

**APOYO TÉCNICO AL DISEÑO VÍA PERIMETRAL OCCIDENTAL TRAMO  
CATAMBUCO, JONGOVITO, C.A.M., ANGANOY Y UNIVERSIDAD DE NARIÑO,  
Y DISEÑO DE PAVIMENTO VÍA ANCIANATO – SAN EZEQUIEL SECRETARIA  
DE PLANEACION MUNICIPAL – ALCALDÍA DE PASTO, K7 + 345.73 A K10 +  
126.63**

**JIMMY NARVAEZ ORTEGA**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN  
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL  
SAN JUAN DE PASTO  
2005**

**APOYO TÉCNICO AL DISEÑO VÍA PERIMETRAL OCCIDENTAL TRAMO  
CATAMBUCO, JONGOVITO, C.A.M., ANGANOY Y UNIVERSIDAD DE NARIÑO,  
Y DISEÑO DE PAVIMENTO VÍA ANCIANATO – SAN EZEQUIEL SECRETARIA  
DE PLANEACION MUNICIPAL – ALCALDÍA DE PASTO, K7 + 345.73 A K10 +  
126.63**

**JIMMY NARVAEZ ORTEGA**

**Informe de las actividades realizadas en la pasantía presentado como  
requisito para optar al título de Ingeniero Civil.**

**ING. HERNANDO SARA.  
Asesor**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO DE DISEÑO Y CONSTRUCCION  
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL  
SAN JUAN DE PASTO  
2005**

Nota de aceptación

---

---

---

---

---

---

Ing. HERNANDO SARA.

---

Arq. PABLO ANDRES GUERRERO.

San Juan de Pasto, 21 de febrero de 2005

“Las ideas y conclusiones aportadas en el trabajo de grado son responsabilidad exclusiva de su autor”.

Artículo 1º, del acuerdo No. 324 del 11 de Octubre de 1.966, emanado del Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

## Dedicatoria

A mis Padres, por su entrega, dedicación y su apoyo moral e incondicional.

A mi Hijo, por convertirse en el promotor de todas mis metas.

## AGRADECIMIENTOS

La realización de este trabajo fue gracias al apoyo de:

- **PABLO ANDRÉS GUERRERO**, Arquitecto, Secretario de Planeación Municipal, por su respaldo, apoyo y constante colaboración.
- **HERNANDO SARA**, Ingeniero Civil, Profesor de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Nariño, por apoyo e interés en el desarrollo de este trabajo de grado.
- **ARMANDO MUÑOZ DAVID**, Ingeniero Civil, Director Departamento de Diseño y Construcción, Facultad de Ingeniería, por su orientación, aporte y apoyo constante para alcanzar las metas propuestas.
- **ANTONIO DULCE**, Ingeniero Civil, Subdirector técnico Instituto de Valorización Municipal, por su respaldo y colaboración en el desarrollo y alcance de los objetivos propuestos.
- **JAIRO GUERRERO**, Decano Facultad de Ingeniería, por su interés y disponibilidad en la realización de este proyecto.

## CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	22
1. JUSTIFICACIÓN	23
2. OBJETIVOS	24
2.1 OBJETIVOS GENERALES	24
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	24
2.2.1 Vía Perimetral Occidental	24
2.2.2 Vía Ancianato – San Ezequiel	24
3. ASPECTOS GENERALES DEL MUNICIPIO DE PASTO	25
3.1 ASPECTO HISTÓRICO	25
3.2 ASPECTO FÍSICO Y GEOGRÁFICO	25
3.2.1 Localización	25
3.2.2 Extensión	25
3.2.3 Orografía	28
3.3 CLIMATOLOGIA	28
3.3.1 Tipos de clima	28
3.3.2 Precipitación	28
3.3.3 Vientos	29
3.4 GEOLOGÍA	30
3.5 ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS	30
3.5.1 Uso del suelo	30
3.6 RECURSOS HIDROLÓGICOS	31
3.7 POBLACIÓN	31
3.8 ASPECTO SOCIAL	32
3.8.1 Educación	32
3.8.2 Salud	32
3.8.3 Acueducto	32
3.8.4 Alcantarillado	32
3.8.5 Comunicaciones	32
3.8.6 Energía eléctrica	32
3.9 INFRAESTRUCTURA VIAL	33
3.9.1 Red de vías principal	35
3.9.1.1 Vías rápidas	35
3.9.1.2 Vía arteria mayor	35
3.9.1.3 Vías arterias menores	35
3.9.1.4 Red de vías secundarias	35
3.9.1.5 Red de vías locales	35
4. ETAPAS DEL PROYECTO	37

