0,075	
	0+240,000	2655,585	2655,720	2655,460			0,260	0,125	
	0+250,000	2654,412	2655,020	2654,364			0,656	0,048	
	0+253,000	2654,018	2654,810	2654,000	PTV	-12,4	0,810	0,017	

	0+260,000	2653,097	2653,132	2653,132					0,035
	0+270,000	2651,983	2651,892	2651,892				0,091	
	0+273,000	2651,663	2651,520	2651,520	PCV	-12,4	0,000	0,143	
	0+280,000	2650,917	2650,652	2650,727			-0,075	0,190	
	0+290,000	2649,495	2649,412	2649,854			-0,442		0,359
4	0+298,000	2648,772	2648,420	2649,376			-0,956		0,604
	0+300,000	2648,591	2648,172	2649,287			-1,115		0,696
	0+310,000	2648,706	2646,932	2649,027			-2,095		0,321
	0+320,000	2649,442	2645,692	2649,072			-3,380	0,370	
	0+323,000	2649,421	2645,320	2649,145	PTV	2,9	-3,825	0,276	
	0+330,000	2649,373	2649,348	2649,348				0,025	
	0+331,000	2649,389	2649,377	2649,377	PCV	2,9	0,000	0,011	
	0+340,000	2649,528	2649,638	2649,731			-0,093		0,203
	0+350,000	2649,822	2649,928	2650,343			-0,415		0,521
5	0+351,000	2649,972	2649,957	2650,417			-0,460		0,445
	0+360,000	2651,323	2650,218	2651,185			-0,967	0,138	
	0+370,000	2652,455	2650,508	2652,257			-1,749	0,198	
	0+371,000	2652,582	2650,537	2652,377	PTV	12,1	-1,840	0,205	
	0+380,000	2653,727	2653,466	2653,466				0,261	
	0+390,000	2654,964	2654,676	2654,676				0,288	
	0+400,000	2656,167	2655,886	2655,886				0,281	
	0+401,500	2656,343	2656,068	2656,068	PCV	12,1	0,000	0,276	
	0+410,000	2657,342	2657,096	2657,019			0,077	0,323	
	0+420,000	2658,106	2658,306	2657,943			0,363	0,163	
	0+440,000	2658,178	2660,726	2659,154			1,572		0,976
	0+450,000	2658,200	2661,936	2659,441			2,495		1,241
6	0+459,000	2659,327	2663,025	2659,518			3,508		0,191
	0+460,000	2659,452	2663,146	2659,515			3,631		0,063
	0+470,000	2659,624	2664,356	2659,378			4,978	0,246	
	0+480,000	2659,056	2665,566	2659,029			6,537	0,027	
	0+500,000	2657,468	2667,986	2657,693			10,293		0,225
	0+510,000	2657,546	2669,196	2656,707			12,489	0,839	
	0+516,500	2656,430	2669,983	2655,953	PTV	-12,3	14,030	0,477	
	0+520,000	2655,829	2655,522	2655,522				0,307	
	0+530,000	2654,086	2654,292	2654,292					0,206
	0+540,000	2652,410	2653,062	2653,062					0,652
	0+541,000	2652,274	2652,939	2652,939	PCV	-12,3	0,000		0,665
	0+550,000	2651,046	2651,832	2651,984			-0,152		0,938
	0+560,000	2650,264	2650,602	2651,278			-0,676		1,014
	0+570,000	2650,061	2649,372	2650,946			-1,574		0,885
7	0+576,000	2649,930	2648,634	2650,927			-2,293		0,997

	0+580,000	2649,842	2648,142	2650,988			-2,846		1,146
	0+590,000	2650,398	2646,912	2651,405			-4,493		1,007
	0+600,000	2651,443	2645,682	2652,196			-6,514		0,753
	0+610,000	2654,388	2644,452	2653,362			-8,910	1,026	
	0+611,000	2654,368	2644,329	2653,499	PTV	13,9	-9,170	0,869	
	0+620,000	2654,190	2654,750	2654,750					0,560
	0+630,000	2655,878	2656,140	2656,140					0,262
	0+640,000	2659,450	2657,530	2657,530				1,920	
	0+650,000	2660,517	2658,920	2658,920				1,597	
	0+660,000	2661,412	2660,310	2660,310	PCV	13,9	0,000	1,102	
	0+670,000	2662,307	2661,700	2661,600			0,101	0,707	
	0+680,000	2662,767	2663,090	2662,688			0,402	0,079	
	0+690,000	2663,410	2664,480	2663,576			0,905		0,166
	0+700,000	2665,322	2665,870	2664,262			1,608	1,060	
8	0+710,000	2664,210	2667,260	2664,748			2,513		0,538
	0+720,000	2663,098	2668,650	2665,032			3,618		1,934
	0+730,000	2664,408	2670,040	2665,116			4,925		0,708
	0+740,000	2666,409	2671,430	2664,998			6,432	1,411	
	0+750,000	2665,791	2672,820	2664,680			8,141	1,111	
	0+760,000	2664,545	2674,210	2664,160	PTV	-6,2	10,050	0,385	
	0+770,000	2663,299	2663,540	2663,540					0,241
	0+780,000	2662,355	2662,920	2662,920					0,565
	0+790,000	2662,735	2662,300	2662,300				0,435	
	0+800,000	2662,775	2661,680	2661,680				1,095	
	0+810,000	2662,981	2661,060	2661,060				1,921	
	0+820,000	2660,693	2660,440	2660,440				0,253	
	0+828,000	2659,7426	2659,944	2659,944	PCV	-6,2	0,000		0,201
	0+830,000	2659,505	2659,820	2659,824			-0,004		0,319
	0+840,000	2657,974	2659,200	2659,336			-0,136		1,362
	0+850,000	2657,840	2658,580	2659,036			-0,456		1,196
	0+860,000	2657,874	2657,960	2658,925			-0,965		1,051
9	0+863,000	2657,8851	2657,774	2658,929			-1,155		1,044
	0+870,000	2657,911	2657,340	2659,003			-1,663		1,092
	0+880,000	2658,952	2656,720	2659,269			-2,549		0,317
	0+890,000	2660,510	2656,100	2659,724			-3,624	0,786	
	0+898,000	2661,2092	2655,604	2660,224	PTV	7	-4,620	0,985	
	0+900,000	2661,384	2660,364	2660,364				1,020	
	0+907,000	2660,8499	2660,854	2660,854	PCV	7	0,000		0,004
	0+910,000	2660,621	2661,064	2661,072			-0,008		0,451
	0+920,000	2661,2	2661,764	2661,914			-0,150		0,714
10	0+927,000	2661,9826	2662,254	2662,609			-0,355		0,626

	0+930,000	2662,318	2662,464	2662,933			-0,469		0,615
	0+940,000	2663,404	2663,164	2664,130			-0,966		0,726
	0+947,000	2664,4862	2663,654	2665,074	PTV	14,1	-1,420		0,588
	0+950,000	2664,95	2665,497	2665,497					0,547
	0+960,000	2666,423	2666,907	2666,907					0,484
	0+970,000	2668,286	2668,317	2668,317					0,031
	0+980,000	2670,091	2669,727	2669,727				0,364	
	0+983,000	2670,5236	2670,150	2670,150	PCV	14,1	0,000	0,374	
	0+990,000	2671,533	2671,137	2671,114			0,023	0,419	
	1+000,000	2673	2672,547	2672,413			0,134	0,587	
11	1+003,000	2673,2658	2672,970	2672,785			0,185	0,481	
	1+010,000	2673,886	2673,957	2673,620			0,337	0,266	
	1+020,000	2674,688	2675,367	2674,734			0,633		0,046
	1+023,000	2674,9328	2675,790	2675,050	PTV	10,4	0,740		0,117
	1+030,000	2675,504	2675,778	2675,778					0,274
	1+040,000	2676,561	2676,818	2676,818					0,257
	1+050,000	2677,602	2677,858	2677,858					0,256
	1+060,000	2678,782	2678,898	2678,898					0,116
	1+070,000	2679,536	2679,938	2679,938					0,402
	1+080,000	2680,406	2680,978	2680,978					0,572
	1+090,000	2681,612	2682,018	2682,018					0,406
	1+099,000	2682,6623	2682,954	2682,954	PCV	10,4	0,000		0,292
	1+100,000	2682,779	2683,058	2683,057			0,001		0,278
	1+110,000	2683,982	2684,098	2683,983			0,115		0,001
12	1+114,000	2684,3148	2684,514	2684,300			0,214	0,015	
	1+120,000	2684,814	2685,138	2684,719			0,419	0,095	
	1+129,000	2685,2892	2686,074	2685,219	PTV	4,7	0,855	0,070	
	1+130,000	2685,342	2685,266	2685,266				0,076	
	1+140,000	2685,791	2685,736	2685,736				0,055	
	1+150,000	2686,765	2686,206	2686,206				0,559	
	1+153,000	2686,6342	2686,347	2686,347	PCV	4,7	0,000	0,287	
	1+160,000	2686,329	2686,676	2686,616			0,060		0,287
	1+170,000	2686,544	2687,146	2686,792			0,354		0,248
13	1+173,000	2686,5401	2687,287	2686,797			0,490		0,257
	1+180,000	2686,531	2687,616	2686,723			0,893		0,192
	1+190,000	2686,026	2688,086	2686,409			1,677		0,383
	1+193,000	2685,8628	2688,227	2686,267	PTV	-5,1	1,960		0,404
	1+200,000	2685,482	2685,910	2685,910					0,428
	1+210,000	2685,273	2685,400	2685,400					0,127
	1+210,500	2685,26765	2685,375	2685,375	PCV	-5,1	0,000		0,107
	1+220,000	2685,166	2684,890	2684,973			-0,083	0,193	

14	1+228,000	2684,7772	2684,482	2684,762			-0,280	0,015	
	1+230,000	2684,68	2684,380	2684,728			-0,348		0,048
	1+240,000	2684,298	2683,870	2684,666			-0,796		0,368
	1+245,500	2684,47972	2683,590	2684,710	PTV	1,3	-1,120		0,230
FIN	1+248,414	2684,576	2684,747	2684,747					0,171

Fuente: Autor

3.3 MOVIMIENTO DE TIERRAS

Se denomina movimiento de tierras al conjunto de operaciones a ejecutarse en un terreno, para la construcción de una obra; estas operaciones pueden ser realizadas de forma manual o mecánica.

Las operaciones que se realizan durante un movimiento de tierras son: excavación, transporte del material y relleno.

En las (Tablas 3.11 y 3.12) se presentan los valores de corte y relleno para los dos tramos de la carretera que es objeto de estudio.

Tabla 3.11: Reporte de volúmenes 1

REPORTE DE VOLUMENES TRAMO 1				
ABSCISA	VOLUMEN (m3)		VOLUMEN ACUMULADO (m3)	
	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO
0+000.000	0.00	0.00	0.00	0.00
0+010.000	8.19	2.98	8.19	2.98
0+020.000	7.32	1.99	15.51	4.97
0+030.000	8.61	0.00	24.12	4.97
0+040.000	7.99	0.00	32.12	4.97
0+050.000	4.09	1.57	36.20	6.54
0+060.000	0.70	3.27	36.90	9.82
0+070.000	2.05	1.70	38.95	11.51
0+080.000	4.50	0.00	43.45	11.51
0+090.000	3.64	0.15	47.09	11.66
0+100.000	3.68	0.15	50.77	11.81
0+110.000	6.45	0.00	57.22	11.81
0+120.000	11.60	0.00	68.82	11.81
0+130.000	13.02	0.00	81.85	11.81
0+140.000	6.39	0.52	88.23	12.33
0+150.000	1.28	3.63	89.51	15.96
0+160.000	0.34	4.80	89.85	20.76
0+170.000	0.62	3.60	90.47	24.36
0+180.000	1.45	3.95	91.92	28.31
0+190.000	4.98	3.03	96.90	31.34
0+200.000	11.85	1.16	108.75	32.49
0+210.000	12.88	0.31	121.63	32.81
0+220.000	7.68	2.26	129.31	35.06
0+230.000	4.22	4.56	133.53	39.63
0+240.000	2.00	4.56	135.53	44.18
0+250.000	1.49	3.21	137.02	47.39
0+260.000	1.82	4.17	138.84	51.56
0+270.000	2.12	4.69	140.96	56.24
0+280.000	2.18	4.79	143.14	61.04
0+290.000	1.20	8.61	144.35	69.65

0+300.000	3.80	11.08	148.14	80.72
0+310.000	11.61	8.49	159.75	89.21
0+320.000	11.15	7.89	170.91	97.11
0+330.000	4.82	11.86	175.73	108.96
0+340.000	3.96	12.85	179.69	121.82
0+350.000	8.36	7.53	188.05	129.35
0+360.000	11.98	1.94	200.03	131.29
0+370.000	22.87	0.35	222.90	131.64
0+380.000	30.81	0.01	253.72	131.65
0+390.000	13.81	5.44	267.53	137.09
0+400.000	0.12	10.98	267.65	148.06
0+410.000	0.04	18.72	267.68	166.78
0+420.000	0.00	27.64	267.68	194.42
0+430.000	0.00	26.86	267.68	221.28
0+440.000	0.45	18.88	268.13	240.17
0+450.000	1.73	8.80	269.86	248.96
0+460.000	2.55	5.21	272.41	254.18
0+470.000	3.45	4.58	275.85	258.76
0+480.000	6.09	1.99	281.95	260.75
0+490.000	12.17	0.30	294.11	261.06
0+500.000	18.14	0.01	312.25	261.07
0+510.000	17.19	0.01	329.44	261.08
0+520.000	14.61	0.01	344.05	261.09
0+530.000	12.81	0.01	356.86	261.10
0+540.000	10.93	0.01	367.79	261.11
0+550.000	7.94	0.07	375.73	261.18
0+560.000	3.12	1.57	378.85	262.76
0+570.000	0.48	7.21	379.34	269.96
0+580.000	0.00	25.17	379.34	295.14
0+590.000	0.00	32.70	379.34	327.84
0+600.000	0.00	29.65	379.34	357.48
0+610.000	0.00	25.05	379.34	382.53
0+620.000	0.00	13.63	379.34	396.16
0+630.000	0.21	6.31	379.55	402.47

0+640.000	5.76	1.32	385.31	403.79
0+650.000	12.26	0.03	397.57	403.82
0+660.000	13.12	0.03	410.69	403.85
0+670.000	10.64	0.03	421.32	403.88
0+680.000	6.20	0.17	427.52	404.04
0+690.000	2.30	2.16	429.82	406.20
0+700.000	0.46	6.56	430.28	412.76
0+710.000	0.41	9.03	430.69	421.79
0+720.000	0.47	9.44	431.15	431.23
0+730.000	0.22	11.18	431.37	442.41
0+740.000	0.05	13.07	431.43	455.47
0+749.840	0.19	7.40	431.62	462.88

Fuente: Autor

Tabla 3.12: Reporte de volúmenes 2

REPORTE DE VOLUMENES TRAMO 2				
ABSCISA	VOLUMEN (m3)		VOLUMEN ACUMULADO (m3)	
	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO
0+000.000	0.00	0.00	0.00	0.00
0+010.000	53.77	1.70	53.77	1.70
0+020.000	22.11	0.01	75.88	1.71
0+030.000	27.51	0.00	103.39	1.71
0+040.000	21.93	0.00	125.32	1.71
0+050.000	17.95	0.00	143.27	1.71
0+060.000	24.55	0.00	167.82	1.71
0+070.000	28.43	0.00	196.24	1.71
0+080.000	16.02	2.43	212.27	4.14
0+090.000	8.82	3.41	221.09	7.55
0+100.000	5.24	4.84	226.33	12.40
0+110.000	2.64	4.30	228.97	16.70
0+120.000	6.06	0.47	235.03	17.16
0+130.000	4.26	9.24	239.29	26.40
0+140.000	0.00	44.13	239.29	70.54
0+150.000	0.00	72.71	239.29	143.24
0+160.000	0.00	61.82	239.29	205.07
0+170.000	0.00	40.20	239.29	245.27
0+180.000	0.00	39.15	239.29	284.42
0+190.000	0.00	37.04	239.29	321.46
0+200.000	0.01	21.86	239.30	343.32
0+210.000	0.29	10.46	239.59	353.78
0+220.000	3.78	2.95	243.36	356.73
0+230.000	5.02	0.86	248.39	357.59
0+240.000	6.70	0.64	255.09	358.22
0+250.000	10.42	0.29	265.51	358.52
0+260.000	7.29	0.89	272.80	359.40

0+270.000	7.78	0.68	280.58	360.08
0+280.000	14.62	0.07	295.20	360.16
0+290.000	8.97	10.17	304.17	370.33
0+300.000	0.01	33.47	304.17	403.80
0+310.000	0.03	31.05	304.20	434.86
0+320.000	12.02	7.93	316.23	442.79
0+330.000	16.10	0.93	332.33	443.72
0+340.000	4.12	6.55	336.45	450.28
0+350.000	0.24	36.44	336.69	486.71
0+360.000	4.15	30.77	340.85	517.49
0+370.000	13.60	0.09	354.44	517.58
0+380.000	19.50	0.00	373.95	517.58
0+390.000	22.69	0.00	396.64	517.58
0+400.000	26.06	0.00	422.70	517.58
0+410.000	25.89	0.00	448.59	517.58
0+420.000	24.29	1.01	472.89	518.58
0+430.000	18.34	4.22	491.22	522.80
0+440.000	6.52	21.92	497.74	544.72
0+450.000	0.02	34.43	497.76	579.15
0+460.000	10.65	17.71	508.41	596.86
0+470.000	23.63	1.99	532.04	598.86
0+480.000	30.08	0.04	562.12	598.89
0+490.000	17.44	3.70	579.56	602.59
0+500.000	2.47	7.75	582.03	610.34
0+510.000	24.72	6.29	606.75	616.63
0+520.000	36.60	6.62	643.35	623.25
0+530.000	19.66	11.92	663.01	635.17
0+540.000	6.41	23.18	669.42	658.35
0+550.000	0.89	38.03	670.31	696.39
0+560.000	0.00	56.65	670.31	753.04
0+570.000	0.00	65.81	670.31	818.85