4.1 ETAPAS DE PREINVERSIÓN	37
4.2 ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD	39
4.3 ESTUDIO DE FACTIBILIDAD	39
4.3.1 Descripción fase I	39
4.3.2 Estudio sobre documentos	41
4.3.3 Reconocimiento del terreno	42
4.3.4 Descripción general de la ruta del proyecto	42
5. CONTROLES DE DISEÑO	45
5.1 EL TRÁNSITO	45
5.1.1 El volumen y la composición del tránsito	45
5.1.2 Análisis de datos	51
5.1.3 Conclusiones del estudio de tránsito	53
5.1.4 Proyección del Tránsito	75
6. DISEÑO GEOMÉTRICO EN PLANTA	77
6.1 PARÁMETROS PRELIMINARES DE DISEÑO	77
6.1.1 Velocidad	77
6.1.2 Seguridad	78
6.2 CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO	79
6.2.1 Trazado Antepreliminar	81
6.2.2 Alineamiento horizontal	81
6.2.3 Curva de transición	81
6.2.4 Características de la clotoide	83
6.2.5 Peralte	84
6.3 DESCRIPCIÓN DEL DISEÑO GEOMÉTRICO EN PLANTA	87
7. DISEÑO EN PERFIL	95
7.1 CONCEPTOS GENERALES	95
7.2 PENDIENTES	96
7.2.1 Longitud crítica de pendiente	96
7.3 CURVAS VERTICALES	97
8. CUBICACIÓN	102
8.1 TALUDES	102
8.2 ESTACAS DE CHAFLÁN Y DE CEROS	102
8.2.1 Estacas de ceros	103
8.3 DETERMINACIÓN DE VOLÚMENES	105
8.4 DIAGRAMA DE MASAS	107
9. COSTO APROXIMADO DE PREDIOS AFECTADOS	109
10. DISEÑO DE DRENAJES	113
11. MEDIDAS AMBIENTALES	116
12. PROYECTO DISEÑO GEOMÉTRICO Y DEL PAVIMENTO VIA SAN EZEQUIEL – ANCIANATO	
ASPECTOS GENERALES	117
12.1 ENTIDAD ENCARGADA	117
12.2 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	117
12.3 LOCALIZACIÓN	117
12.4 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	118

12.5	DELIMITACIÓN DEL PROYECTO	118
12.6	VISITA AL SITIO DE LA OBRA	119
12.7	DIAGNÓSTICO DE REDES EXISTENTES	120
13.	TOPOGRAFÍA Y DISEÑO GEOMÈTRICO DE LA VIA	121
13.1	TOPOGRAFÍA (ALTIMETRÍA Y PLANIMETRÍA)	121
13.2	DISEÑO GEOMÈTRICO EN PLANTA Y PERFIL	123
14.	ESTUDIO DE SUELOS	126
14.1	PERFIL DE APIQUES	126
14.2	CLASIFICACIÓN DEL SUELO	129
14.2.1	AASTHO	129
14.2.2	SUSC	129
15.	ANÁLISIS DEL TRÁNSITO	131
15.1	OBTENCIÓN TPD	133
15.1.1	Descripción aforos	133
15.1.2	Resumen vehicular	134
15.2	PERIODO DE DISEÑO	134
15.3	COMPOSICIÓN DE TRÁNSITO	135
15.4	PROYECCIÓN DEL TRÁNSITO	135
16.	DISEÑO DEL PAVIMENTO EN CONCRETO HIDRÁULICO	139
16.1	MÉTODOS PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTOS	139
16.1.1	Método de la Pórtland Cement Association PCA	139
16.1.2	Factores de diseño	139
16.2	DISEÑO DEL PAVIMENTO RIGIDO	147
16.3	DETERMINACION DE ESPESOR DE SUB-BASE	152
16.4	DISEÑO FINAL	155
16.5	DISEÑO DE JUNTAS	156
16.5.1	Juntas Longitudinales	156
16.5.2	Juntas Transversales	157
17.	MURO DE CONTENCIÓN EN GAVIONES	162
17.1	CARACTERÍSTICAS DE LAS OBRAS CON GAVIONES	162
17.2	17.2 VENTAJAS DE LOS MUROS EN GAVIONES	162
17.3	MATERIALES	163
17.3.1	Canastas metálicas	163
17.3.2	Material de relleno	163
17.4	PREDISEÑO DEL MURO DE CONTENCIÓN EN GAVIONES	163
18.	DISEÑO DE DRENAJES	167
19.	PRESUPUESTO	169
20.	CONCLUSIONES	170
	BIBLIOGRAFÍA	173
	ANEXOS	174

## LISTA DE CUADROS

	pág.
Cuadro 1. Población Municipio de Pasto proyección 1996 – 2005	32
Cuadro 2. Corregimientos afectados por el proyecto	41
Cuadro 3. Porcentaje de vehículos a encuestar	49
Cuadro 4. Serie histórica y composición del tránsito	50
Cuadro 5. Vehículo tipo	51
Cuadro 6. Resultados aforo vehicular estación Chimayoy	52
Cuadro 7. Resultado aforo vehicular estación Calambuco	52
Cuadro 8. Confiabilidad de la muestra	54
Cuadro 9. Diferentes regresiones aplicadas a la serie histórica	75
Cuadro 10. Velocidad de Diseño según tipo de Carretera, TPD y Terreno	78
Cuadro 11. Especificaciones de la vía	80
Cuadro 12. Radios y peraltes mínimos según velocidad de diseño	87
Cuadro 13. Alineamientos, longitud, deflexiones	88
Cuadro 14. Cartera de localización	94
Cuadro 15. Pendiente máxima según velocidad de diseño	96
Cuadro 16. Longitud crítica de pendiente	97
Cuadro 17. Cartera de Curvas verticales	101
Cuadro 18. Cartera de Chaflanes	104
Cuadro 19. Áreas y volúmenes	108
Cuadro 20. Valor aproximado de predios	112
Cuadro 21. Drenajes vía Occidental	115
Cuadro 22. Cartera de tránsito, curva circular simple	125
Cuadro 23. Resumen clasificación suelo y valores de CBR	130
Cuadro 24. Tránsito promedio diario y composición general del tránsito.	134
Cuadro 25. Periodos de diseño a adoptar en función del tipo de carretera	134
Cuadro 26. Crecimiento parque automotor 2002	135
Cuadro 27. Crecimiento parque automotor 2003	136
Cuadro 28. Crecimiento parque automotor 2004	136
Cuadro 29. Distribución acumulada del parque automotor hasta el año 2004	137
Cuadro 30. Determinación del Índice de Crecimiento	137
Cuadro 31. Relación entre el C.B.R. y la calidad de sub-rasante	143
Cuadro 32. Esfuerzo equivalente – sin berma de concreto	143
Cuadro 33. Factores de erosión-Juntas con pasadores sin berma de concreto	144
Cuadro 34. Distribución de carga del vehículo	147
Cuadro 35. Distribución de vehículos comerciales	148
Cuadro 36. Cálculo del número total de ejes para el carril de diseño	149
Cuadro 37. Resultados Apique 1 y Apique 2	151

Cuadro 38. Materiales de sub-base según la AASHTO	154
Cuadro 39. Requisitos para Juntas Longitudinales	157
Cuadro 40. Requisitos para Juntas Transversales	158
Cuadro 41. Dimensiones de un muro en gaviones	164
Cuadro 42. Dimensionamiento de muro a gravedad	164
Cuadro 43. Diseño de drenajes	168

## LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Ubicación geográfica en el país	26
Figura 2. Ubicación en el departamento	26
Figura 3. Mapa general del municipio y división política administrativa	27
Figura 4. Comunas y barrios	27
Figura 5. Precipitaciones medias mensuales Nariño	29
Figura 6. Zonas de expansión	31
Figura 7. Red vial de Nariño	33
Figura 8. Red vial del Municipio	34
Figura 9. Ciclo de un proyecto	38
Figura 10. Centros Poblados, Catambuco, Obonuco, Anganoy	40
Figura 11. Esquema de la vía	42
Figura 12. Cañón del Cuscungo	43
Figura 13. Aforo vehicular	46
Figura 14. Sondeo vía Panamericana	47
Figura 15. Estudio origen - destino Chimayoy	48
Figura 16. Localización estación Cebadal	50
Figura 17. Frecuencia relativa estación Chimayoy	53
Figura 18. Frecuencia relativa estación Catambuco	55
Figura 19. Frecuencia relativa estación Briceño	56
Figura 20. Frecuencia relativa estación SENA	56
Figura 21. Propósitos del viaje estación Chimayoy	58
Figura 22. Propósitos del viaje estación Briceño	59
Figura 23. Frecuencia de viajes Chimayoy	60
Figura 24. Frecuencia de viaje estación Briceño	61
Figura 25. Propósitos del viaje estación Catambuco	62
Figura 26. Propósitos del viaje estación SENA	63
Figura 27. Frecuencia de viaje estación Catambuco	64
Figura 28. Frecuencia de viaje estación SENA	65
Figura 29. Orígenes y destinos estación Chimayoy, Norte – Sur	67
Figura 30. Orígenes y destinos estación Chimayoy, Sur – Norte	68
Figura 31. Orígenes y destinos estación Briceño, Occidente – Oriente	69
Figura 32. Orígenes y destinos estación Briceño, Oriente – Occidente	70
Figura 33. Orígenes y destinos estación Catambuco, Sur – Norte	71
Figura 34. Orígenes y destinos estación Catambuco, Norte – Sur	72
Figura 35. Orígenes y destinos estación SENA, Oriente – Occidente	73
Figura 36. Orígenes y destinos estación SENA, Occidente – Oriente	74
Figura 37. Gráfica regresión lineal	75
Figura 38. Esquema general de la vía	79