0+580.000	0.00	74.54	670.31	893.39
0+590.000	0.00	70.61	670.31	964.00
0+600.000	0.00	46.85	670.31	1,010.85
0+610.000	30.06	21.42	700.37	1,032.26
0+620.000	30.12	15.66	730.49	1,047.92
0+630.000	7.82	16.92	738.31	1,064.85
0+640.000	70.05	4.01	808.36	1,068.85
0+650.000	114.99	0.00	923.36	1,068.85
0+660.000	87.02	0.00	1,010.38	1,068.85
0+670.000	87.58	0.00	1,097.96	1,068.85
0+680.000	70.87	0.57	1,168.83	1,069.42
0+690.000	78.77	6.77	1,247.60	1,076.19
0+700.000	91.05	14.99	1,338.64	1,091.19
0+710.000	56.93	33.00	1,395.57	1,124.19
0+720.000	30.37	57.21	1,425.94	1,181.40
0+730.000	50.30	53.04	1,476.23	1,234.43
0+740.000	83.44	30.80	1,559.67	1,265.23
0+750.000	99.79	18.36	1,659.46	1,283.59
0+760.000	80.94	14.99	1,740.41	1,298.58
0+770.000	65.92	15.53	1,806.32	1,314.11
0+780.000	77.46	18.29	1,883.79	1,332.39
0+790.000	87.71	20.33	1,971.50	1,352.72
0+800.000	89.52	19.93	2,061.02	1,372.66
0+810.000	78.84	21.25	2,139.85	1,393.90
0+820.000	57.22	26.49	2,197.08	1,420.40
0+830.000	26.28	34.17	2,223.35	1,454.57
0+840.000	10.71	54.75	2,234.06	1,509.31
0+850.000	0.00	67.57	2,234.07	1,576.88
0+860.000	2.16	53.21	2,236.22	1,630.09
0+870.000	3.63	41.87	2,239.85	1,671.96
0+880.000	5.99	39.09	2,245.84	1,711.05

0+890.000	35.11	16.83	2,280.95	1,727.88
0+900.000	60.54	0.00	2,341.49	1,727.88
0+910.000	32.76	15.17	2,374.25	1,743.06
0+920.000	4.90	30.44	2,379.15	1,773.50
0+930.000	2.48	31.68	2,381.63	1,805.18
0+940.000	0.02	37.48	2,381.65	1,842.65
0+950.000	2.93	36.01	2,384.58	1,878.66
0+960.000	8.92	26.19	2,393.50	1,904.85
0+970.000	27.42	12.46	2,420.91	1,917.31
0+980.000	45.23	2.70	2,466.14	1,920.01
0+990.000	44.62	0.00	2,510.76	1,920.01
1+000.000	45.90	0.00	2,556.67	1,920.01
1+010.000	43.06	0.68	2,599.73	1,920.69
1+020.000	28.75	4.35	2,628.48	1,925.04
1+030.000	18.23	10.17	2,646.71	1,935.21
1+040.000	16.41	11.79	2,663.12	1,946.99
1+050.000	21.11	8.56	2,684.23	1,955.56
1+060.000	19.85	4.33	2,704.08	1,959.88
1+070.000	9.16	8.65	2,713.24	1,968.53
1+080.000	3.35	18.72	2,716.60	1,987.25
1+090.000	2.97	18.86	2,719.56	2,006.11
1+100.000	5.37	13.90	2,724.94	2,020.01
1+110.000	10.32	6.31	2,735.25	2,026.33
1+120.000	15.08	0.47	2,750.33	2,026.80
1+130.000	17.92	0.00	2,768.25	2,026.80
1+140.000	20.61	0.02	2,788.86	2,026.82
1+150.000	35.98	0.99	2,824.84	2,027.81
1+160.000	27.61	6.82	2,852.45	2,034.63
1+170.000	4.38	11.46	2,856.83	2,046.08
1+180.000	1.71	9.00	2,858.53	2,055.08
1+190.000	1.78	11.35	2,860.31	2,066.43

1+200.000	1.89	17.23	2,862.20	2,083.66
1+210.000	3.89	13.07	2,866.09	2,096.73
1+220.000	10.73	4.76	2,876.82	2,101.49
1+230.000	9.98	3.86	2,886.80	2,105.35
1+240.000	2.92	12.73	2,889.71	2,118.08
1+248.414	0.28	11.32	2,889.99	2,129.40

Fuente: Autor

CAPÍTULO IV

ESTUDIO DE SUELOS

Realizar un correcto estudio de suelos es un factor determinante para calcular los espesores de las capas de pavimento; para el presente proyecto se estableció la ubicación de dos puntos de perforación, con una profundidad de exploración de 1.50m cada uno.

La excavación de los pozos se realizó a cielo abierto en el mes de noviembre, mes que corresponde a la época de invierno; y en estas condiciones no se detecta la presencia de niveles freáticos (Tabla 4.1)

Tabla 4.1: Detalle de los pozos de excavación

Pozo	Profundidad (m)	Número de muestras	Nivel freático
1	1.50	2	No se detecta
2	1.50	2	No se detecta

Fuente: Autor

Se procedió a la inspección visual-manual de los diferentes estratos atravesados por las excavaciones, de acuerdo con la norma ASTM D-2488, y además se procedió a la recolección de muestras “alteradas” para ser evaluadas en el laboratorio (Anexo 7)

4.1 ENSAYOS DE LABORATORIO

Con las muestras en el laboratorio se realizaron los ensayos normalizados correspondientes, a fin de determinar las propiedades físico-mecánicas de la subrasante (Juárez Badillo & Rico Rodríguez, 2005); los ensayos que se ejecutaron son los siguientes (Anexo 8):

Contenido de humedad	ASTM D-2216
Granulometría por tamizado	ASTM D-422 Y AASHTO T-88
Límite líquido	ASTM D-423 Y AASHTO T-89
Límite plástico	ASTM D-424 Y AASHTO T-90
Compactación de suelos	ASTM D-1557 Y AASHTO T-180

Contenido de humedad: Este ensayo permite determinar la cantidad de agua presente en una muestra de suelo, en términos de su peso en seco.

Granulometría por tamizado: A través este ensayo se puede determinar cuantitativamente la distribución de los diferentes tamaños de partículas del suelo, además con los resultados obtenidos mediante la granulometría se puede realizar la clasificación del suelo.

Límite líquido: Es un contenido de humedad del suelo donde por encima del mismo el suelo se comporta como un fluido viscoso y por debajo del mismo el suelo se comporta como estado plástico.

Límite plástico: Es un estado del suelo que depende de su contenido de humedad, en el cual es capaz de soportar deformaciones rápidas, sin rebote elástico, sin variación volumétrica apreciable y sin desmoronarse o agrietarse.

Compactación de suelos: Es el mejoramiento artificial de las propiedades mecánicas de un suelo mediante medios mecánicos; la compactación de suelos genera un aumento de

resistencia y disminución en la capacidad de deformación, ya que mediante este proceso el peso específico seco del material crece gradualmente bajo la acción natural de sobrecargas impuestas, disminuyendo sus vacíos.

Luego de haber realizado los ensayos correspondientes, se obtuvieron los siguientes resultados (Tabla 4.2):

Tabla 4.2: Resultados de los ensayos de laboratorio

Pozo N°	Espesor (m)	Clasificación		CBR (%)
1	De 0.00 a 0.50	MH	A - 7 - 5	–
1	De 0.50 a 1.50	MH	A - 7 - 5	–
2	De 0.00 a 0.50	MH	A - 7 - 5	3.50
2	De 0.50 a 1.50	MH	A - 7 - 5	–

Fuente: Autor

Desde el punto de vista Geotécnico, el material que se encuentra en la subrasante del proyecto en estudio se lo identifica de la siguiente manera:

Pozo a cielo abierto N° 1

Se identifican dos estratos, el primero constituido por un suelo fino, que según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), se lo identifica como MH, limos de alta compresibilidad y según el sistema AASHTO, se lo determina como A-7-5, con índice de grupo 20, estrato que se presenta a una profundidad de 0.00m a 0.50m. El segundo estrato constituido por un suelo fino, que según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), se lo identifica como MH, limos de alta compresibilidad y según el sistema AASHTO, se lo determina como A-7-5, con índice de grupo 20, estrato que se presenta a una profundidad de 0.50m a 1.50m.

Pozo a cielo abierto N° 2

Se identifican dos estratos, el primero constituido por un suelo fino, que según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), se lo identifica como MH, limos de alta compresibilidad y según el sistema AASHTO, se lo determina como A-7-5, con índice de grupo 20, estrato que se presenta a una profundidad de 0.00m a 0.50m. El segundo estrato constituido por un suelo fino, que según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), se lo identifica como MH, limos de alta compresibilidad y según el sistema AASHTO, se lo determina como A-7-5, con índice de grupo 20, estrato que se presenta a una profundidad de 0.50m a 1.50m.

Desde el punto de vista de las aplicaciones viales, se trata de una subrasante que se la considera de malas características como material de soporte.

CAPÍTULO V

DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO

Se define al pavimento como el conjunto de capas superpuestas que se apoyan sobre la subrasante de una vía, obtenida por el movimiento de tierras (Montejo Fonseca, 1997). Sus principales características son:

- Superficie uniforme e impermeable.
- Color y textura adecuados.
- Resistencia a la repetición de cargas.
- Resistencia a la acción del medio ambiente.

De acuerdo al tipo de carretera que se pretende diseñar (rural), a las condiciones de tráfico, al flujo y tasa de crecimiento vehicular; se procederá a ejecutar el diseño de un pavimento flexible.

5.1 PAVIMENTO FLEXIBLE

El pavimento flexible, también conocido como concreto asfáltico, está constituido por una capa de mejoramiento, sobre ella va colocada una capa de base y por último se coloca la capa de rodadura (asfalto).

El concreto asfáltico es un material viscoso, semisólido de color negro a pardo oscuro, que se licúa gradualmente al calentarse, constituido por mezclas de hidrocarburos pesados; se encuentra en yacimientos naturales o se obtiene por refinación del petróleo (Montejo Fonseca, 1997).

Para determinar los espesores requeridos por el pavimento se utilizó el método recomendado por el MTOP, que en esencia corresponde al método publicado por la AASHTO.

La evaluación estructural tiene por objeto determinar la capacidad de la reposición colocada en obra, que al ser correlacionada con las características del suelo de la subrasante, nos permita obtener parámetros de diagnóstico de la misma y diseñar la estructura de pavimento requerida para garantizar una obra segura y económica, que pueda soportar el tráfico de uso previsto para el período de diseño de 15 años.

5.1.1 CBR de diseño

El CBR (Relación Californiana de Soporte) es una medida de la resistencia al esfuerzo cortante de un suelo, bajo condiciones de densidad y humedad cuidadosamente controladas. Se expresa en porcentaje como, la razón de la carga unitaria que se requiere para introducir un pistón dentro del suelo, a la carga unitaria requerida para introducir el mismo pistón a la misma profundidad en una muestra tipo de piedra partida (Ministerio de Transporte y Obras Públicas).

El valor de CBR obtenido en los ensayos de laboratorio es de 3.50 %, siendo este valor de CBR del suelo más desfavorable, pero muy similar al de los otros ensayos efectuados en la vía, por lo que se asume el mismo como CBR de diseño.

5.1.2 Estructura del pavimento

El pavimento flexible se diseña para el tránsito pesado que existe en la vía a Cungapiti; y de acuerdo al estudio de tráfico, el mismo que se desarrolló en el Capítulo 2 del presente estudio, se tiene una ocurrencia de 39 vehículos (Tabla 5.1)

Tabla 5.1: Clasificación del tránsito pesado

Tráfico	Cantidad	%
Buses	8	20.51
C. 2 ejes	17	43.59
C. 3 ejes	13	33.33
Tanqueros	1	2.56
Total pesados	39	100

Fuente: Autor

Para el diseño, es necesario tomar en cuenta los siguientes parámetros:

- Índice de servicio = 2.00
- Número estructural asumido = 2.90
- Factor regional que, para una precipitación media anual de hasta 1000 mm, corresponde a un valor de 1.00

Con los valores del índice de servicio y número estructural asumido, nos dirigimos a la (Figura 5.1) en el cual determinaremos los factores de carga equivalente a 18000 lb. para cada tipo de vehículo.

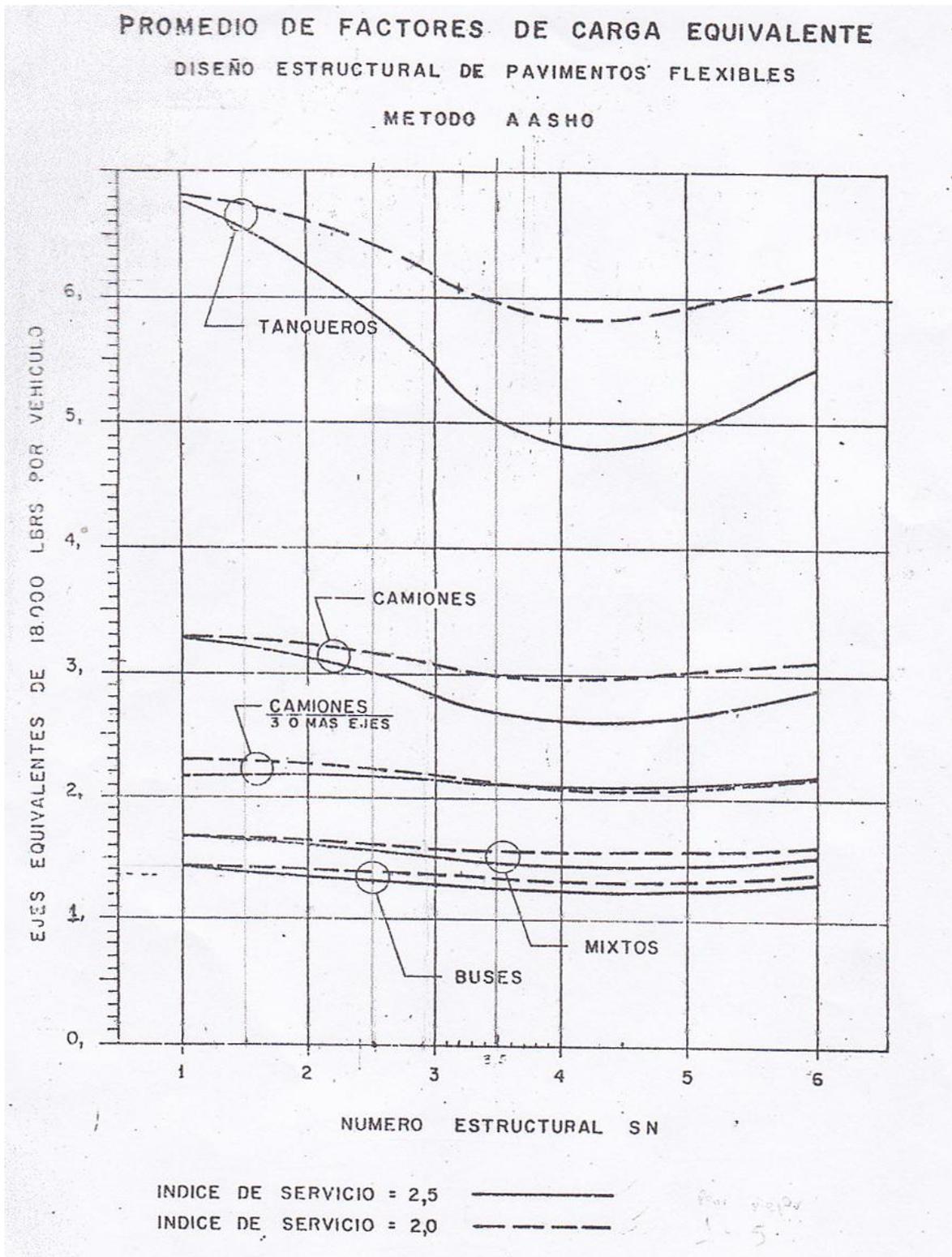


Figura 5.1: Factor de carga equivalente
Fuente: AASHTO

Los factores de carga equivalente obtenidos en la (Figura 5.1) se deberán multiplicar por los porcentajes de cada vehículo (Tabla 5.2)

Tabla 5.2: Factor de carga equivalente

Vehículo	%	FE	QE
Bus	0,21	1,40	0,287
Camión 2 ejes	0,44	3,10	1,351
Camión 3 ejes	0,33	2,20	0,733
Tráiler	0,03	6,30	0,161
Factor de carga equivalente			2,533

Fuente: Autor

A continuación necesitamos determinar el número de repeticiones de ejes equivalentes a 18000 lb. por vehículo, este valor se calcula a través de la siguiente expresión:

$$TD = 0.5 * (TPDA + TPDAf) * 365 * T * \%c * FQE$$

Donde:

- TD: Tráfico de diseño
- TPDA: Tránsito promedio diario anual a la fecha = 39 vehículos
- TPDAf: Tránsito promedio diario anual proyectado = 52 vehículos
- T: Período de diseño = 15 años
- % c: Porcentaje de vehículos en el carril de diseño = 50 % = 0.5
- FQE: Factor de carga equivalente = 2.533

$$TD = 315500 \text{ repeticiones carga}$$

$$TD \text{ (cientos de miles)} = 3.15 \text{ repeticiones}$$

Con los valores obtenidos nos dirigimos a la (Figura 5.2) para determinar el valor del número estructural corregido.