Figura 39. Elementos geométricos de la clotoide	83
Figura 40. Tipos de curvas verticales	98
Figura 41. Elementos de la curva vertical	99
Figura 42. Determinación de Volúmenes (prismoide)	106
Figura 43. Valoración económica de predios afectados	110
Figura 44. Valoración económica de predios afectados	111
Figura 45. Localización del proyecto barrios San Ezequiel – Ancianato	118
Figura 46. Visita al sector Barrio San Ezequiel	119
Figura 47. Visita al sector Carlos Pizarro	120
Figura 48. Levantamiento Topográfico	121
Figura 49. Plano topográfico	122
Figura 50. Diseño en Planta Proyecto de pavimentación “San Ezequiel – Ancianato	123
Figura 51. Diseño en perfil proyecto de pavimentación “San Ezequiel - Ancianato	124
Figura 52. Detalle Apique 1	127
Figura 53. Perfil Apique 1	127
Figura 54. Detalle Apique 2	128
Figura 55. Perfil Apique 2	128
Figura 56. Clasificación de vehículos	131
Figura 57. Ubicación de la estación de conteo No. 3	132
Figura 58. Aspecto general de la intersección Carrera 24 con Calle 28	132
Figura 59. Relación C.B.R y el modulo de reacción K	141
Figura 60. Relación entre clasificación de suelo y modulo K	142
Figura 61. Análisis de Fatiga – Repeticiones de carga permisibles con base al factor de relación de esfuerzos (con y sin berma de concreto)	145
Figura 62. Análisis de Erosión – Repeticiones de carga permisibles con base al factor de erosión (sin berma de concreto)	146
Figura 63. Calculo del espesor del pavimento método PCA	151
Figura 64. Influencia del espesor de la sub-base granular sobre el valor de k	153
Figura 65. Capas que conforman el pavimento espesor = 17.5 cm	155
Figura 66. Capas que conforman el pavimento espesor = 20 cm	155
Figura 67. Vistas en corte transversal	156
Figura 68. Detalle de junta longitudinal, espesor 17.5 cm	158
Figura 69. Detalle transversal, espesor 17,5 cm	159
Figura 70. Detalle junta de expansión, espesor 17.5 cm	159
Figura 71. Detalle de junta longitudinal, espesor 20 cm	160
Figura 72. Detalle transversal, espesor 20 cm	160
Figura 73. Detalle junta de expansión, espesor 20 cm	161
Figura 74. Muro de gravedad	165
Figura 75. Muro en gaviones	165
Figura 76. Dimensiones de los gaviones	166
Figura 77. Esquema malla en secciones	166

## LISTA DE ANEXOS

	pág.
ANEXO A. Formato conteos	175
ANEXO B. Formato de encuestas	176
ANEXO C. Distribución horaria	177
ANEXO D. Sondeos Avenida Panamericana	191
ANEXO E. Carteras de localización Variante Occidental	194
ANEXO F. Transición de peralte Variante Occidental	201
ANEXO G. Carteras de curvas verticales Variante Occidental	208
ANEXO H. Cartera de chaflanes Variante Occidental	212
ANEXO I. Cartera de masas Variante Occidental	221
ANEXO J. Curvas de localización vía Ancianato – San Ezequiel	225
ANEXO K. Carteras de curvas verticales Ancianato – San Ezequiel	230
ANEXO L. Cartera de masas opción 2 Variante Occidental	236
ANEXO M. Diagrama de masas	238
ANEXO N. Conteos estaciones secundarias	239
ANEXO O. Planos	

## GLOSARIO

**ANGULO CENTRAL, ÁNGULO DE GIRO DE UNA CURVA:** ángulo interno formado por los radios extremos de una curva en planta.

**ANGULO DE DEFLEXIÓN:** aquel que se mide entre un alineamiento y la prolongación del alineamiento anterior; corresponde al ángulo central de la curva necesaria para entrelazar los dos alineamientos geométricos.