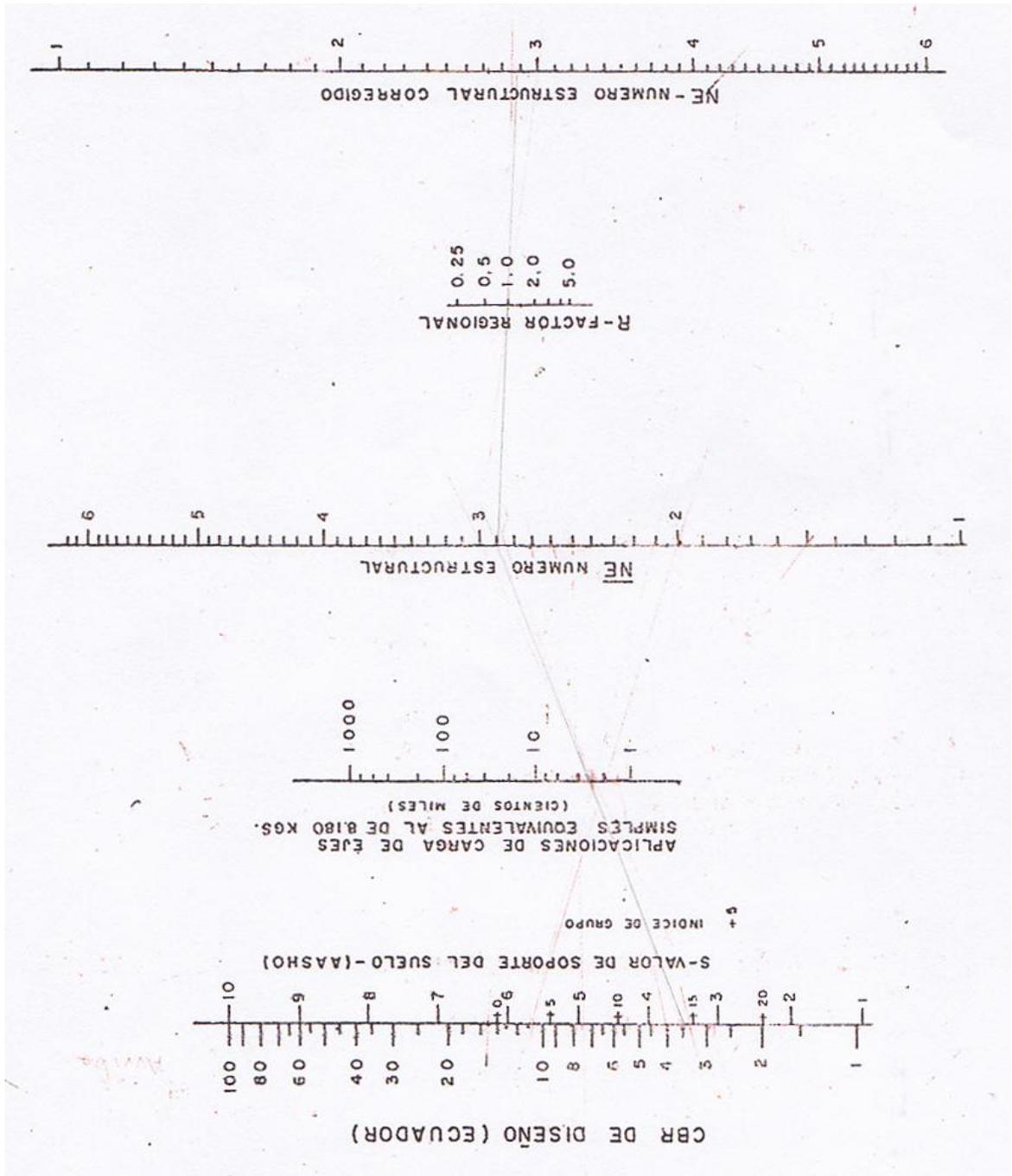


Figura 5.2: Número estructural corregido
Fuente: AASHTO

El Número estructural corregido es 2.86; siendo este valor semejante al número estructural asumido, por lo que el procedimiento es el correcto.

Para determinar los espesores de las capas de pavimento nos dirigimos a la (Tabla 5.3), en la cual están expresados los coeficientes de cada una de las capas; estos coeficientes se multiplicarán por los espesores del pavimento y la suma de estos valores corresponderá a nuestro Número Estructural Obtenido (Tabla 5.4)

Tabla 5.3: Coeficiente de las capas de pavimento

COEFICIENTE DE CAPAS		
DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES		
METODO AASHO		
CLASE DE MATERIAL	NORMAS	COEFICIENTE(CM)
<u>CAPA DE SUPERFICIE</u>		
CONCRETO ASFALTICO	ESTABILIDAD DE MARSHALL 1000 - 1800 LBS.	0,134 - 0,173
ARENA ASFALTICA	ESTABILIDAD DE MARSHALL 500 - 800 LBS.	0,079 - 0,118
CARPEA BITUMINOSA MEZCLADA EN EL CAMINO	ESTABILIDAD DE MARSHALL 300 - 600 LBS.	0,059 - 0,098
<u>CAPA DE BASE</u>		
AGREGADOS TRITURADOS, GRADUADOS UNIFORMEMENTE	PI 0-4, CBR > 100%	0,047 - 0,055
GRAVA, GRADUADA UNIFORMEMENTE	PI 0-4, CBR 30-80%	0,028 - 0,051
CONCRETO ASFALTICO	ESTABILIDAD DE MARSHALL 1000 - 1600 LBS	0,098 - 0,138
ARENA ASFALTICA	ESTABILIDAD DE MARSHALL 500 - 800 LBS.	0,059 - 0,098
AGREGADO GRUESO ESTABILIZADO CON CEMENTO	RESISTENCIA A LA COMPRESION 28 - 46 Kgs/cm ²	0,079 - 0,138
AGREGADO GRUESO ESTABILIZADO CON CAL	RESISTENCIA A LA COMPRESION 7 Kgs/cm ²	0,059 - 0,118
SUELO-CEMENTO	RESISTENCIA A LA COMPRESION 18 - 32 Kgs/cm ²	0,047 - 0,079
<u>CAPA DE SUB-BASE</u>		
ARENA-GRAVA, GRADUADA UNIFORMEMENTE	PI 0-6, CBR 30 + %	0,035 - 0,043
SUELO-CEMENTO	RESISTENCIA A LA COMPRESION 18 - 32 Kgs/cm ²	0,059 - 0,071
SUELO-CAL	RESISTENCIA A LA COMPRESION 5 Kgs/cm ²	0,059 - 0,071
<u>MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE</u>		
ARENA O SUELO SELECCIONADO	PI 0-10	0,020 - 0,035
SUELO CON CAL	3% MINIMO DE CAL EN PESO DE LOS SUELOS	0,028 - 0,039
<u>TRATAMIENTO SUPERFICIAL BITUMINOSO</u>		
TRIPLE RIEGO		≈ 0,40
DOBLE RIEGO		≈ 0,25
SIMPLE RIEGO		≈ 0,15
* USAR ESTOS VALORES PARA LOS DIFERENTES TIPOS DE TRATAMIENTOS BITUMINOSOS, SIN CALCULAR ESPESORES		

Fuente: AASHTO

Tabla 5.4: Número estructural obtenido

Capas	Coefficiente de capa	Espesor	Total
Mejoramiento	0,030	30,00	0,900
Base granular (Clase 1 Tipo A)	0,040	20,00	0,800
Carpeta asfáltica	0,160	7,62	1,219
Número Estructural Obtenido			2,919

Fuente: Autor

Como se puede observar, el número estructural obtenido es superior al número estructural asumido y corregido, razón por la cual, se acepta el diseño (Tabla 5.5)

Tabla 5.5: Espesores de las capas de pavimento

Mejoramiento	30 cm.
Base granular (Clase 1 Tipo A)	20 cm.
Carpeta asfáltica	3 pulg.

Fuente: Autor

CAPÍTULO VI

PRESUPUESTO

6.1 VOLÚMENES DE OBRA

El cálculo de cantidades de obra es una parte importante del proyecto, a través de él podemos identificar los rubros que son factibles de medición; para este proceso son indispensables los planos, las especificaciones técnicas y el listado de actividades que componen el proyecto de construcción (Tablas 6.1 – 6.4)

Tabla 6.1: Volumen de desbroce, desbosque y limpieza

Desbroce, desbosque y limpieza		
Longitud vía	1998,254	m
Ancho	20,000	m
Área	3,997	Ha

Fuente: Autor

Tabla 6.2: Volumen de excavación

Volúmenes de excavación		
Vol. total	3321,61	m3
Suelo	2989,449	m3
Roca	332,161	m3

Fuente: Autor

Tabla 6.3: Volumen de material transportado

Volumen de material transportado		
Factor de expansión	1,33	
Vol. Total	4417,7413	m3
Vol. Transportado	1767,09652	m3

Fuente: Autor

Tabla 6.4: Volumen de cunetas

Cunetas			
Long. (m)	Área (m2)	Número	Volumen (m3)
1998,254	0,05	2	199,8254

Fuente: Autor

6.2 ANÁLISIS DE PECIOS UNITARIOS

Los precios unitarios se desarrollaron mediante el análisis de 4 puntos importantes: Equipos, Mano de obra, Materiales y Transporte; cada uno se determinó para una unidad de construcción (Anexo 9).

Los equipos dependen de la maquinaria o artefactos que se requieran para la construcción de dicho rubro; y a su vez del rendimiento y la tarifa del alquiler de la maquinaria

La mano de obra está en función del salario (Contraloría General del Estado) de cada uno de los obreros y personal que se requiera para la construcción del proyecto y su rendimiento en las diferentes actividades.

Los materiales son designados dependiendo el rubro a construir y determinando su cantidad, dependiendo lo que se necesite en la unidad de rubro.

El transporte se calcula de acuerdo a los materiales que se tengan que trasladar al lugar de construcción, tomando en cuenta la distancia y la cantidad de material.

6.3 PRESUPUESTO REFERENCIAL

Un presupuesto es la tarea de formar anticipadamente un cómputo de gastos; es un registro anticipado de una transacción futura de lo que puede costar algo, en base a supuestos o pronósticos.

Cada obra en particular requiere ser estudiada y analizada cuidadosamente desde todos los puntos de vista: normas específicas institucionales, métodos constructivos, disponibilidad de recursos, tiempos de ejecución, materiales, mano de obra, circunstancias de contratación, incertidumbres en el mercado, entre otros.

En el entorno de la construcción, el control de presupuestos suele presentar particularidades propias de dicha obra a ejecutar, cada una implica métodos constructivos, equipos, personal variado, obreros calificados con diferentes aptitudes; lo cual provoca que el precio obtenido en el presupuesto, sea un valor aproximado, no muy preciso.

En el (Anexo 10) se muestra el presupuesto que se realizó para el presente proyecto.

6.4 ESPECIFICACIONES Y RECOMENDACIONES

La pavimentación de la vía se efectuara sobre una rasante de pobre calidad, para el efecto se recomienda que se prevea los niveles de proyecto terminado para la construcción de la infraestructura vial, previo a una limpieza, conformación y compactación de la actual rasante para luego proceder a la construcción de las capas de mejoramiento y base recomendadas en los diseños.

En caso de que se tenga que subir el nivel actual de la rasante del proyecto, se recomienda la utilización de un material de mejoramiento con mejores características

que el actual material, y el correspondiente seguimiento técnico del grado de compactación alcanzado por los rellenos.

6.4.1 Excavación y relleno

Previa la construcción de rellenos, se deberá efectuar el retiro de la capa vegetal, como también las operaciones necesarias de desbroce y limpieza.

Se deberá compactar la capa superficial de subrasante al 95% de la energía del Proctor Modificado; los espesores de la capa a compactarse no serán mayores a 20 cm y el material de relleno tendrá piedra con un diámetro máximo de 10 cm.

Los ensayos de granulometría, límite de consistencia, valor de soporte (CBR) y cualquier otro que fuera especificado, se efectuaran de acuerdo a los procedimientos pertinentes normados por el INEN, y a su falta por lo descrito en las normas AASHTO o ASTM. El control de la densidad en la obra será llevado por el ingeniero de acuerdo a los siguientes métodos:

- Método del cono y arena AASHTO T-191
- Método volumétrico AASHTO T-205

La ubicación de los pozos de prueba quedara a criterio de la fiscalización, así como el uso de otros sistemas de comprobación de la calidad de la compactación.

6.4.2 Acabado de la obra básica

Este trabajo consistirá en el acabado de la subrasante, es decir, del nivel actual de terreno, de acuerdo con los lineamientos, pendientes y secciones transversales fijados por el fiscalizador.

Después de que la plataforma haya sido terminada, será acondicionada en su ancho total, retirando cualquier material blando o inestable que no se pueda compactar debidamente y reemplazándolo con suelo seleccionado. De ser necesario se harán trabajos de escarificación, emparejamiento, rastrillado, humedecimiento o desecación, además de la conformación y compactación para lograr una plataforma apta para recibir las capas de mejoramiento y base.

6.4.3 Mejoramiento de la subrasante, conformación y compactación

El mejoramiento de la subrasante se realizara con suelo seleccionado, este se obtendrá de la excavación para la plataforma del camino, de excavación de préstamo, o de cualquier otra excavación debidamente autorizada y aprobada por el fiscalizador.

Deberá ser suelo granular, material rocoso o combinaciones de ambos, libre de material orgánico y escombros; y salvo que se especifique de otra manera tendrá una granulometría tal que todas las partículas pasaran por un tamiz de cuatro pulgadas (100 mm.) con abertura cuadrada y no más de 20% pasara el tamiz N° 200 (0.075 mm.), de acuerdo al ensayo AASHTO T-11

El contratista deberá desmenuzar, cribar, mezclar o quitar el material, conforme sea necesario, para producir un suelo seleccionado que cumpla con las especificaciones correspondientes.

De no requerir ningún procesamiento para cumplir las especificaciones pertinentes, el suelo seleccionado será transportado desde el sitio de excavación e incorporado directamente a la obra.

La distribución, conformación y compactación del suelo seleccionado se efectuara de acuerdo a los requerimientos de orden técnico; sin embargo, la densidad de la capa compactada deberá ser el 95% de la densidad máxima del Proctor Modificado, según AASHTO T-180, método D.

Al final de estas operaciones, la subrasante no deberá variar en ningún lugar de la cota y secciones transversales establecidas en los planos, en más de 2 cm.

El material de mejoramiento deberá ser tendido y conformado sin producir segregación en el mismo y compactado hasta que se obtengan los pesos volumétricos secos requeridos y una superficie uniforme de conformidad a lo especificado.

Para el control de calidad de la construcción de la capa de mejoramiento se efectuarán los siguientes ensayos:

- Densidad máxima y húmeda óptima AASHTO T-180, método D
- Densidad de campo AASHTO T-147

Las densidades de la capa compactada deberán ser como mínimo el 95% de la densidad (Proctor Modificado), según ensayo AASHTO T-180, método D.

El promedio del espesor de la capa de mejoramiento, deberá ser mayor o igual al espesor indicado en el diseño. Las cotas de la superficie terminada no podrán variar en más de 0.02 m. de las cotas establecidas.

6.4.4 Base de agregados

La base está formada por agregados gruesos, obtenidos mediante trituración o cribado de gravas o roca mezcladas con arena natural o material finamente triturado para alcanzar la granulometría especificada en la (Tabla 6.5). La capa de base se colocará sobre la capa de mejoramiento previamente preparada y aprobada, de conformidad con las alineaciones, pendientes y sección transversal señaladas en los planos.

Tabla 6.5: Granulometría de la capa de base

TAMIZ	% QUE PASA
2"	100
1 ½"	70 – 100
1"	55 – 85
¾"	50 – 80
3/8"	35 – 60
N°4	25 – 50
N°10	20 – 40
N°40	10 – 25
N°200	2 – 12

Fuente: Ministerio de Transporte y Obras Públicas

Cuando el material de la base haya sido mezclado en planta central, deberá ser cargado 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 hidratación necesaria, tendido o emparejamiento, conformación y compactación, de tal manera que la base terminada avance a una distancia conveniente de la distribución.

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 y regulada a una

velocidad máxima de 30 km/h, a fin de evitar la segregación y daños en la conformación del material.

Inmediatamente después de completarse el tendido y conformación de cada capa de 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 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 inmediatamente anterior. Durante este rodillado se continuara 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.

En ningún punto de la capa de 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 efectuaran 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.

CONCLUSIONES

Luego de haber realizado los estudios correspondientes a la rectificación del camino vecinal de la vía de acceso a la comunidad de Cungapiti se ha llegado a las siguientes conclusiones:

- Al ser una vía de tercer orden, situado en un sector rural, con una topografía bastante accidentada; ciertos parámetros del diseño geométrico vial no cumplieron los valores mínimos; esto se debe a que la carretera de acceso a la comunidad, es una vía habilitada y por lo tanto resultaría innecesario y demasiado costoso para el Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia del Cañar habilitar otra ruta para cumplir con los parámetros mínimos. Sin embargo el MTOP permite estos valores ya que se trata del mejoramiento de una vía.

Alineamiento horizontal

Tabla C-1: Conclusiones del diseño horizontal

PI	Abscisa	Radio (m)
TRAMO 2		
3	K 0+149,28	28
6	K 0+326,81	25
10	K 0+650,38	20
11	K 0+688,47	16
12	K 0+708,44	17
15	K 0+911,93	22

Fuente: Autor

El radio mínimo que se obtuvo para el presente proyecto es de 30 metros, en la (Tabla C-1) se puede observar que los valores obtenidos no cumplen con el rango mínimo; sin embargo, se permiten radios de hasta 15m ya que se trata del mejoramiento de una vía que ya estaba en funcionamiento.

Alineamiento vertical

Tabla C-2: Conclusiones del diseño vertical

PIV	Abscisa	Long. Mínima	Long. Adoptada
TRAMO 1			
4	K 0+256,00	46,92	40
TRAMO 2			
4	K 0+298,00	78,03	50
5	K 0+351,00	46,92	40
7	K 0+576,00	133,62	70

Fuente: Autor

En la (Tabla C-2) se puede observar que los valores de la longitud adoptada son menores que los de la longitud mínima requerida; para poder trabajar con las longitudes requeridas se necesitaban colocar gradientes exageradas, superiores al 15%, valores que impiden y dificultan el tránsito de los vehículos pesados por la zona.

- Por el poco tránsito que circula por la vía proyectada se ha visto la necesidad de utilizar la alternativa de pavimento con Carpeta Asfáltica, ya que los Tratamientos Superficiales Bituminosos, por falta de tránsito vehicular, no van a generar un efecto de amasado necesario para mantener ligados los agregados de dicho tratamiento, causa principal para contribuir con el deterioro de la calzada vial. El efecto de las bajas temperaturas del sector es otra de las causas por las cuales no se recomiendan los Tratamientos Superficiales Bituminosos, por cuanto el ligante se cristaliza generando grietas en la capa de rodadura.
- Al ver la necesidad de la población de Cungapiti para movilizarse a los diversos sectores de la provincia del Cañar se planteó la necesidad de ejecutar los estudios de rectificación y mantenimiento de la carretera, con lo que se pretende mejorar

la calidad de vida de las personas, cuidar sus intereses y brindar una vía segura y confiable para la transportación de sus productos.

- La vía a proyectarse tendrá un ancho de calzada de 4 metros con cunetas de 0.5 m a cada lado de la vía, se calculó el sobre ancho que deberá tener cada curva en dependencia de su radio, la velocidad de diseño de la vía es de 30 km/h ya que su terreno es demasiado accidentado y con bastantes elevaciones, en base a todo lo descrito, se clasifica a la carretera como un C3 (camino agrícola forestal).

BIBLIOGRAFIA

AVILÉS, E. (s.f.). Enciclopedia del Ecuador. Recuperado el 05 de Septiembre de 2014, de <http://www.encyclopediadelecuador.com/temasOpt.php?Ind=351&Let=>

CONTRALORÍA General del Estado. (s.f.). Recuperado el 05 de 03 de 2015, de http://www.contraloria.gob.ec/informativo.asp?id_SubSeccion=33

GARCÍA Martín, A., Rosique Campoy, M., & Segado Vázquez, F. (1994). Topografía básica para ingenieros. Murcia: Servicio de Publicaciones, Universidad de Murcia.

GOBIERNO Provincial del Cañar. (2014). Términos de referencia Cungapiti. Azogues.

GOBIERNO Provincial del Cañar. (2014). Ubicación Cungapiti. Sistemas de información provincial, Azogues.

GOBIERNO Provincial del Cañar. (s.f.). Cartografía e Hidrología de Cungapiti. Sistemas de información provincial, Azogues.

HURTADO, S. (2012). Mejoramiento horizontal, vertical y de la capa de rodadura de la carretera Garcia Moreno. Tesis previo a la obtencion del titulo de ingeniero civil, Universidad Técnica de Ambato, Ambato.

INGEASS Cia. Ltda. (2013). Estudio de impacto ambiental para la actualización de los estudios y diseños definitivos del plan maestro de alcantarillado para la ciudad de Cañar. Estudios de Consultoria, Municipal Intercultural del Cantón Cañar, Cañar.

INSTITUTO Nacional de Estadísticas y Censos. (s.f.). Recuperado el 17 de Julio de 2014, de sitio web de INEC: <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/anuarios-de-transporte/>

INSTITUTO Nacional de Estadísticas y Censos. (2010). Recuperado el 26 de Junio de 2014, de sitio Web de INEC: <http://redatam.inec.gob.ec/cgi-bin/RpWebEngine.exe/PortalAction?&MODE=MAIN&BASE=CPV2010&MAIN=WebServerMain.inl>

INSTITUTO Nacional de Meteorología e Hidrología. (s.f.). Recuperado el 02 de Septiembre de 2014, de INAMHI: <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/biblioteca/>

JUÁREZ Badillo, E., & Rico Rodríguez, A. (2005). Mecanica de suelos. México: Limusa S.A.

MINISTERIO de Transporte y Obras Publicas. (s.f.). Recuperado el 04 de Agosto de 2014, de <http://www.obraspublicas.gob.ec/norma-ecuatoriana-vial-nevi-12/>

MONTEJO Fonseca, A. (1997). Ingenieria de pavimentos. Bogotá, Colombia.

RODAS Ceballos, G. (2004). Estudio comparativo entre la utilización de alcantarilla de metal corrugado y alcantarilla de metal plástico en drenajes menores de carreteras de Guatemala. Tesis de graduación, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.

RODRIGUEZ Fiallos, L. (1999). Estudio de lluvias intensas. Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, Hidrometría, Quito.

TORRES, A., & Villate, E. (1968). Topografía. Colombia: Norma.

VERDEZOTO, P. (2006). Levantamiento geológico del sector comprendido entre las latitudes 2°37' S y 2°50' S, provincias de Cañar y Azuay, con especial enfoque sobre las secuencias miocénicas. Tesis, Escuela Politecnica Nacional, Quito.

ANEXOS

Anexo 1: Modelo de encuesta

Encuesta a los habitantes de la Comunidad de Cungapiti, respecto al estudio del proyecto de mejoramiento de la vía Panamericana – Cungapiti.

OBJETIVO: Esta encuesta está diseñada para recopilar información sobre los habitantes de la comunidad de Cungapiti; estará enfocada en las actividades que realizan a diario, su forma de vida y su movilización hacia otros sectores de la provincia.

CUESTIONARIO:

1. ¿Conoce usted acerca del proyecto que el GAD de la Provincia del Cañar pretende ejecutar sobre la vía de acceso a la comunidad?

SI

NO

2. ¿Está de acuerdo en la ejecución de este proyecto?

SI

NO

3. ¿Con que frecuencia usted se moviliza hacia otros sectores de la provincia?

ALTA

MEDIA

BAJA

4. ¿El estado actual de la vía genera problemas de tráfico?

SI

NO

10. ¿Estaría usted dispuesto a apoyar la realización de esta obra, orientada a contribuir en el mejoramiento de la carretera?

SI

NO

Anexo 3: Corrección y ajuste de la poligonal

POLIGONAL 1																						
LINEA	DISTANCIA (m)	ÁNGULO	CORECCIÓN	ÁNGULO CORREGIDO	AZIMUT	RUMBO	N COS S	E SEN W	PROYECCIONES				PROYECCIONES CORREGIDAS				COORDENADAS		ESTACIONES			
									N	S	E	W	N	S	E	W	N	E				
																	10000	5000	1			
1-2	56,364	357°37'	0°00'03"	357°37'03"	157°22'07"	S 22°37'53" E	0,923	0,385			52,024	21,689				52,026	21,692		9947,974	5021,692	2	
2-3	83,626	141°48'	0°00'03"	141°48'03"	119°10'10"	S 60°49'50" E	0,487	0,873			40,759	73,021				40,762	73,025		9907,212	5094,717	3	
3-4	88,823	193°32'	0°00'03"	193°32'03"	132°42'13"	S 47°17'47" E	0,678	0,735			60,240	65,273				60,244	65,278		9846,968	5159,996	4	
4-5	78,931	162°50'	0°00'03"	162°50'03"	115°32'16"	S 64°27'44" E	0,431	0,902			34,028	71,220				34,031	71,224		9812,938	5231,219	5	
5-7	36,814	108°33'	0°00'03"	108°33'03"	44°05'19"	N 44°05'19" E	0,718	0,696	26,442			25,614		26,441			25,616		9839,379	5256,835	7	
7-8	39,977	235°50'	0°00'03"	235°50'03"	99°55'22"	S 80°04'38" E	0,172	0,985			6,889	39,379				6,890	39,381		9832,488	5296,217	8	
8-9	125,857	114°45'	0°00'03"	114°45'03"	34°40'25"	N 34°40'25" E	0,822	0,569	103,506			71,600		103,501			71,607		9935,989	5367,824	9	
9-10	110,868	238°42'	0°00'03"	238°42'03"	93°22'28"	S 86°37'32" E	0,059	0,998			6,526	110,676				6,530	110,682		9929,459	5478,505	10	
10-11	60,701	199°53'	0°00'03"	199°53'03"	113°15'31"	S 66°44'29" E	0,395	0,919			23,970	55,768				23,972	55,771		9905,487	5534,277	11	
11-12	50,479	191°39'	0°00'03"	191°39'03"	124°54'34"	S 55°05'26" E	0,572	0,820			28,888	41,396				28,890	41,398		9876,597	5575,675	12	
12-13	119,43	113°46'	0°00'03"	113°46'03"	58°40'37"	N 58°40'37" E	0,520	0,854	62,087			102,023		62,083			102,029		9938,680	5677,705	13	
13-14	43,688	204°55'	0°00'03"	204°55'03"	83°35'40"	N 83°35'40" E	0,112	0,994	4,874			43,415		4,872			43,418		9943,552	5721,122	14	
14-15	48,101	168°44'	0°00'03"	168°44'03"	72°19'43"	N 72°19'43" E	0,304	0,953	14,601			45,831		14,600			45,834		9958,152	5766,956	15	
15-16	137,59	141°12'	0°00'03"	141°12'03"	33°31'46"	N 33°31'46" E	0,834	0,552	114,695			76,000		114,690			76,007		10072,842	5842,963	16	
16-17	271,115	158°58'	0°00'03"	158°58'03"	12°29'49"	N 12°29'49" E	0,976	0,216	264,691			58,666		264,681			58,681		10337,523	5901,644	17	
17-81	273,628	357°49'	0°00'03"	357°49'03"	190°18'52"	S 10°18'52" W	0,984	0,179			269,206		48,993		269,216		48,978		10068,307	5852,666	81	
81-82	597,022	200°24'	0°00'03"	200°24'03"	210°42'55"	S 30°42'55" W	0,860	0,511			513,269		304,942		513,292		304,910		9555,015	5547,756	82	
82-83	484,174	264°04'	0°00'03"	264°04'03"	294°46'58"	N 65°13'02" W	0,419	0,908	202,956			439,583		202,937			439,557		9757,953	5108,200	83	
83-84	47,693	203°07'	0°00'03"	203°07'03"	317°54'01"	N 42°05'59" W	0,742	0,670	35,387			31,974		35,385			31,972		9793,338	5076,228	84	
84-85	220,284	201°51'	0°00'03"	201°51'03"	339°45'04"	N 20°14'56" W	0,938	0,346	206,670			76,240		206,662			76,228		10000,000	5000,000	85	
Σ	2975,165	3959°59'		3960°00'00"					1035,910	1035,798	901,570	901,733	1035,852	1035,852	901,644	901,644						

Datos para el cálculo del azimut

Azimut 1-2 157°22'07"
 180°00'00"
 360°00'00"

Azimut = Azimut anterior + 180° + angulo corregido

POLIGONAL 2

LINEA	DISTANCIA (m)	ÁNGULO	CORRECCIÓN	ÁNGULO CORREGIDO	AZIMUT	RUMBO	N COS S	E SEN W	PROYECCIONES				PROYECCIONES CORREGIDAS				COORDENADAS		ESTACIONES
									N	S	E	W	N	S	E	W	N	E	
																	10000	5000	1
1-2	56,364	48°18'		48°18'00"	157°22'07"	S 22°37'53" E	0,923	0,385		52,024	21,689			52,024	21,689		9947,976	5021,689	2
2-3	83,626	141°48'		141°48'00"	119°10'07"	S 60°49'53" E	0,487	0,873		40,758	73,021			40,758	73,021		9907,218	5094,710	3
3-4	88,823	193°32'		193°32'00"	132°42'07"	S 47°17'53" E	0,678	0,735		60,238	65,275			60,238	65,275		9846,980	5159,985	4
4-5	78,931	162°50'		162°50'00"	115°32'07"	S 64°27'53" E	0,431	0,902		34,024	71,221			34,024	71,221		9812,956	5231,206	5
5-6	118,124	224°10'	0°00'10"	224°10'10"	159°42'17"	S 20°17'43" E	0,938	0,347		110,791	40,972			110,746	40,993		9702,210	5272,199	6
6-18	111,721	137°57'	0°00'10"	137°57'10"	117°39'27"	S 62°20'33" E	0,464	0,886		51,859	98,956			51,816	98,976		9650,394	5371,175	18
18-86	156,414	54°47'	0°00'10"	54°47'10"	352°26'37"	N 7°33'23" W	0,991	0,132	155,056			20,569	155,081		20,557	9805,476	5350,618	86	
86-87	112,755	130°24'	0°00'10"	130°24'10"	302°50'47"	N 57°09'13" W	0,542	0,840	61,157			94,729	61,176		94,720	9866,651	5255,898	87	
87-88	261,381	175°33'	0°00'10"	175°33'10"	298°23'57"	N 61°36'03" W	0,476	0,880	124,316			229,925	124,359		229,905	9991,010	5025,993	88	
88-89	27,504	170°40'	0°00'10"	170°40'10"	289°04'07"	N 70°55'53" W	0,327	0,945	8,986			25,995	8,990		25,993	10000,000	5000,000	89	
Σ	1095,643	1439°59'		1440°00'00"						349,514	349,694	371,134	371,217	349,606	349,606	371,175	371,175		

Datos para el cálculo del azimut

Azimut 1-2 157°22'07"
 180°00'00"
 360°00'00"

$Azimut = Azimut anterior + 180^\circ + angulo\ corregido$

Anexo 4: Tabla de control del peralte

Control Peralte	
e	R
8	30
7,84	35
7,50	40
7,11	45
6,72	50
6,35	55
6,00	60
5,68	65
5,39	70
5,12	75
4,88	80
4,65	85
4,44	90
4,25	95
4,08	100
3,92	105
3,77	110
3,63	115
3,50	120
3,38	125
3,27	130
3,16	135
3,06	140
2,97	145
2,88	150
2,80	155
2,72	160
2,64	165
2,57	170
2,51	175

2,44	180
2,38	185
2,33	190
2,27	195
2,22	200
2,17	205
2,12	210
2,08	215
2,03	220
1,99	225

Anexo 5: Tangente intermedia y longitud mínima de curva

Verificación Tangente intermedia y Longitud mínima de curva											
								Normal	Extrema	Normal	Extrema
e1	R1	e2	R2	X1	X2	LTr 1	LTr 2	Ti	Ti	LCm	LCm
8	30	8	30	5,33	5,33	21,33	21,33	39,11	32,00	14,22	21,33
7,84	35	8	30	5,33	5,33	20,90	21,33	38,82	31,78	13,93	20,90
7,50	40	8	30	5,33	5,33	20,00	21,33	38,22	31,33	13,33	20,00
7,11	45	8	30	5,33	5,33	18,96	21,33	37,53	30,81	12,64	18,96
6,72	50	8	30	5,33	5,33	17,92	21,33	36,84	30,29	11,95	17,92
6,35	55	8	30	5,33	5,33	16,93	21,33	36,17	29,80	11,28	16,93
6,00	60	8	30	5,33	5,33	16,00	21,33	35,56	29,33	10,67	16,00
5,68	65	8	30	5,33	5,33	15,15	21,33	34,99	28,91	10,10	15,15
5,39	70	8	30	5,33	5,33	14,37	21,33	34,47	28,52	9,58	14,37
5,12	75	8	30	5,33	5,33	13,65	21,33	33,99	28,16	9,10	13,65
4,88	80	8	30	5,33	5,33	13,00	21,33	33,56	27,83	8,67	13,00
4,65	85	8	30	5,33	5,33	12,40	21,33	33,16	27,53	8,27	12,40
4,44	90	8	30	5,33	5,33	11,85	21,33	32,79	27,26	7,90	11,85
4,25	95	8	30	5,33	5,33	11,35	21,33	32,45	27,01	7,56	11,35
4,08	100	8	30	5,33	5,33	10,88	21,33	32,14	26,77	7,25	10,88
3,92	105	8	30	5,33	5,33	10,45	21,33	31,85	26,56	6,97	10,45
3,77	110	8	30	5,33	5,33	10,05	21,33	31,59	26,36	6,70	10,05
3,63	115	8	30	5,33	5,33	9,68	21,33	31,34	26,17	6,45	9,68
3,50	120	8	30	5,33	5,33	9,33	21,33	31,11	26,00	6,22	9,33
3,38	125	8	30	5,33	5,33	9,01	21,33	30,90	25,84	6,01	9,01

Morocho Arenillas 110

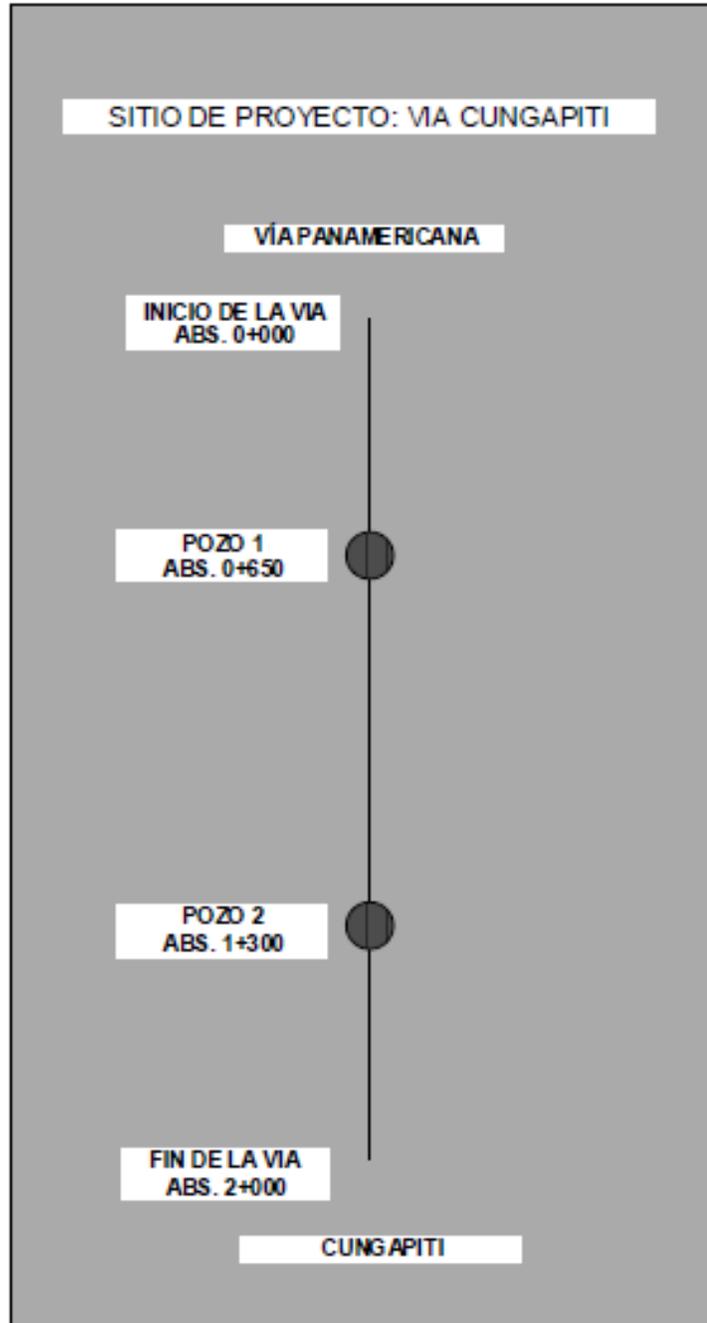
3,27	130	8	30	5,33	5,33	8,71	21,33	30,70	25,69	5,81	8,71
3,16	135	8	30	5,33	5,33	8,43	21,33	30,51	25,55	5,62	8,43
3,06	140	8	30	5,33	5,33	8,16	21,33	30,33	25,41	5,44	8,16
2,97	145	8	30	5,33	5,33	7,91	21,33	30,17	25,29	5,28	7,91
2,88	150	8	30	5,33	5,33	7,68	21,33	30,01	25,17	5,12	7,68
2,80	155	8	30	5,33	5,33	7,46	21,33	29,86	25,06	4,97	7,46
2,72	160	8	30	5,33	5,33	7,25	21,33	29,72	24,96	4,83	7,25
2,64	165	8	30	5,33	5,33	7,05	21,33	29,59	24,86	4,70	7,05
2,57	170	8	30	5,33	5,33	6,87	21,33	29,47	24,77	4,58	6,87
2,51	175	8	30	5,33	5,33	6,69	21,33	29,35	24,68	4,46	6,69
2,44	180	8	30	5,33	5,33	6,52	21,33	29,23	24,59	4,35	6,52
2,38	185	8	30	5,33	5,33	6,36	21,33	29,13	24,51	4,24	6,36
2,33	190	8	30	5,33	5,33	6,20	21,33	29,03	24,44	4,14	6,20
2,27	195	8	30	5,33	5,33	6,06	21,33	28,93	24,36	4,04	6,06
2,22	200	8	30	5,33	5,33	5,92	21,33	28,84	24,29	3,95	5,92
2,17	205	8	30	5,33	5,33	5,79	21,33	28,75	24,23	3,86	5,79
2,12	210	8	30	5,33	5,33	5,66	21,33	28,66	24,16	3,77	5,66
2,08	215	8	30	5,33	5,33	5,54	21,33	28,58	24,10	3,69	5,54
2,03	220	8	30	5,33	5,33	5,42	21,33	28,50	24,04	3,61	5,42
1,99	225	8	30	5,33	5,33	5,31	21,33	28,43	23,99	3,54	5,31