**BERMA:** son las fajas contiguas a la calzada, comprendidas entre sus orillas y las líneas definidas por los hombros de la carretera.

**BOMBEO NORMAL.** pendiente Transversal de la superficie de rodadura en las tangentes de una obra vial, que tiene por objeto facilitar el escurrimiento superficial del agua.

**CALZADA:** es la parte de la corona, destinada al tránsito de vehículos y constituida por uno o más carriles.

**CAPACIDAD VEHICULAR:** número máximo de automotores que pueden pasar por un punto dato, en un carril o en una calzada, durante un periodo de tiempo dado normalmente una hora, bajo las condiciones prevalecientes de tránsito y estado de la vía.

**CARRETERA:** infraestructura de transporte cuya finalidad es permitir la circulación de vehículos en condiciones de continuidad en el espacio y el tiempo, con niveles adecuados de seguridad y comodidad. Puede estar constituida por una o varias calzadas, uno o varios sentidos de circulación o uno o varios carriles en cada sentido, de acuerdo con las exigencias de la demanda de tránsito y la clasificación funcional de la misma.

**CARRIL:** es la parte de la calzada, de ancho suficiente para la circulación de una fila de vehículos.

**CURVA DE TRANSICIÓN:** curva horizontal de una calzada, cuya característica importante es la variación del radio, que permite desarrollar gradualmente la fuerza centrífuga que actúa sobre los vehículos, cuando transitan un sector espiralizado.

**DISTANCIA DE VISIBILIDAD:** longitud de una carretera, visible a un conductor bajo condiciones expresas.

**DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE ADELANTAMIENTO:** se dice que un tramo de carretera tiene distancia de visibilidad de adelantamiento, cuando la distancia de visibilidad en ese tramo es suficiente para que, en condiciones de seguridad, el conductor de un vehículo pueda adelantar a otro, que circula por el mismo carril a una velocidad menor, sin peligro de interferir con un tercer vehículo que venga en sentido contrario y se haga visible al iniciarse la maniobra de adelantamiento.

**DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA:** se considera como distancia de visibilidad de parada de un determinado punto de una carretera, la distancia necesaria para que el conductor de un vehículo que circula aproximadamente a la velocidad de diseño, pueda detenerlo antes de llegar a un obstáculo que aparezca en su trayectoria.

**FACTOR DE HOMOTECIA:** se denomina al valor que cuantifica la semejanza que existe entre las clotoides y sirve para distinguir cada una de ellas que pertenecen a una misma familia; también se denomina parámetro

**HOMOTÉTICAS:** o semejantes, todas las clotoides son semejantes, se diferencia una de otra de acuerdo al valor del parámetro.

**JUNTA LONGITUDINAL:** la que se coloca entre dos carriles adyacentes y depende generalmente de las dimensiones de los equipos de construcción.

**LONGITUD DE TRANSICIÓN:** corresponde a la magnitud comprendida, entre el fin de la sección transversal en bombeo normal y el comienzo de la sección con el peralte determinado para la curva circular o viceversa.

**PARÁMETRO A DE LA CLOTOIDE:** elemento geométrico de la clotoide que relaciona el radio y la longitud de un sector de espiral.

**PASO OBLIGADO:** punto que por motivos técnicos, económicos, pintorescos, políticos, estratégicos u otros se prefija como paso obligado del eje de la vía.

**PENDIENTE TRANSVERSAL:** pendiente del terreno o del pavimento en dirección perpendicular al eje de la carretera.

**PERALTE:** inclinación dada al perfil transversal de una carretera en los tramos en curva horizontal, para contrarrestar el efecto de la fuerza centrífuga que actúa sobre un vehículo en movimiento.

**RAMPA DE PERALTE:** se define como la diferencia que existe, entre la inclinación del eje longitudinal de la calzada y el borde de la misma.

**SOBREANCHO:** aumento en la dimensión transversal de una calzada, en las curvas de los caminos que lo requieran.

**VEHÍCULOS LIVIANOS:** son aquellos de cuatro (4) ruedas destinados al transporte de pocas personas o de mercancías livianas (automóviles y camperos).

**VEHÍCULOS PESADOS:** dentro de esta clase se consideran tres grupos de vehículos, estos son: 1. Buses y camiones de dos o tres ejes. Sus principales características son las de carecer de ejes verticales de giro y estar destinados al transporte de carga y de pasajeros en forma masiva. 2. Combinaciones de camión - tractor y semi-remolque, destinados al transporte de carga y con un eje vertical de giro. 3. Combinaciones de camión y remolque o camión-tractor, semi-remolque y remolque, destinados al transporte de carga, con uno o dos ejes verticales de giro.

**VELOCIDAD DE DISEÑO:** la velocidad de diseño o velocidad de proyecto de un tramo de carretera es la velocidad guía o de referencia que permite definir las características geométricas mínimas de todos los elementos del trazado, en condiciones de comodidad y seguridad. Por lo tanto, ella representa una referencia mínima. Se define como la máxima velocidad segura y cómoda que puede ser mantenida en una sección determinada de una vía, cuando las condiciones son tan favorables, que las características geométricas del diseño de la vía predominan.

**VELOCIDAD DE OPERACIÓN:** en el diseño geométrico de carreteras, se entiende como velocidad de operación de un determinado elemento geométrico, la velocidad segura y cómoda a la que un vehículo aislado circularía por él, sin condicionar la elección de la velocidad por parte del conductor ningún factor relacionado con la intensidad de tránsito, ni la meteorología, es decir, asumiendo un determinado nivel de velocidad en función de las características físicas de la vía y su entorno, apreciables por el conductor. También se interpreta la velocidad de operación como la velocidad a la que se observa que los conductores operan sus vehículos.

**PAVIMENTO:** toda la estructura que descansa sobre el terreno de fundación y que se halla formada por las diferentes capas: sub-base y capa de rodamiento.

**MEJORAMIENTO:** poner una condición en un grado ventajoso respecto del que antes se tenía.

**FENÓMENO DE PUMPING:** consiste en la expulsión del material fino con agua a través de las juntas o grietas del pavimento. Bajo la acción de las cargas pesadas, el agua que se pueda estar alojada entre el apoyo del pavimento y la losa de concreto es arrojada bruscamente al exterior por la junta o fisura, arrastrando los materiales finos de los suelos granulares. La aplicación repetida de las cargas origina socavación lo que obliga a las losas a trabajar en voladizo y con ello una aceleración de la fatiga del concreto.

**VEHÍCULOS LIVIANOS:** son aquellos de menos de 5 toneladas de capacidad tales como automóviles, camionetas, etc.

**VEHÍCULOS COMERCIALES:** son aquellos de más de 5 toneladas de capacidad, tales como buses, camiones, remolques, etc.

**REMOLQUE:** vehículo no motorizado con capacidad superior a 2 toneladas, destinado a ser halado por un camión, sin que transmita carga a los ejes de este último.

**EJE SIMPLE:** ensamble de 2 o 4 llantas unidas entre sí por una línea de rotación (línea perpendicular al eje del vehículo que une los centros de 2 o más llantas colocadas en lados opuestos del mismo).

**EJE TANDEM:** eje conformado por 2 líneas de rotación cuya separación sea mayor de 1.00 metro y menor de 1.60 metros; que estén articulados por un dispositivo común que incluya un sistema efectivo de compensación para las cargas transmitidas a cada una de ellas.

**EJE TRIDEM:** eje conformado por 3 líneas de rotación articuladas por un dispositivo común que incluya un sistema efectivo de compensación para las cargas transmitidas a cada una de ellas y cuya separación entre las líneas de rotación externas del grupo se encuentre entre 2 y 3.20 metros.

**EJE EQUIVALENTE:** es aquel que reemplaza el sistema de ejes produciendo el mismo daño. Para su cálculo hay que utilizar factores de equivalencia.

**FACTOR CAMIÓN GLOBAL:** es el daño que se ocasiona en un pavimento dado por el paso de un vehículo comercial con unas características específicas, se conoce también como factor de daño. También puede expresarse como el número por el cual debe multiplicarse cualquier cantidad de vehículos comerciales para convertirlos a ejes simples equivalentes (carga estándar).

**FACTOR CAMIÓN:** similar al factor camión global, pero en este caso se considera el paso de camiones.

**FACTOR BUS:** similar al factor camión, pero en este caso se considera el paso de buses.

**VOLUMEN DE TRÁNSITO:** es el número de vehículos que pasan (en ambas direcciones) por una sección de vía durante un periodo específico de tiempo. Puede ser horario, diario o semanal.

**TRÁNSITO PROMEDIO DIARIO:** es el volumen de tránsito durante un periodo de tiempo, dividido por el número de días del periodo. Se conoce con la abreviatura de TPD. Según el periodo utilizado para medir el volumen de tránsito, el tránsito

promedio diario, será semanal, mensual y anual respectivamente: TPDS, TPDM Y TPDA.

**TRÁNSITO NORMAL O EXISTENTE:** es el tránsito que utiliza la vía existente antes de ser pavimentada.

**TRÁNSITO DESVIADO O ATRAIDO.** es el tránsito que cambia, de otras carreteras a la que tienen el pavimento nuevo, pero sigue viajando entre el mismo origen y destino. Se considera que crece a la misma tasa que el de la carretera de la cual se desvía.