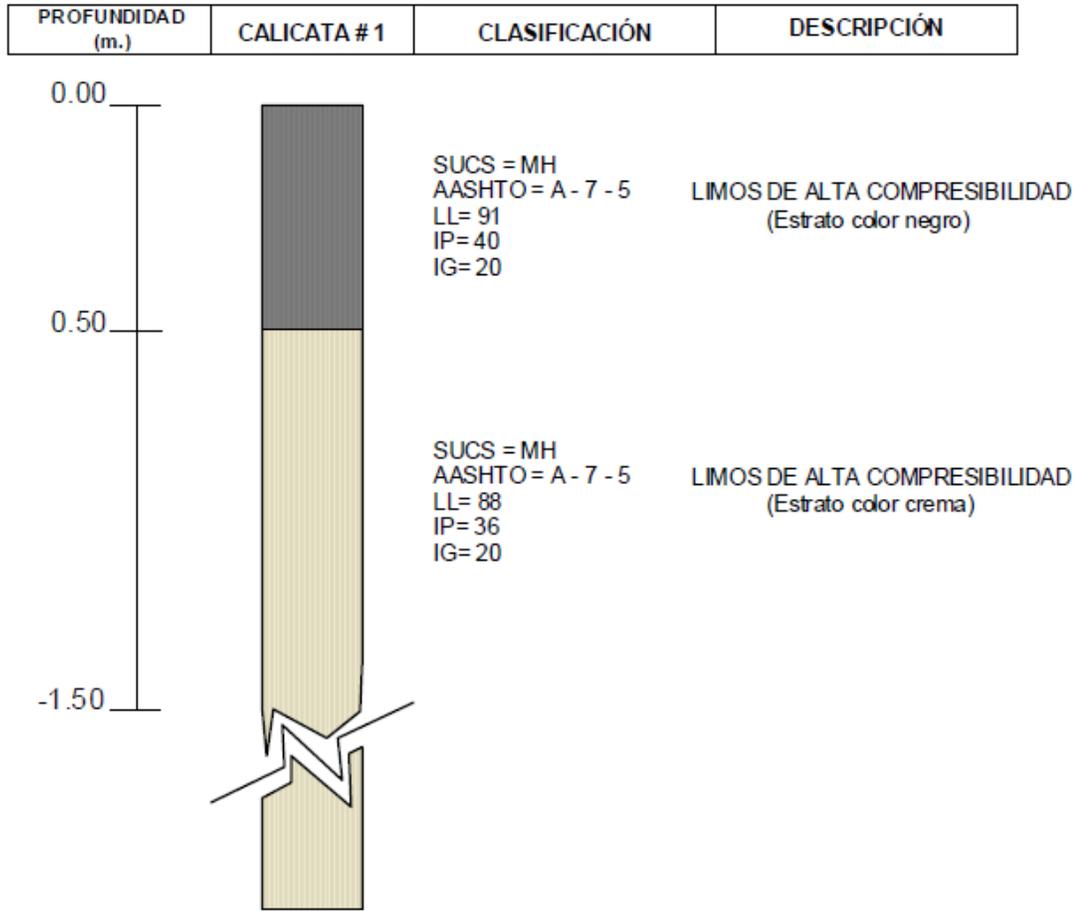
Anexo 6: Tabla de sobre ancho

Sobre ancho	
R (m)	S (m)
30	2,35
35	2,05
40	1,82
45	1,64
50	1,50
55	1,38
60	1,28
65	1,19
70	1,12
75	1,06
80	1,00
85	0,95
90	0,91
95	0,87
100	0,83
105	0,80
110	0,77
115	0,74
120	0,72
125	0,70
130	0,67
135	0,65
140	0,63
145	0,62
150	0,60
155	0,58
160	0,57
165	0,56
170	0,54
175	0,53
180	0,52

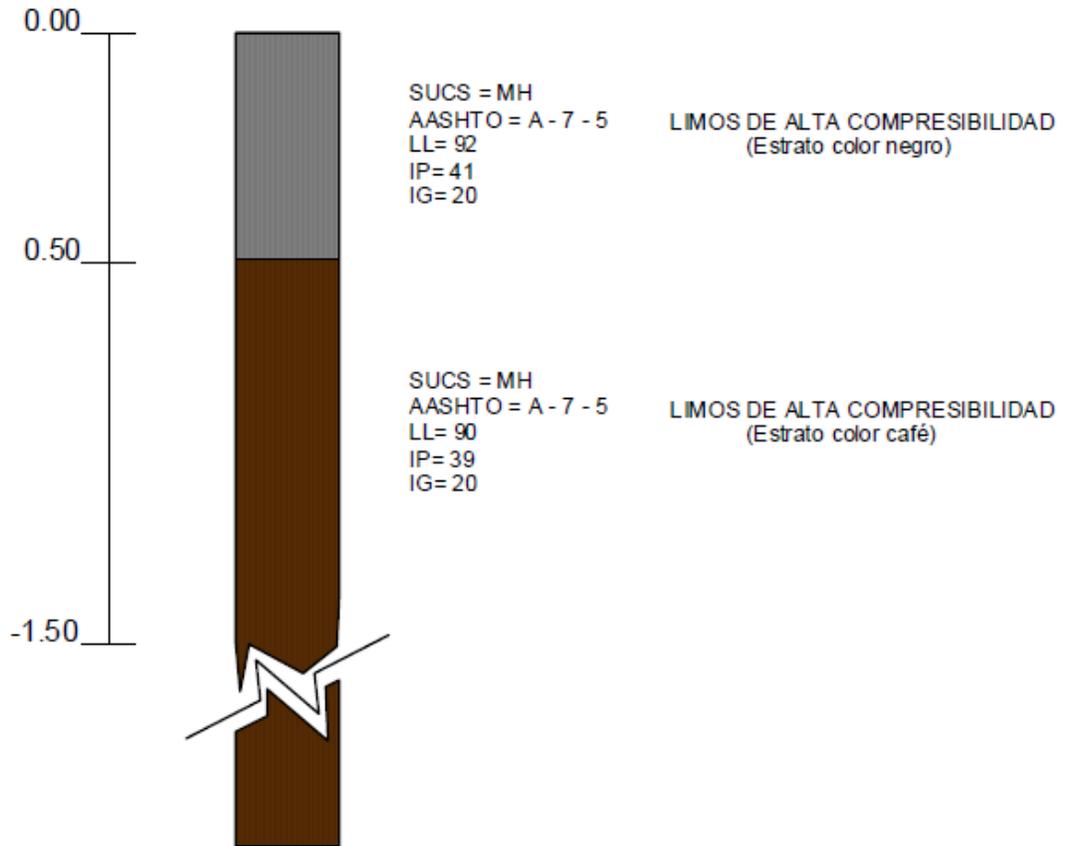
185	0,51
190	0,50
195	0,49
200	0,48
205	0,47
210	0,46
215	0,45
220	0,44
225	0,44

Anexo 7: Ubicación de las perforaciones





PROFUNDIDAD (m.)	CALICATA # 2	CLASIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN
------------------	--------------	---------------	-------------



Anexo 8: Ensayos de laboratorio

ENSAYOS DE CLASIFICACION																																																																																	
<p>PROYECTO: ESTUDIO DE SUELOS Y DISEÑO DE PAVIMENTACIÓN FLEXIBLE DE LA VÍA A CUNGAPITI</p> <p>REALIZADO POR: Ing. M.Sc. Juan Pablo Riquetti M. / Sr. Luis Fernando Morocho A. CUNGAPITI (CAÑAR)</p> <p>UBICACIÓN: DE SITIO - P1-M1 - PROF 0,00 m. - 0,50 m. - SUELO NEGRO</p> <p>MUESTRA: 8 DE DICIEMBRE DE 2014</p> <p>FECHA :</p>																																																																																	
LIMITE LIQUIDO		NUMERO GOLPES		PESO HUM + CAPS		PESO SECO + CAPS		CONTEIN DE AGUA																																																																									
NORMAS: ASTM D-423 AASHTO T-89		11		64,48		41,00		16,37																																																																									
		20		64,97		41,68		16,34																																																																									
		30		66,19		42,69		16,5																																																																									
		40		64,45		41,83		16,17																																																																									
LIMITE LIQUIDO:		50		60,97		40,23		16,37																																																																									
								91,50																																																																									
LIMITE PLASTICO		PESO HUM + CAPS		PESO SECO + CAPS		PESO CAPSULA		CONTEIN DE AGUA																																																																									
NORMAS: ASTM D-424 AASHTO T-90		17,64		14,19		7,51		51,65																																																																									
		17,92		14,36		7,48		51,74																																																																									
		17,82		14,32		7,54		51,62																																																																									
		17,70		14,20		7,44		51,78																																																																									
LIMITE PLASTICO:								51,70																																																																									
<p>GRAFICO DEL LIMITE LIQUIDO</p> <p style="text-align: right;">Contenido de agua en %</p>																																																																																	
<p>CONTENIDO DE AGUAS</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>NORMAS: ASTM D-2216</th> <th>PESO HUM + CAPS</th> <th>PESO SECO + CAPS</th> <th>PESO CAPSULA</th> <th>CONTEIN</th> <th>VALOR MEDIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>85,05</td> <td>61,54</td> <td>16,02</td> <td>51,65</td> <td>51,59</td> </tr> <tr> <td></td> <td>85,15</td> <td>61,97</td> <td>16,98</td> <td>51,52</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>										NORMAS: ASTM D-2216	PESO HUM + CAPS	PESO SECO + CAPS	PESO CAPSULA	CONTEIN	VALOR MEDIO		85,05	61,54	16,02	51,65	51,59		85,15	61,97	16,98	51,52																																																							
NORMAS: ASTM D-2216	PESO HUM + CAPS	PESO SECO + CAPS	PESO CAPSULA	CONTEIN	VALOR MEDIO																																																																												
	85,05	61,54	16,02	51,65	51,59																																																																												
	85,15	61,97	16,98	51,52																																																																													
<p>ANALISIS GRANULOMETRICO NORMAS: ASTM D-422, AASHTO T-88</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">FRACCION GRUESA</th> <th colspan="2">FRACCION FINA</th> </tr> <tr> <th>PESO INICIAL:</th> <th>PESO FINAL:</th> <th>PESO INIC. HUM.:</th> <th>PESO INIC. SECO:</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>100,00</td> <td>100,00</td> <td>500</td> <td>329,85</td> </tr> <tr> <td>100,00</td> <td>100,00</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>0,00</td> <td>0,00</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>TAMIZ No.</th> <th>PESO RET ACUMULADO</th> <th>% PASA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2"</td> <td>0,00</td> <td>100,00</td> </tr> <tr> <td>1 1/2"</td> <td>0,00</td> <td>100,00</td> </tr> <tr> <td>1"</td> <td>0,00</td> <td>100,00</td> </tr> <tr> <td>3/4"</td> <td>0,00</td> <td>100,00</td> </tr> <tr> <td>3/8"</td> <td>0,00</td> <td>100,00</td> </tr> <tr> <td>No. 4</td> <td>0,00</td> <td>100,00</td> </tr> <tr> <td>PASA No.4</td> <td>100,00</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="4">RESULTADOS FINALES:</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LL=</td> <td>91</td> <td>GRAVA=</td> <td>0,00</td> </tr> <tr> <td>LP=</td> <td>52</td> <td>ARENA=</td> <td>9,79</td> </tr> <tr> <td>IP=</td> <td>40</td> <td>FINOS=</td> <td>90,21</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>SUJS=</td> <td>MH</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>AASHTO=</td> <td>A-7-5</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>IG=</td> <td>20</td> </tr> </tbody> </table>										FRACCION GRUESA		FRACCION FINA		PESO INICIAL:	PESO FINAL:	PESO INIC. HUM.:	PESO INIC. SECO:	100,00	100,00	500	329,85	100,00	100,00			0,00	0,00			TAMIZ No.	PESO RET ACUMULADO	% PASA	2"	0,00	100,00	1 1/2"	0,00	100,00	1"	0,00	100,00	3/4"	0,00	100,00	3/8"	0,00	100,00	No. 4	0,00	100,00	PASA No.4	100,00		RESULTADOS FINALES:				LL=	91	GRAVA=	0,00	LP=	52	ARENA=	9,79	IP=	40	FINOS=	90,21			SUJS=	MH			AASHTO=	A-7-5			IG=	20
FRACCION GRUESA		FRACCION FINA																																																																															
PESO INICIAL:	PESO FINAL:	PESO INIC. HUM.:	PESO INIC. SECO:																																																																														
100,00	100,00	500	329,85																																																																														
100,00	100,00																																																																																
0,00	0,00																																																																																
TAMIZ No.	PESO RET ACUMULADO	% PASA																																																																															
2"	0,00	100,00																																																																															
1 1/2"	0,00	100,00																																																																															
1"	0,00	100,00																																																																															
3/4"	0,00	100,00																																																																															
3/8"	0,00	100,00																																																																															
No. 4	0,00	100,00																																																																															
PASA No.4	100,00																																																																																
RESULTADOS FINALES:																																																																																	
LL=	91	GRAVA=	0,00																																																																														
LP=	52	ARENA=	9,79																																																																														
IP=	40	FINOS=	90,21																																																																														
		SUJS=	MH																																																																														
		AASHTO=	A-7-5																																																																														
		IG=	20																																																																														

Ing. M.Sc. Juan Pablo Riquetti M. Sr. Luis Fernando Morocho A.

ENSAYOS DE CLASIFICACION

PROYECTO: ESTUDIO DE SUELOS Y DISEÑO DE PAVIMENTACIÓN FLEXIBLE DE LA VÍA A CUNGAPITTI
REALIZADO POR: Ing. M.Sc. Juan Pablo Riquetti M. / Sr. Luis Fernando Morocho A., CUNGAPITTI (CAÑAR)
UBICACIÓN: DE SITIO - P1-M2 - PROF 0,50 m. - 1,50 m. - SUELO CREMA
MUESTRA: 8 DE DICIEMBRE DE 2014
FECHA :

CONTENIDO DE AGUAS	PESO HUM + CAPS	PESO SECO + CAPS	PESO CAPSULA	CONTEN	VALOR MEDIO
NORMAS: ASTM D-2216	84,36	61,78	16,72	50,11	50,18
	85,74	62,56	16,43	50,25	

ANALISIS GRANULOMETRICO NORMAS: ASTM D-422, AASHTO T-88

FRACCION GRUESA		FRACCION FINA	
TAMIZ	PESO RET ACUMULADO	TAMIZ	PESO RET ACUMULADO
No.	% PASA	No.	% PASA
2"	0,00	No.10	0,00
1.1/2"	0,00	No.40	6,12
1"	0,00	No.200	38,16
3/4"	0,00	PASA 200	294,77
3/8"	0,00		
No. 4	0,00		
PASA No.4	100,00		

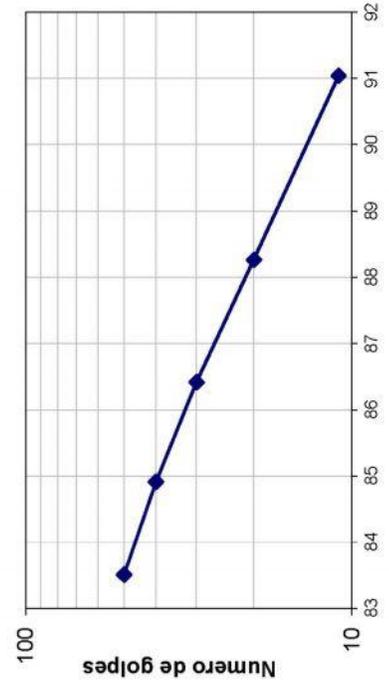
RESULTADOS FINALES:

LL=	88	GRAVA=	0,00	SUCS=	MH
LP=	51	ARENA=	11,46	AASHTO=	A - 7 - 5
IP=	36	FINOS=	88,54	G=	20

LIMITE LIQUIDO	NUMERO GOLPES	PESO HUM + CAPS	PESO SECO + CAPS	PESO CAPSULA	CONTEN DE AGUA
NORMAS: ASTM D-423 AASHTO T-89	11	61,13	38,67	14	91,04
	20	61,62	39,28	13,97	88,27
	30	62,84	40,26	14,13	86,41
	40	61,10	39,38	13,8	84,91
	50	57,62	37,77	14	83,51
LIMITE LIQUIDO:				87,80	

LIMITE PLASTICO	PESO HUM + CAPS	PESO SECO + CAPS	PESO CAPSULA	CONTEN DE AGUA
NORMAS: ASTM D-424 AASHTO T-90	17,94	14,52	7,69	50,07
	18,04	14,56	7,66	50,43
	18,01	14,60	7,84	50,44
	18,14	14,46	7,73	54,68
LIMITE PLASTICO:			51,41	

GRAFICO DEL LIMITE LIQUIDO



Ing. M.Sc. Juan Pablo Riquetti M. Sr. Luis Fernando Morocho A.