**TRÁNSITO GENERADO:** es el tránsito que resulta de la mejora de la vía con el nuevo pavimento. Puede predecirse por medio de relaciones de demanda.

**TRÁNSITO INDUCIDO:** es la suma del tránsito desviado y del tránsito generado.

**TRÁNSITO INICIAL:** es la suma del tránsito normal más el tráfico inducido.

**INCREMENTO NORMAL DEL TRANSITO:** es el aumento del volumen de tránsito originado por el crecimiento de la población y el mayor uso del vehículo.

**FACTOR DE PROYECCIÓN DEL TRANSITO:** es la relación entre el tránsito futuro y el tránsito inicial.

## RESUMEN

Este proyecto de pasantía que lleva por nombre “Apoyo Técnico al diseño de la vía Perimetral Occidental tramo Catambuco, Jongovito, C.A.M., Anganoy y Universidad de Nariño y diseño de pavimento vía Ancianato – San Ezequiel”, Secretaria de Planeación Municipal – Alcaldía de Pasto tiene por objeto servir como un ente de asesoramiento en la formulación y toma de decisiones en la presentación de una propuesta preliminar de la variante de la vía Panamericana y la propuesta definitiva de la vía urbana antes citada con su respectivo diseño de pavimento.

La Secretaria de Planeación Municipal quiere presentar una propuesta para el diseño de la variante occidental en el tramo comprendido entre el corregimiento de Catambuco y la Universidad de Nariño – sede Torobajo, teniendo en cuenta que las vías existentes deben ser la guía para la selección de la ruta.

Para la segunda parte del proyecto, se vincularon la Secretaria de Planeación y el Instituto de Valorización Municipal para llevar a cabo el diseño del pavimento de la vía San Ezequiel- Ancianato, que actualmente se encuentra destapada y sin diseño de intersecciones en las calles del barrio.

Estos proyectos contribuirán en el futuro, beneficiando aspectos importantes del municipio como son ambiental, económico, técnico, social, de movilidad vial e infraestructura vial.

Este trabajo enfatiza los procesos de diseño, investigación y tratamientos de diferentes alternativas para el diseño geométrico de vías, así como también los requisitos y actividades necesarias para el diseño de pavimentos rígidos, e intersecciones no semaforizadas.

## **ABSTRACT**

This student teacher project named “Technical support to the west Perimetral Catambuco, Jongovito, C.A.M., Anganoy and University of Nariño – Torobajo plot of ground desing and the retirement home – San Ezequiel paving design” has to do with the fact of serving as an advisor in the formulation and making of decisions in the presentation of a preliminary proposal of the variant of the Panamericana way and the definitive proposal of the urban way already named with its respective design of paving.

The municipal Planning Secretary wants to present a proposal for the west variant design in the plot of ground that is between Catambuco and the University of Nariño – Torobajo it is necessary to take into account that the existing roads must be the guide for selecting the routes.

For the second part of the project the Planning Secretary and the Municipal Valorization Institute janed in order to carry out the paving design of the San Ezequiel – retirement home way, which is actually top off and without the design of intersections in the streets of the neighborhood.

In the future, this projects are going to improve the city by the way of its environmental, economical, technical, social, understructure and movility ways.

This work emphasizes the processes of design, research and treatments of the different alternatives for the geometrical design of the roads, as soon as the requirements and necessary activities for rigid paving designs and non semaphorized intersections.

## INTRODUCCIÓN

Actualmente nuestras ciudades sufren de un mal difícil de solucionar, la mala calidad en la construcción de sus vías por deficiencias en su diseño y construcción, o en su defecto, por la mala calidad de los materiales utilizados, sin dejar atrás un factor muy importante como es el crecimiento demográfico que incrementa notablemente la demanda de una vía.

El desarrollo de este proyecto permite aplicar los conocimientos adquiridos en el transcurso de la carrera para ayudar a plantear una alternativa optima que se ajuste a la normatividad que actualmente rige el diseño de vías, por otro lado permite determinar la factibilidad de una ruta seleccionada identificando las ventajas y desventajas que la vía presenta a su paso.

Teniendo en cuenta estas consideraciones, el objeto de este proyecto es presentar un estudio detallado en fase preliminar de la variante occidental que contiene en primer lugar un estudio de tránsito, que detalla la necesidad de proyectar la nueva vía, seguidamente la identificación de la ruta que tiene como parámetros la utilización de las vías existentes y el aislamiento de la ciudad con el sector rural, concluyendo con el diseño en planta y perfil de la vía, lo mismo se presenta en el segundo proyecto en el que se realiza el diseño definitivo del pavimento y las intersecciones de una vía urbana de Pasto con sus respectivas especificaciones y actividades preliminares como son el levantamiento topográfico y el estudio de suelos.