ENSAYOS DE CLASIFICACION

PROYECTO: ESTUDIO DE SUELOS Y DISEÑO DE PAVIMENTACIÓN FLEXIBLE DE LA VÍA A CUNGAPITI
REALIZADO POR: Ing. M.Sc. Juan Pablo Riquetti M. / Sr. Luis Fernando Morocho A. CUNGAPITTI (CAÑAR)
UBICACIÓN: DE SITIO - P2-M1 - PROF 0,00 m. - 0,50 m. - SUELO NEGRO
MUESTRA: 8 DE DICIEMBRE DE 2014
FECHA :

LIMITE LIQUIDO	NUMERO GOLPES	PESO HUM + CAPS	PESO SECO + CAPS	PESO CAPSULA	CONTEN DE AGUA
NORMAS: ASTM D-423 AASHTO T-89	11	63,37	40,35	16,24	95,48
	20	63,86	40,96	16,21	92,53
	30	65,08	41,94	16,37	90,50
	40	63,34	41,06	16,04	89,05
	50	59,86	39,45	16,24	87,94
LIMITE LIQUIDO:		92,08			

CONTENIDO DE AGUAS	PESO HUM + CAPS	PESO SECO + CAPS	PESO CAPSULA	CONTEN MEDIO
NORMAS: ASTM D-2216	86,18	62,25	16,35	52,14
	86,28	62,33	16,65	52,43

ANALISIS GRANULOMETRICO NORMAS: ASTM D-422, AASHTO T-88

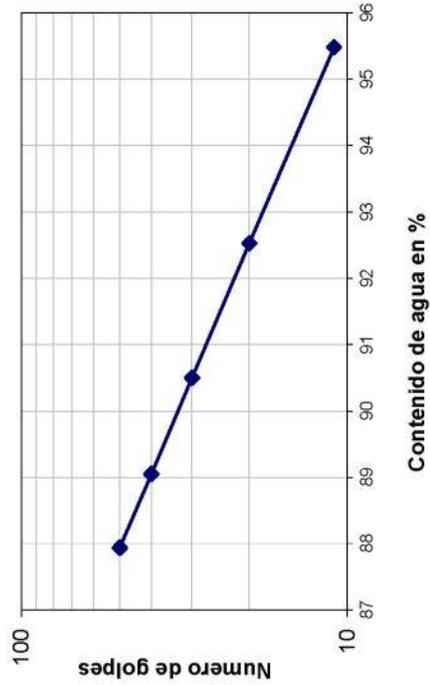
FRACCION GRUESA		FRACCION FINA	
PESO INICIAL:	100,00	PESO INIC. HUM.:	500
PESO FINAL:	100,00	PESO INIC. SECO:	328,34
ERROR:	0,00		

TAMIZ No.	PESO RET ACUMULADO	% PASA	TAMIZ No.	PESO RET ACUMULADO	% PASA
2"	0,00	100,00	No. 10	0,00	100,00
1 1/2"	0,00	100,00	No. 40	3,43	98,96
1"	0,00	100,00	No. 200	29,67	90,96
3/4"	0,00	100,00	PASA 200	298,67	
3/8"	0,00	100,00			
No. 4	0,00	100,00			
PASA No.4	100,00				

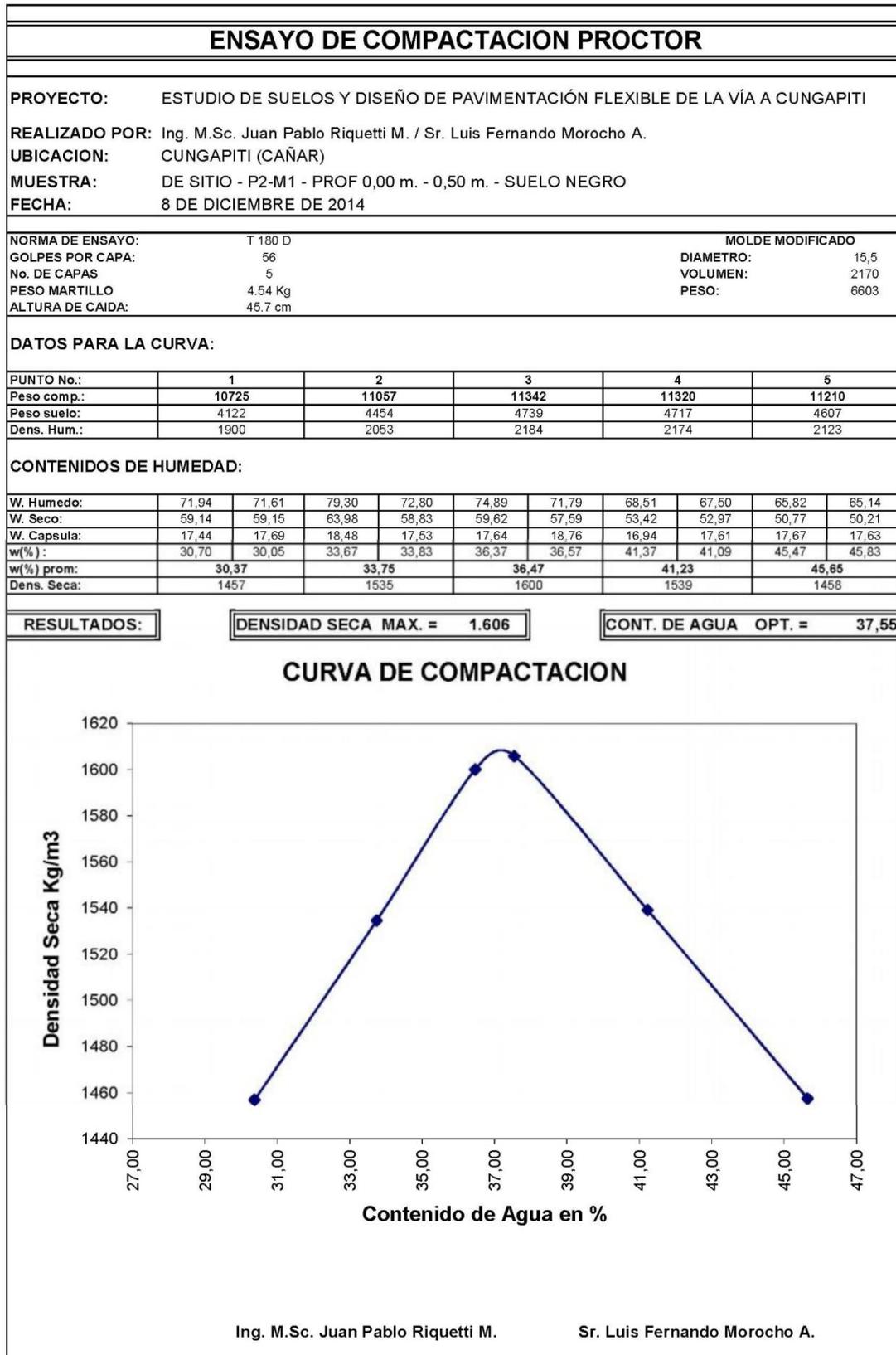
RESULTADOS FINALES:			
LL=	92	GRAVA=	0,00
LP=	51	ARENA=	9,04
IP=	41	FINOS=	90,96
		SUCS=	MH
		AASHTO=	A-7-5
		IG=	20

LIMITE PLASTICO	PESO HUM + CAPS	PESO SECO + CAPS	PESO CAPSULA	CONTEN DE AGUA
NORMAS: ASTM D-424 AASHTO T-90	17,68	14,26	7,43	50,07
	17,78	14,30	7,40	50,43
	17,75	14,34	7,58	50,44
	17,88	14,20	7,47	54,88
LIMITE PLASTICO:		51,41		

GRAFICO DEL LIMITE LIQUIDO



Ing. M.Sc. Juan Pablo Riquetti M. Sr. Luis Fernando Morocho A.

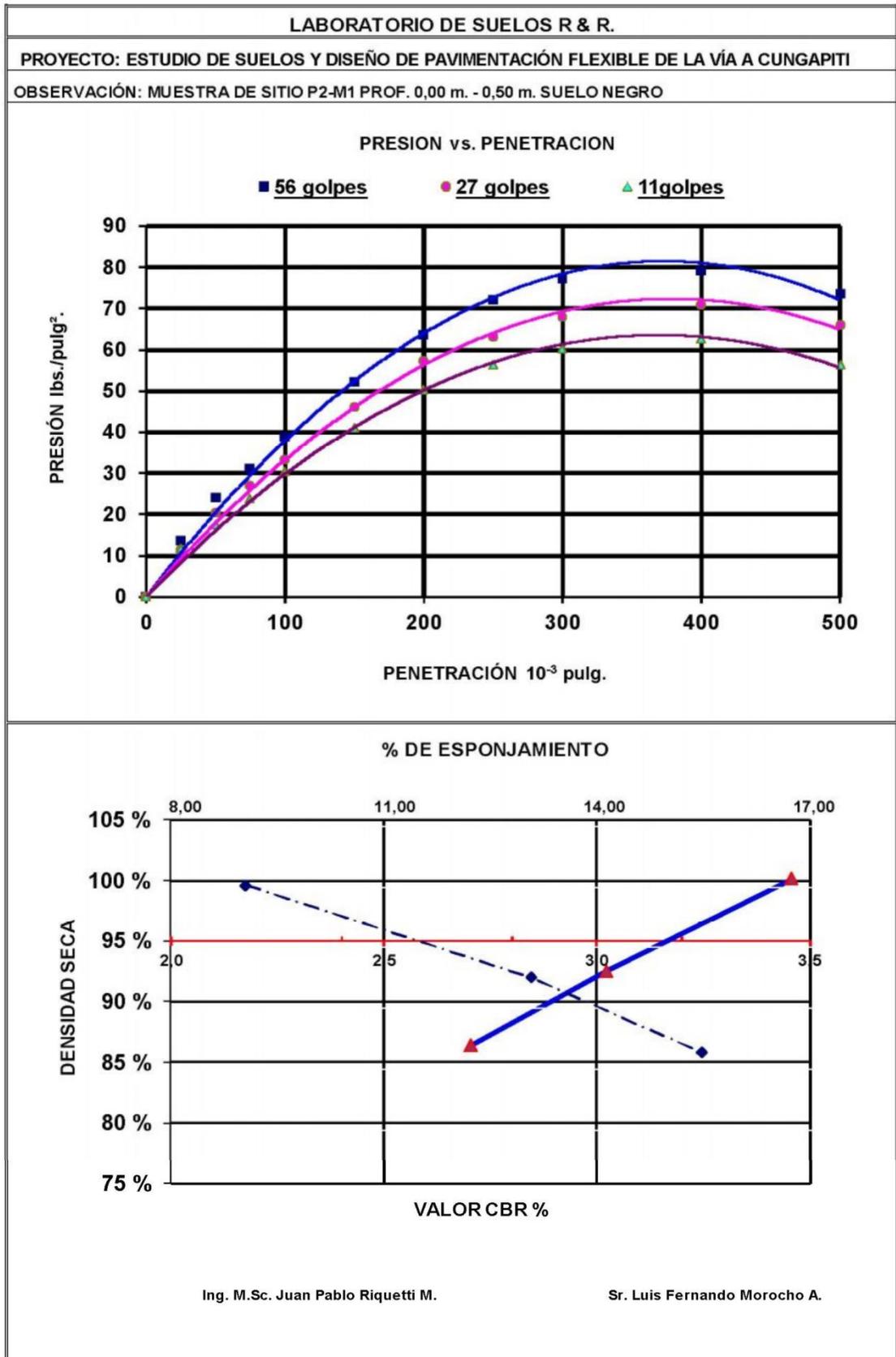


LABORATORIO DE SUELOS R & R.						
PROYECTO: ESTUDIO DE SUELOS Y DISEÑO DE PAVIMENTACIÓN FLEXIBLE DE LA VÍA A CUNGAPITI						
UBICACIÓN: CUNGAPITI (CAÑAR)			MUESTRA DISTURBADA			
REALIZADO: Ing. M.Sc. Juan Pablo Riquetti M. / Sr. Luis Fernando Morocho A.				SOBRECARGA: 10 LIBRAS		
FECHA: 8 DE DICIEMBRE DE 2014						
OBSERVACIÓN: MUESTRA DE SITIO P2-M1 PROF. 0,00 m. - 0,50 m. SUELO NEGRO						
Valor relativo de soporte CBR(ASTM D1883)						
Molde No.	16		17		18	
Numero de capas	5		5		5	
# de golpes por capa	56		27		11	
	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO
Peso muestra+molde Gr.	12268	12318	12170	12220	11476	11526
Peso molde Gr.	7526	7526	7811	7811	7369	7369
Peso muestra Gr.	4742	4792	4359	4409	4107	4157
Volumen muestra cm3	2147	2147	2136	2136	2156	2156
Densidad húmeda kg/m3	2,209	2,232	2,041	2,064	1,905	1,928
Densidad seca kg/m3	1,608	1,534	1,486	1,325	1,387	1,164
CONTENIDO DE AGUA						
Peso húmedo + tarro (Gr)	57,46	74,64	57,52	77,95	57,84	81,86
Peso seco + tarro (Gr)	45,30	56,30	46,31	55,93	47,69	55,79
Peso tarro (Gr)	16,31	15,98	16,15	16,44	16,78	16,07
Contenido de humedad %	41,95	45,49	37,17	55,76	32,84	65,63
Promedio humedad %	37,32	45,49	37,32	55,76	37,32	65,63
Agua absorbida %		1,05		1,15		1,22
OBSERVACIONES:						
HUMEDAD OPTIMA	37,55	PESO HUMEDO	18000 gr.			
HUMEDAD INICIAL	52,28	PESO SECO	11820 gr.			
HUMEDAD AÑADIDA	-14,73	AGUA	-1741 cm ³ .			
Reemplazo material retenido tamiz 3/4" (Pasa 3/4" retiene N° 4.)			0 %	0 gr.		
Mezcla del Material pasante tamiz 3/4" (Pasa material 3/4")			100 %	18000 gr.		
Total de material para el ensayo			18000 gr.			
Esponjamiento al 95 %	=	12,96%				
Valor CBR al 95%	=	3,0%				
Valor CBR al 100%	=	3,5%				
Ing. M.Sc. Juan Pablo Riquetti M.			Sr. Luis Fernando Morocho A.			

LABORATORIO DE SUELOS R & R.													
PROYECTO: ESTUDIO DE SUELOS Y DISEÑO DE PAVIMENTACIÓN FLEXIBLE DE LA VÍA A CUNGAPITI													
UBICACIÓN: CUNGAPITI (CAÑAR)													
REALIZADO: Ing. M.Sc. Juan Pablo Riquetti M. / Sr. Luis Fernando Morocho A.													
OBSERVACIÓN: MUESTRA DE SITIO P2-M1 PROF. 0,00 m. - 0,50 m. SUELO NEGRO													
ESPONJAMIENTO													
DÍA Y MES	TIEMPO DIAS	MOLDE No 16			MOLDE No 17			MOLDE No 18					
		LECTURA DIAL pulg.	ALTURA MUESTRA pulg.	ESPONJAMIENTO pulg. %	LECTURA DIAL pulg.	ALTURA MUESTRA pulg.	ESPONJAMIENTO pulg. %	LECTURA DIAL pulg.	ALTURA MUESTRA pulg.	ESPONJAMIENTO pulg. %			
	0	0	4,50	0,000	0,00	0,000	0	4,50	0,000	0,00	0,000	4,50	0,00
	1	249	4,50	0,249	5,53	0,321	321	4,50	0,321	7,13	0,375	4,50	0,375
	2	349	4,50	0,349	7,76	0,517	517	4,50	0,517	11,49	0,551	4,50	0,551
	3	399	4,50	0,399	8,87	0,583	583	4,50	0,583	12,96	0,693	4,50	0,693
													15,40

PENETRACIÓN													
ANILLO: No 1													
CONSTANTE: 2,47397 lbs/pulg ² .													
TIEMPO min.	PENETRACION pulg.	MOLDE No 16			MOLDE No 17			MOLDE No 18					
		CARGA dial lbs.	PRESIÓN CORREGIDA lb/pulg ²	PRESIÓN ESTÁNDAR lb/pulg ²	CARGA dial lbs.	PRESIÓN CORREGIDA lb/pulg ²	PRESIÓN ESTÁNDAR lb/pulg ²	CARGA dial lbs.	PRESIÓN CORREGIDA lb/pulg ²	PRESIÓN ESTÁNDAR lb/pulg ²			
0	0	0	0		0	0		0	0		0	0	
0,5	25	5,50	14		4,65	12		4,70	12		4,70	12	
1	50	9,70	24		8,25	20		7,10	18		7,10	18	
1,5	75	12,60	31		10,95	27		9,60	24		9,60	24	
2	100	15,70	39	3,5	13,45	33	3,0	12,30	30	3,0	12,30	30	2,7
3	150	21,10	52		18,65	46		16,60	41		16,60	41	
4	200	25,70	64		23,15	57		20,30	50		20,30	50	
5	250	29,20	72		25,55	63		22,80	56		22,80	56	
6	300	31,20	77		27,45	68		24,40	60		24,40	60	
8	400	32,00	79		28,65	71		25,30	63		25,30	63	
10	500	29,80	74		26,75	66		22,80	56		22,80	56	

Ing. M.Sc. Juan Pablo Riquetti M. Sr. Luis Fernando Morocho A.



ENSAYOS DE CLASIFICACION

PROYECTO: ESTUDIO DE SUELOS Y DISEÑO DE PAVIMENTACIÓN FLEXIBLE DE LA VÍA A CUNGAPITI
REALIZADO POR: Ing. M.Sc. Juan Pablo Riquetti M. / Sr. Luis Fernando Morocho A.
UBICACION: CUNGAPITI (CANAR)
MUESTRA: DE SITIO - P2-M2 - PROF 0.50 m. - 1.50 m. - SUELO CAFÉ
FECHA : 8 DE DICIEMBRE DE 2014

LIMITE LIQUIDO	NUMERO GOLPES	PESO HUM + CAPS	PESO SECO + CAPS	PESO CAPSULA	CONTEN DE AGUA
NORMAS: ASTM D-423 AASHTO T-89	11	62,26	39,52	15,13	93,23
	20	62,75	40,13	15,1	90,37
	30	63,97	41,11	15,26	88,43
	40	62,23	40,23	14,93	86,96
	50	58,75	38,62	15,13	85,70
LIMITE LIQUIDO:					89,92

CONTENIDO DE AGUAS	PESO HUM + CAPS	PESO SECO + CAPS	PESO CAPSULA	CONTEN MEDIO	VALOR MEDIO
NORMAS: ASTM D-2216	85,11 86,05	61,93 62,67	17,03 17,12	51,63 51,33	51,48

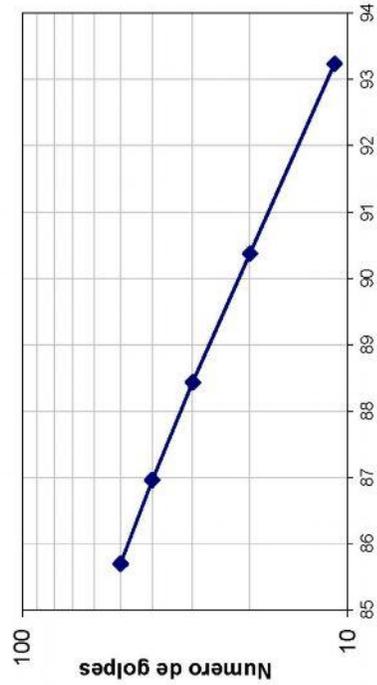
LIMITE PLASTICO	PESO HUM + CAPS	PESO SECO + CAPS	PESO CAPSULA	CONTEN DE AGUA
NORMAS: ASTM D-424 AASHTO T-90	17,81	14,39	7,56	50,07
	17,91	14,43	7,53	50,43
	17,88	14,47	7,71	50,44
	18,01	14,33	7,60	54,68
LIMITE PLASTICO: 51,41				

ANALISIS GRANULOMETRICO NORMAS: ASTM D-422, AASHTO T-88

FRACCION GRUESA		FRACCION FINA	
PESO INICIAL:	100,00	PESO INIC. HUM.:	500
PESO FINAL:	100,00	PESO INIC. SECO:	330,08
ERROR:	0,00		
TAMIZ	PESO RET ACUMULADO	TAMIZ	PESO RET ACUMULADO
No.	% PASA	No.	% PASA
2"	0,00	No. 10	0,00
1 1/2"	0,00	No. 40	5,42
1"	0,00	No. 200	35,16
3/4"	0,00	PASA 200	294,92
3/8"	0,00		
No. 4	0,00		
PASA No. 4	100,00		

RESULTADOS FINALES:	
LL=	90 GRAVA= 0,00 SUCS= MH
LP=	51 ARENA= 10,65 AASHTO= A-7-5
IP=	39 FINOS= 89,35 IG= 20

GRAFICO DEL LIMITE LIQUIDO



Ing. M.Sc. Juan Pablo Riquetti M. Sr. Luis Fernando Morocho A.

Anexo 9: Análisis de precios unitarios

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO: REMOCIÓN DE EDIFICACIONES, CASAS Y OTRAS CONSTRUCCIONES					UNIDAD : m2	
DETALLE: 1.1					*	
EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C*R	
Herramienta menor (5% mano de obra)					0,09	
Excavadora 135 HP	1	30	30	0,1850	5,55	
SUBTOTAL M					5,64	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C = A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C*R	
Peon	2	3,18	6,36	0,1850	1,18	
Operador de excavadora	1	3,57	3,57	0,1850	0,66	
SUBTOTAL N					1,84	
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C = A*B		
SUBTOTAL O				0,00		
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A*B		
SUBTOTAL P				0,00		
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.					TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	7,48
					INDIRECTOS Y UTILIDADES 17%	1,27
					OTROS INDIRECTOS %	
					COSTO TOTAL DEL RUBRO	8,75
					VALOR OFERTADO	8,75

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO: DESBROCE, DESBOSQUE Y LIMPIEZA					UNIDAD : Ha
DETALLE: 1.2					*
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C*R
Herramienta menor (5% mano de obra)					7,44
Volqueta 8 m3, 250 HP	1	18	18	0,2850	5,13
Motosierra 3 HP	2	2,50	5	2,8500	14,25
Tractor de oruga 190 HP con ripper	1	50,00	50	2,8500	142,50
SUBTOTAL M					169,32
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C = A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C*R
Peon	12	3,18	38,16	2,8500	108,76
Operador de equipo liviano	2	3,22	6,44	2,8500	18,35
Maestro de obra	1	3,57	3,57	0,2850	1,02
Operador de tractor carriles o ruedas	1	3,57	3,57	2,8500	10,17
Ayudante de maquinaria	1	3,22	3,22	2,8500	9,18
Chofer licencia tipo E	1	4,67	4,67	0,2850	1,33
SUBTOTAL N					148,81
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C = A*B	
SUBTOTAL O				0,00	
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A*B	
SUBTOTAL P				0,00	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					318,13
INDIRECTOS Y UTILIDADES 17%					54,08
OTROS INDIRECTOS %					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					372,21
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.					VALOR OFERTADO 372,21

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO: EXCAVACIÓN EN SUELO					UNIDAD : m3	
DETALLE: 1.3					*	
EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C*R	
Retroexcavadora 80 HP	1	18,00	18	0,0600	1,08	
SUBTOTAL M					1,08	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C = A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C*R	
Maestro de obra	1	3,57	3,57	0,0060	0,02	
Operador de retroexcavadora	1	3,57	3,57	0,0600	0,21	
Ayudante de maquinaria	1	3,22	3,22	0,0600	0,19	
SUBTOTAL N					0,43	
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C = A*B		
SUBTOTAL O					0,00	
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A*B		
SUBTOTAL P					0,00	
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.				TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		1,51
				INDIRECTOS Y UTILIDADES 17%		0,26
				OTROS INDIRECTOS %		
				COSTO TOTAL DEL RUBRO		1,77
				VALOR OFERTADO		1,77

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO: EXCAVACIÓN EN ROCA					UNIDAD : m3
DETALLE: 1.4					*
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C*R
Herramienta menor (5% mano de obra)					0,07
Volqueta 8 m3, 250 HP	1	18,00	18	0,0370	0,67
Excavadora 135 HP	1	30	30	0,0370	1,11
Compresor 185 cfm, 55 HP	1	13,62	13,62	0,0370	0,50
Track drill 3.5"	1	55,92	55,92	0,0370	2,07
Tractor de orugas 300 HP	1	90,00	90	0,0370	3,33
SUBTOTAL M					7,74
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C = A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C*R
Peon	2	3,18	6,36	0,0370	0,24
Maestro de obra	1	3,57	3,57	0,0037	0,01
Mecánico de mantenimiento	1	3,57	3,57	0,0370	0,13
Operador de excavadora	1	3,57	3,57	0,0370	0,13
Operador de tractor carriles o ruedas	1	3,57	3,57	0,0370	0,13
Operador de track drill	1	3,39	3,39	0,0370	0,13
Operador de compresor	1	3,39	3,39	0,0370	0,13
Ayudante de maquinaria	2	3,22	6,44	0,0370	0,24
Chofer licencia tipo E	1	4,67	4,67	0,0370	0,17
SUBTOTAL N					1,31
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C = A*B	
Dinamita	kg	0,1	3,00	0,30	
ANFO	kg	0,25	0,88	0,22	
Mecha lenta	m	0,2	0,25	0,05	
Fulminantes	u	0,2	0,25	0,05	
Cordón detonante	m	1	0,35	0,35	
SUBTOTAL O				0,97	
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A*B	
SUBTOTAL P				0,00	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				10,02	
INDIRECTOS Y UTILIDADES 17%				1,70	
OTROS INDIRECTOS %					
COSTO TOTAL DEL RUBRO				11,72	
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.				VALOR OFERTADO	11,72

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					UNIDAD : km
RUBRO: REPLANTEO					*
DETALLE: 1.5					
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C*R
Herramienta menor (5% mano de obra)					13,66
Equipo de topografía	1	1,5	1,5	15,0000	22,50
Vehículo liviano	1	4,00	4	15,0000	60,00
SUBTOTAL M					96,16
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C = A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C*R
Peon	1	3,18	3,18	15,0000	47,70
Cadenero	2	3,22	6,44	15,0000	96,60
Maestro de obra	1	3,57	3,57	1,5000	5,36
Chofer licencia tipo E	1	4,67	4,67	15,0000	70,05
Topógrafo 2: Estruct. Ocup. C1	1	3,57	3,57	15,0000	53,55
SUBTOTAL N					273,26
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C = A*B	
Mojones de hormigón	u	3	4,00	12,00	
Estacas con pintura	u	50	0,25	12,50	
Clavos	kg	25	1,70	42,50	
SUBTOTAL O				67,00	
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A*B	
SUBTOTAL P				0,00	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					436,42
INDIRECTOS Y UTILIDADES 17%					74,19
OTROS INDIRECTOS %					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					510,61
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.					VALOR OFERTADO 510,61

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					UNIDAD : m3
RUBRO: LIMPIEZA DE DERRUMBE					*
DETALLE: 1.6					
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C*R
Volqueta 8 m3, 250 HP	1	18,00	18	0,0220	0,40
Cargadora sobre ruedas 150 HP	1	20	20	0,0220	0,44
SUBTOTAL M					0,84
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C = A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C*R
Maestro de obra	1	3,57	3,57	0,0022	0,01
Operador de cargadora frontal	1	3,57	3,57	0,0220	0,08
Ayudante de maquinaria	1	3,22	3,22	0,0220	0,07
Chofer licencia tipo E	1	4,67	4,67	0,0220	0,10
SUBTOTAL N					0,26
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C = A*B	
SUBTOTAL O				0,00	
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A*B	
SUBTOTAL P				0,00	
				TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	1,10
				INDIRECTOS Y UTILIDADES 17%	0,19
				OTROS INDIRECTOS %	
				COSTO TOTAL DEL RUBRO	1,28
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.				VALOR OFERTADO	1,28

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO: RECONSTRUCCIÓN DE CERCAS DE ALAMBREDE PÚAS					UNIDAD : ml
DETALLE: 1.7					*
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C*R
Herramienta menor (5% mano de obra)					0,08
SUBTOTAL M					0,08
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C = A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C*R
Peon	1	3,18	3,18	0,2500	0,80
Albañil	1	3,22	3,22	0,2500	0,81
Maestro de obra	1	3,57	3,57	0,0250	0,09
SUBTOTAL N					1,69
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C = A*B	
Alambre de púas	m	1	0,20	0,20	
SUBTOTAL O					0,20
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A*B	
SUBTOTAL P					0,00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					1,97
INDIRECTOS Y UTILIDADES 17%					0,34
OTROS INDIRECTOS %					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					2,31
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.					VALOR OFERTADO 2,31

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO: EXCAVACIÓN Y RELLENO PARA ESTRUCTURAS MENORES CON MATERIAL DE MEJORAMIENTO					UNIDAD : m3
DETALLE: 2.1					*
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C*R
Herramienta menor (5% mano de obra)					0,06
Retroexcavadora 80 HP	1	18	18	0,0700	1,26
Vibroapisonador a gasolina 5 HP	1	3,00	3	0,0700	0,21
SUBTOTAL M					1,53
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C = A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C*R
Peon	2	3,18	6,36	0,0700	0,45
Operador de equipo liviano	1	3,22	3,22	0,0700	0,23
Maestro de obra	1	3,57	3,57	0,0070	0,02
Operador de retroexcavadora	1	3,57	3,57	0,0700	0,25
Ayudante de maquinaria	1	3,22	3,22	0,0700	0,23
SUBTOTAL N					1,17
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C = A*B	
Material de mejoramiento	m3	1,3	3,00	3,90	
SUBTOTAL O				3,90	
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A*B	
SUBTOTAL P				0,00	
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.					
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					6,60
INDIRECTOS Y UTILIDADES 17%					1,12
OTROS INDIRECTOS %					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					7,72
VALOR OFERTADO					7,72

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO: EXCAVACIÓN PARA CUNETAS Y ENCAUSAMIENTOS					UNIDAD : m3
DETALLE: 2.2					*
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C*R
Herramienta menor (5% mano de obra)					0,41
SUBTOTAL M					0,41
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C = A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C*R
Peon	3	3,18	9,54	0,6250	5,96
Maestro de obra	1	3,57	3,57	0,6250	2,23
SUBTOTAL N					8,19
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C = A*B	
SUBTOTAL O				0,00	
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A*B	
SUBTOTAL P				0,00	
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.					
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					8,60
INDIRECTOS Y UTILIDADES 17%					1,46
OTROS INDIRECTOS %					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					10,07
VALOR OFERTADO					10,07

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO: TUBERIA DE ACERO CORRUGADO D = 1.5m e = 2mm					UNIDAD : ml	
DETALLE: 2.3					*	
EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C*R	
Herramienta menor (5% mano de obra)					0,27	
SUBTOTAL M					0,27	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C = A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C*R	
Peon	1	3,18	3,18	0,8000	2,54	
Albañil	1	3,22	3,22	0,8000	2,58	
Maestro de obra	1	3,57	3,57	0,0800	0,29	
SUBTOTAL N					5,41	
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C = A*B		
Asfalto para revestimiento	lt	6,03	0,10	0,57		
Tubería metélica corrugada D=1500 mm, e=2 mm (puesto en obra)	m	1	195,00	195,00		
SUBTOTAL O				195,57		
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A*B		
SUBTOTAL P				0,00		
				TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		201,25
				INDIRECTOS Y UTILIDADES 17%		34,21
				OTROS INDIRECTOS %		
				COSTO TOTAL DEL RUBRO		235,46
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.				VALOR OFERTADO		235,46

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO: TUBERIA DE ACERO CORRUGADO D = 1.8m e = 2mm					UNIDAD : ml
DETALLE: 2.4					*
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C*R
Herramienta menor (5% mano de obra)					0,27
SUBTOTAL M					0,27
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C = A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C*R
Peon	1	3,18	3,18	0,8000	2,54
Albañil	1	3,22	3,22	0,8000	2,58
Maestro de obra	1	3,57	3,57	0,0800	0,29
SUBTOTAL N					5,41
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C = A*B	
Asfalto para revestimiento	lt	6,03	0,10	0,57	
Tubería metálica corrugada D=1800 mm, e=2 mm (puesto en obra)	m	1	225,00	225,00	
SUBTOTAL O					225,57
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A*B	
SUBTOTAL P					0,00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					231,25
INDIRECTOS Y UTILIDADES 17%					39,31
OTROS INDIRECTOS %					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					270,56
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.					VALOR OFERTADO 270,56

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO: DESALOJO DE MATERIAL DE EXCAVACIÓN					UNIDAD : m3/km
DETALLE: 3.1					*
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C*R
Retroexcavadora 80 HP	1	18,00	18	0,0120	0,22
Volqueta 8 m3, 250 HP	1	18	18	0,0120	0,22
SUBTOTAL M					0,43
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C = A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C*R
Maestro de obra	1	3,57	3,57	0,0012	0,00
Operador de retroexcavadora	1	3,57	3,57	0,0120	0,04
Ayudante de maquinaria	1	3,22	3,22	0,0120	0,04
Chofer licencia tipo E	1	4,67	4,67	0,0120	0,06
SUBTOTAL N					0,14
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C = A*B	
SUBTOTAL O				0,00	
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A*B	
SUBTOTAL P				0,00	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					0,57
INDIRECTOS Y UTILIDADES 17%					0,10
OTROS INDIRECTOS %					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					0,67
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.					VALOR OFERTADO
					0,67

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO: AFICHES INFORMATIVOS (0.66x0.44)					UNIDAD : U	
DETALLE: 3.2					*	
EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C*R	
SUBTOTAL M					0,00	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C = A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C*R	
Peon	1	3,18	3,18	0,0200	0,06	
Maestro de obra	1	3,57	3,57	0,0020	0,01	
SUBTOTAL N					0,07	
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C = A*B		
Afiches informativos (0.66*0.44)	u	1	2,00	2,00		
SUBTOTAL O				2,00		
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A*B		
SUBTOTAL P				0,00		
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			2,07	
		INDIRECTOS Y UTILIDADES			17%	0,35
		OTROS INDIRECTOS %				
		COSTO TOTAL DEL RUBRO				2,42
		VALOR OFERTADO				2,42

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS							
RUBRO: TRAMPA DE GRASAS Y ACEITES					UNIDAD : U		
DETALLE: 3.3					*		
EQUIPOS							
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C*R		
Herramienta menor (5% mano de obra)					3,97		
SUBTOTAL M					3,97		
MANO DE OBRA							
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C = A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C*R		
Peon	2	3,18	6,36	8,0000	50,88		
Albañil	1	3,22	3,22	8,0000	25,76		
Maestro de obra	1	3,57	3,57	0,8000	2,86		
SUBTOTAL N					79,50		
MATERIALES							
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C = A*B			
Trampa de grasas y aceites	u	1	150,00	150,00			
SUBTOTAL O					150,00		
TRANSPORTE							
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A*B			
SUBTOTAL P					0,00		
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.					TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	233,47	
					INDIRECTOS Y UTILIDADES	17%	39,69
					OTROS INDIRECTOS %		
					COSTO TOTAL DEL RUBRO		273,16
VALOR OFERTADO					273,16		

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS							
RUBRO: CHARLAS DE CONCIENTIZACIÓN					UNIDAD : U		
DETALLE: 3.4					*		
EQUIPOS							
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C*R		
SUBTOTAL M					0,00		
MANO DE OBRA							
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C = A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C*R		
SUBTOTAL N					0,00		
MATERIALES							
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C = A*B			
Charlas de concientización	u	1	100,00	100,00			
SUBTOTAL O					100,00		
TRANSPORTE							
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A*B			
SUBTOTAL P					0,00		
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.				TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		100,00	
				INDIRECTOS Y UTILIDADES		17%	17,00
				OTROS INDIRECTOS %			
				COSTO TOTAL DEL RUBRO			117,00
				VALOR OFERTADO			117,00

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO: FUNDAS PARA BASURA (15x23cm)					UNIDAD : U
DETALLE: 3.5					*
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C*R
SUBTOTAL M					0,00
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C = A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C*R
SUBTOTAL N					0,00
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C = A*B	
Fundas para basura (15x23 cm)	u	1	0,10	0,10	
SUBTOTAL O					0,10
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A*B	
SUBTOTAL P					0,00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					0,10
INDIRECTOS Y UTILIDADES 17%					0,02
OTROS INDIRECTOS %					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					0,12
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.					VALOR OFERTADO
					0,12

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO: AGUA PARA CONTROL DE POLVO				UNIDAD : miles litros	
DETALLE: 3.6				*	
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C*R
Camión cisterna 8 m3, 250 HP	1	15,00	15	0,1100	1,65
SUBTOTAL M					1,65
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C = A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C*R
Maestro de obra	1	3,57	3,57	0,1100	0,39
Ayudante de maquinaria	1	3,22	3,22	0,1100	0,35
Chofer licencia tipo E	1	4,67	4,67	0,1100	0,51
SUBTOTAL N					1,26
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C = A*B	
Agua para control de polvo	miles litros	1	0,40	0,40	
SUBTOTAL O					0,40
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A*B	
SUBTOTAL P					0,00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					3,31
INDIRECTOS Y UTILIDADES 17%					0,56
OTROS INDIRECTOS %					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					3,87
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.					VALOR OFERTADO
					3,87

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO: ESCOMBRERAS					UNIDAD : global
DETALLE: 3.7					*
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C*R
Herramienta menor (5% mano de obra)					13,51
Retroexcavadora 80 HP	1	18	18	20,00	360,00
SUBTOTAL M					373,51
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C = A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C*R
Peon	2	3,18	6,36	20,00	127,20
Maestro de obra	1	3,57	3,57	2,00	7,14
Operador de retroexcavadora	1	3,57	3,57	20,00	71,40
Ayudante de maquinaria	1	3,22	3,22	20,00	64,40
SUBTOTAL N					270,14
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C = A*B	
SUBTOTAL O				0,00	
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A*B	
SUBTOTAL P				0,00	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					643,65
INDIRECTOS Y UTILIDADES 17%					109,42
OTROS INDIRECTOS %					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					753,07
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.					VALOR OFERTADO 753,07

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO: ÁRBOLES Y ARBUSTOS					UNIDAD : U
DETALLE: 3.8					*
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C*R
Herramienta menor (5% mano de obra)					0,12
SUBTOTAL M					0,12
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C = A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C*R
Peon	2	3,18	6,36	0,2500	1,59
Albañil	1	3,22	3,22	0,2500	0,81
Maestro de obra	1	3,57	3,57	0,0250	0,09
SUBTOTAL N					2,48
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C = A*B	
Fertilizantes	kg	0,1	0,50	0,05	
Árboles y arbustos	u	1	0,30	0,30	
SUBTOTAL O					0,35
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A*B	
SUBTOTAL P					0,00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					2,96
INDIRECTOS Y UTILIDADES 17%					0,50
OTROS INDIRECTOS %					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					3,46
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.					VALOR OFERTADO 3,46

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO: GUARDACAMINOS TIPO VIGA METÁLICA DOBLE					UNIDAD : ml
DETALLE: 4.1					*
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C*R
Herramienta menor (5% mano de obra)					0,58
SUBTOTAL M					0,58
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C = A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C*R
Peon	7	3,18	22,26	0,4000	8,90
Albañil	1	3,22	3,22	0,4000	1,29
Fierrero	1	3,22	3,22	0,4000	1,29
Maestro de obra	1	3,57	3,57	0,0400	0,14
SUBTOTAL N					11,62
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C = A*B	
Guardavía tipo W, e=2.5 mm, inc. accesorios	m	2	35,00	70,00	
Terminal para guardavía, e=2.5 mm	u	0,3	30,00	9,00	
Poste galvanizado para guardavía, l = 1.8m, e=4.75 mm	u	0,3	65,00	19,50	
Pernos galvanizados para guardavía	u	1	3,00	3,00	
Hormigón simple fc = 210 kg/cm2	m3	0,025	91,36	2,28	
SUBTOTAL O					103,78
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A*B	
SUBTOTAL P					0,00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					115,99
INDIRECTOS Y UTILIDADES 17%					19,72
OTROS INDIRECTOS %					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					135,71
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.					VALOR OFERTADO 135,71

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO: MARCAS DE PAVIMENTO (PINTURA)					UNIDAD : ml
DETALLE: 4.2					*
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C*R
Herramienta menor (5% mano de obra)					0,01
Barredora autopropulsada, 65 HP	1	13,6	13,6	0,0060	0,08
Franjeadora	1	8,00	8	0,0060	0,05
SUBTOTAL M					0,14
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C = A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C*R
Peon	8	3,18	25,44	0,0060	0,15
Maestro de obra	1	3,57	3,57	0,0006	0,00
Operador de barredora autopropulsada	1	3,39	3,39	0,0060	0,02
Operador de franjeadora	1	3,39	3,39	0,0060	0,02
Ayudante de maquinaria	2	3,22	6,44	0,0060	0,04
SUBTOTAL N					0,23
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C = A*B	
Pintura amarilla para tráfico	gal.	0,03	18,50	0,56	
Disolvente ajustador para pintura de tráfico	gal.	0,004	8,00	0,03	
Microesferas reflectivas	kg	0,036	2,20	0,08	
SUBTOTAL O				0,67	
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A*B	
SUBTOTAL P				0,00	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				1,04	
INDIRECTOS Y UTILIDADES 17%				0,18	
OTROS INDIRECTOS %					
COSTO TOTAL DEL RUBRO				1,22	
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.				VALOR OFERTADO	1,22

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO: ACABADO DE LA OBRA BÁSICA EXISTENTE					UNIDAD : m2
DETALLE: 5.1					*
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C*R
Herramienta menor (5% mano de obra)					0,01
Equipo de topografía	1	1,5	1,5	0,0040	0,01
Rodillo liso vibratorio 130 HP	1	20,00	20	0,0040	0,08
Camión cisterna 8 m3, 250 HP	1	15,00	15	0,0040	0,06
Motoniveladora 140 HP	1	35,00	35	0,0040	0,14
Vehículo liviano	1	4,00	4	0,0040	0,02
SUBTOTAL M					0,31
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C = A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C*R
Peon	1	3,18	3,18	0,0040	0,01
Cadenero	2	3,22	6,44	0,0040	0,03
Maestro de obra	1	3,57	3,57	0,0004	0,00
Operador de motoniveladora	1	3,57	3,57	0,0040	0,01
Operador de rodillo autopropulsado	1	3,39	3,39	0,0040	0,01
Ayudante de maquinaria	2	3,22	6,44	0,0040	0,03
Chofer licencia tipo E	2	4,67	9,34	0,0040	0,04
Topógrafo 2: Estruct. Ocup. C1	1	3,57	3,57	0,0040	0,01
SUBTOTAL N					0,15
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C = A*B	
Agua	m3	0,05	0,40	0,02	
SUBTOTAL O				0,02	
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A*B	
SUBTOTAL P				0,00	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					0,47
INDIRECTOS Y UTILIDADES 17%					0,08
OTROS INDIRECTOS %					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					0,56
VALOR OFERTADO					0,56
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.					

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO: MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON SUELO SELECCIONADO					UNIDAD : m3
DETALLE: 5.2					*
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C*R
Herramienta menor (5% mano de obra)					0,04
Equipo de topografía	1	1,5	1,5	0,0200	0,03
Rodillo liso vibratorio 130 HP	1	20,00	20	0,0200	0,40
Camión sistema 8 m3, 250 HP	1	15,00	15	0,0200	0,30
Motoniveladora 140 HP	1	35,00	35	0,0200	0,70
Vehículo liviano	1	4,00	4	0,0200	0,08
SUBTOTAL M					1,55
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C = A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C*R
Peon	1	3,18	3,18	0,0200	0,06
Cadenero	2	3,22	6,44	0,0200	0,13
Maestro de obra	1	3,57	3,57	0,0020	0,01
Operador de motoniveladora	1	3,57	3,57	0,0200	0,07
Operador de rodillo autopropulsado	1	3,39	3,39	0,0200	0,07
Ayudante de maquinaria	2	3,22	6,44	0,0200	0,13
Chofer licencia tipo E	2	4,67	9,34	0,0200	0,19
Topógrafo 2: Estruct. Ocup. C1	1	3,57	3,57	0,0200	0,07
SUBTOTAL N					0,73
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C = A*B	
Material de mejoramiento	m3	1,3	3,00	3,90	
Agua	m3	0,05	0,40	0,02	
SUBTOTAL O				3,92	
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A*B	
SUBTOTAL P				0,00	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				6,19	
INDIRECTOS Y UTILIDADES 17%				1,05	
OTROS INDIRECTOS %					
COSTO TOTAL DEL RUBRO				7,24	
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.				VALOR OFERTADO	7,24

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO: TRANSPORTE DE MATERIAL DE MEJORAMIENTO					UNIDAD : m3/km
DETALLE: 5.3					*
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C*R
Volqueta 8 m3, 250 HP	1	18,00	18	0,0065	0,12
SUBTOTAL M					0,12
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C = A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C*R
Chofer licencia tipo E	1	4,67	4,67	0,0065	0,03
SUBTOTAL N					0,03
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C = A*B	
SUBTOTAL O				0,00	
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A*B	
SUBTOTAL P				0,00	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					0,15
INDIRECTOS Y UTILIDADES				17%	0,03
OTROS INDIRECTOS %					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					0,17
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.					VALOR OFERTADO
					0,17

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					UNIDAD : m3
RUBRO: BASE CLASE 1 - TIPO A					*
DETALLE: 5.4					
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C*R
Herramienta menor (5% mano de obra)					0,01
Equipo de topografía	1	1,5	1,5	0,0082	0,01
Rodillo liso vibratorio 130 HP	1	20,00	20	0,0082	0,16
Camión cisterna 8 m3, 250 HP	1	15,00	15	0,0082	0,12
Motoniveladora 140 HP	1	35,00	35	0,0082	0,29
Vehículo liviano	1	4,00	4	0,0082	0,03
SUBTOTAL M					0,63
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C = A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C*R
Peon	1	3,18	3,18	0,0082	0,03
Cadenero	2	3,22	6,44	0,0082	0,05
Maestro de obra	1	3,57	3,57	0,0008	0,00
Operador de motoniveladora	1	3,57	3,57	0,0082	0,03
Operador de rodillo autopropulsado	1	3,39	3,39	0,0082	0,03
Ayudante de maquinaria	2	3,22	6,44	0,0082	0,05
Chofer licencia tipo E	2	4,67	9,34	0,0082	0,08
Topógrafo 2: Estruct. Ocup. C1	1	3,57	3,57	0,0082	0,03
SUBTOTAL N					0,30
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C = A*B	
Base clase 1 - tipo A	m3	1,3	10,75	13,98	
Agua	m3	0,05	0,40	0,02	
SUBTOTAL O				14,00	
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A*B	
SUBTOTAL P				0,00	
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			14,93
		INDIRECTOS Y UTILIDADES 17%			2,54
		OTROS INDIRECTOS %			
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			17,46
		VALOR OFERTADO			17,46

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS							
RUBRO: TRANSPORTE DE BASE CLASE 1					UNIDAD : m3/km		
DETALLE: 5.5					*		
EQUIPOS							
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C*R		
Volqueta 8 m3, 250 HP	1	18,00	18	0,0065	0,12		
SUBTOTAL M					0,12		
MANO DE OBRA							
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C = A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C*R		
Chofer licencia tipo E	1	4,67	4,67	0,0065	0,03		
SUBTOTAL N					0,03		
MATERIALES							
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C = A*B			
SUBTOTAL O					0,00		
TRANSPORTE							
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A*B			
SUBTOTAL P					0,00		
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.					TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	0,15	
					INDIRECTOS Y UTILIDADES	17%	0,03
					OTROS INDIRECTOS %		
					COSTO TOTAL DEL RUBRO		0,17
					VALOR OFERTADO		0,17

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO: ASFALTO PARA IMPRIMACIÓN					UNIDAD : lt
DETALLE: 5.6					*
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C*R
Herramienta menor (5% mano de obra)					0,00
Distribuidor de asfalto - 215 HP	1	34,8	34,8	0,0020	0,07
Barredora autopropulsada, 65 HP	1	13,60	13,6	0,0020	0,03
SUBTOTAL M					0,10
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C = A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C*R
Peon	2	3,18	6,36	0,0020	0,01
Maestro de obra	1	3,57	3,57	0,0002	0,00
Operador de distribuidor de asfalto	1	3,39	3,39	0,0020	0,01
Operador de barredora autopropulsada	1	3,39	3,39	0,0020	0,01
Ayudante de maquinaria	2	3,22	6,44	0,0020	0,01
SUBTOTAL N					0,04
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C = A*B	
Arena (puesta en obra)	m3	0,002	17,00	0,03	
Asfalto RC2	lt	1,8	0,21	0,38	
Diesel	lt	0,85	0,28	0,24	
SUBTOTAL O					0,65
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A*B	
SUBTOTAL P					0,00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					0,79
INDIRECTOS Y UTILIDADES				17%	0,13
OTROS INDIRECTOS %					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					0,92
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.					VALOR OFERTADO
					0,92

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO: CARPETA ASFÁLTICA 3"					UNIDAD : m2
DETALLE: 5.7					*
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C*R
Herramienta menor (5% mano de obra)					0,05
Rodillo liso vibratorio 130 HP	1	20	20	0,0161	0,32
Rodillo neumático 85 HP	1	21,64	21,64	0,0161	0,35
Volqueta 8 m3, 250 HP	2	18,00	36	0,0161	0,58
Cargadora sobre ruedas 150 HP	1	20,00	20	0,0161	0,32
Planta asfáltica 250 HP	1	129,25	129,25	0,0161	2,08
Terminadora de asfalto 215 HP	1	50,31	50,31	0,0161	0,81
SUBTOTAL M					4,51
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C = A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C*R
Peon	6	3,18	19,08	0,0161	0,31
Maestro de obra	1	3,57	3,57	0,0016	0,01
Operador de cargadora frontal	1	3,57	3,57	0,0161	0,06
Operador responsable de planta asfáltica	1	3,39	3,39	0,0161	0,05
Operador de rodillo autopropulsado	1	3,39	3,39	0,0161	0,05
Operador de acabadora de pavimento asfáltico	1	3,39	3,39	0,0161	0,05
Operador de rodillo neumático	1	3,39	3,39	0,0161	0,05
Ayudante de maquinaria	4	3,22	12,88	0,0161	0,21
Chofer licencia tipo E	2	4,67	9,34	0,0161	0,15
SUBTOTAL N					0,95
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C = A*B	
Asfalto AP-3 (incluye aditivo)	lt	9,75	0,16	1,56	
Preparación, suministro de agregados para asfalto	m3	0,075	9,76	0,73	
SUBTOTAL O				2,29	
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A*B	
SUBTOTAL P				0,00	
		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			7,75
		INDIRECTOS Y UTILIDADES 17%			1,32
		OTROS INDIRECTOS %			
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			9,07
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.		VALOR OFERTADO			9,07

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					UNIDAD : U
RUBRO: SEÑALES A LADO DE LA CARRETERA (PREVENTIVAS) 0.6x0.6 m					*
DETALLE: 6.1					
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C*R
Herramienta menor (5% mano de obra)					0,35
SUBTOTAL M					0,35
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C = A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C*R
Peon	2	3,18	6,36	0,7000	4,45
Albañil	1	3,22	3,22	0,7000	2,25
Maestro de obra	1	3,57	3,57	0,0700	0,25
SUBTOTAL N					6,96
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C = A*B	
Señales preventivas 0.6x0.6 m	u	1	75,00	75,00	
Hormigón simple f'c = 210 kg/cm2	m3	0,08	91,36	7,31	
SUBTOTAL O				82,31	
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A*B	
SUBTOTAL P				0,00	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					89,61
INDIRECTOS Y UTILIDADES 17%					15,23
OTROS INDIRECTOS %					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					104,85
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.					VALOR OFERTADO 104,85

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					UNIDAD : U
RUBRO: SEÑALES A LADO DE LA CARRETERA (RESTRICTIVAS) D = 0.6m					*
DETALLE: 6.2					
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C*R
Herramienta menor (5% mano de obra)					0,35
SUBTOTAL M					0,35
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C = A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C*R
Peon	2	3,18	6,36	0,7000	4,45
Albañil	1	3,22	3,22	0,7000	2,25
Maestro de obra	1	3,57	3,57	0,0700	0,25
SUBTOTAL N					6,96
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C = A*B	
Señales restrictivas D = 0.6m	u	1	75,00	75,00	
Hormigón simple fc = 210 kg/cm2	m3	0,08	91,36	7,31	
SUBTOTAL O					82,31
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A*B	
SUBTOTAL P					0,00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					89,61
INDIRECTOS Y UTILIDADES 17%					15,23
OTROS INDIRECTOS %					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					104,85
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.					VALOR OFERTADO 104,85

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					UNIDAD : U
RUBRO: SEÑALES A LADO DE LA CARRETERA (INFORMATIVAS) 0.7x0.7 m					*
DETALLE: 6.3					
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C*R
Herramienta menor (5% mano de obra)					0,35
SUBTOTAL M					0,35
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C = A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C*R
Peon	2	3,18	6,36	0,7000	4,45
Albañil	1	3,22	3,22	0,7000	2,25
Maestro de obra	1	3,57	3,57	0,0700	0,25
SUBTOTAL N					6,96
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C = A*B	
Señales informativas 0.7x0.7 m	u	1	80,00	80,00	
Hormigón simple $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	m3	0,08	91,36	7,31	
SUBTOTAL O					87,31
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A*B	
SUBTOTAL P					0,00
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.					
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					94,61
INDIRECTOS Y UTILIDADES 17%					16,08
OTROS INDIRECTOS %					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					110,70
VALOR OFERTADO					110,70

Anexo 10: Presupuesto referencial

PRESUPUESTO					
RUBRO N°	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	P. TOTAL
1	MOVIMIENTO DE TIERRAS				12153,46
1.1	Remoción de edificaciones, casas y otras construcciones	m2	5,000	8,75	43,75
1.2	Desbroce, desbosque y limpieza	Ha	3,990	372,21	1485,13
1.3	Excavación en suelo	m3	2989,449	1,77	5277,33
1.4	Excavación en roca	m3	332,161	11,72	3894,46
1.5	Replanteo	Km	2,000	510,61	1021,22
1.6	Limpieza de derrumbe	m3	66,432	1,28	85,19
1.7	Reconstrucción de cercas de alambre de púas	m	150,000	2,31	346,39
2	DRENAJE MENOR				36166,18
2.1	Excavación y relleno para estructuras menores con material de mejoramiento	m3	491,290	7,72	3793,42
2.2	Excavación para cunetas y encausamientos	m3	199,825	10,07	2011,44
2.3	Tubería de acero corrugado D = 1,5m e = 2mm	m	60,000	235,46	14127,66
2.4	Tubería de acero corrugado D = 1,8m e = 2mm	m	60,000	270,56	16233,66
3	IMPACTO AMBIENTAL				8096,58
3.1	Desalajo de material de excavación	m3/km	1767,096	0,67	1186,34
3.2	Afiches informativos (0,66x0,44)	U	100,000	2,42	242,28
3.3	Trampa de grasas y aceites	U	3,000	273,16	819,48
3.4	Charlas de concientización	U	2,000	117,00	234,00
3.5	Fundas para basura (15x23 cm)	U	7000,000	0,12	819,00
3.6	Agua para control de polvo	miles litros	150,000	3,87	581,01
3.7	Escombreras	global	1,000	753,07	753,07
3.8	Árboles y arbustos	U	1000,000	3,46	3461,40
4	SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD VIAL				20876,29
4.1	Guardacaminos tipo viga metálica doble	m	100,000	135,71	13570,59
4.2	Marcas de pavimento (pintura)	m	5994,762	1,22	7305,70
5	CALZADA				175521,49
5.1	Acabado de la obra básica existente	m2	9991,270	0,56	5545,70
5.2	Mejoramiento de la subrasante con suelo seleccionado	m3	2997,381	7,24	21715,04
5.3	Transporte de material de mejoramiento	m3/km	97414,883	0,17	16794,85
5.4	Base clase 1 - tipo A	m3	1998,254	17,46	34897,59
5.5	Transporte de Base clase 1	m3/km	64943,255	0,17	11196,56
5.6	Asfalto para imprimación	lt	13987,778	0,92	12907,10
5.7	Carpeta asfáltica 3"	m2	7993,016	9,07	72464,65
6	SEÑALIZACIÓN VERTICAL				2009,64
6.1	Señales a lado de la carretera (preventivas) 0,6x0,6 m	U	9,000	104,85	943,62
6.2	Señales a lado de la carretera (restrictivas) D = 0,6m	U	7,000	104,85	733,93
6.3	Señales a lado de la carretera (informativas) 0,7x0,7 m	U	3,000	110,70	332,09
TOTAL					254823,63

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

SON: DOSCIENTOS CINCUENTA Y CUATRO MIL OCHOCIENTOS VEINTE Y TRES CON 63/100 DÓLARES