## 1. JUSTIFICACIÓN

En general toda obra de ingeniería debe tener una inspección y programación calificada para alcanzar la perfección; desde que se proyecta en el escritorio en una obra, se debe prever los alcances, beneficios, perjuicios y todos los factores que el proyecto involucra.

De esta forma, el apoyo técnico al diseño vía Perimetral Occidental se convierte en la parte primordial de este proyecto, porque al llevar de la forma más correcta la Fase I, se lograrán tomar las decisiones más apropiadas para la ejecución definitiva teniendo en cuenta que, en esta etapa, los estudios y diseños realizados son muy confiables porque se han aplicado los diferentes conocimientos de la ingeniería y, en particular, de las vías.

La realización de este trabajo brinda a la ciudadanía de Pasto una alternativa, que con la realización de este proyecto, pueden elevar el nivel social y la calidad de vida; además, se consigue un diseño basado en criterios profesionales y ajustados a la realidad. Brinda a los futuros ingenieros la posibilidad de acercamiento a la comunidad para conocer la problemática generada alrededor de la infraestructura vial.

Con el estudio de prefactibilidad se pretende analizar una ruta escogida para el proyecto, con el fin, de determinar la posibilidad de llevar a cabo el trazado vial, para ello se aplican criterios importantes de la ingeniería que permiten obtener una conclusión acertada y confiable. Paralelamente al proyecto vía perimetral occidental el diseño del pavimento en la vía Ancianato – San Ezequiel, permite el acercamiento y análisis de un tipo de vía, diferente al anterior por su característica urbana, complementándose así las bases teóricas con las determinaciones que se deben tomar en la vida laboral.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVOS GENERALES**

- Prestar apoyo técnico para el diseño preliminar de la vía Perimetral Occidental.
- Prestar apoyo técnico al diseño del pavimento vía Ancianato – San Ezequiel.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

#### **2.2.1 Vía Perimetral Occidental**

- Identificar los factores que determinan el tipo de vía que se va a construir.
- Trazar las distintas líneas de ceros.
- Seleccionar la mejor opción de línea de ceros.
- Realizar un diseño preliminar de la vía en planta y en perfil.
- Identificar predios afectados.
- Identificar obras de arte requeridas.
- Prediseñar estructuras.
- Identificar obras de protección ambiental.
- Identificar cruces viales.
- Diseñar esquemáticamente los cruces viales.
- Realizar un presupuesto aproximado.
- Asesorar en la toma de decisiones respecto al proyecto, al Departamento administrativo de Planeación Municipal.
- Presentar el informe final.

#### **2.2.2 Vía Ancianato – San Ezequiel**

- Realizar el levantamiento topográfico de la vía afirmada.
- Realizar estudio de Suelos.
- Identificar las redes hidráulicas, sanitarias eléctricas y telefónicas existentes.
- Diseñar el pavimento.
- Identificar las obras de arte requeridas.
- Realizar un presupuesto aproximado.

### 3. ASPECTOS GENERALES DEL MUNICIPIO DE PASTO

#### 3.1 ASPECTO HISTÓRICO

La antigua Villaviciosa de la Concepción de Pasto, hoy San Juan de Pasto fue fundada en el año 1537 en la población actual de Yaquanquer, hecho que se atribuye a los españoles Sebastián de Belalcazar y Lorenzo de Aldana; sin existir hasta ahora una definición concreta ni precisa sobre el autor de su fundación.

San Juan de Pasto es una de las ciudades más antiguas de Colombia. En la época de la colonia permaneció aislada del resto del país, por lo cual los lazos comerciales y culturales se estrecharon hacia el sur; posteriormente, las luchas por la independencia le abrieron el camino para su vinculación con el centro y norte del país.

El 26 de Julio de 1862, el Presidente de Colombia, Leonardo Canal, expidió un decreto por el cual la Ciudad de Pasto era designada como capital provisional de la Republica para todos los efectos legales durante seis meses.

La ciudad de San Juan de Pasto es la capital oficial de Nariño desde el año 1904.

#### 3.2 ASPECTO FÍSICO Y GEOGRÁFICO

**3.2.1 Localización.** La ciudad de san Juan de Pasto esta situada a 1° 13' de latitud norte y a 3° 12' de longitud oeste al Meridiano de Bogota. Figura 1.

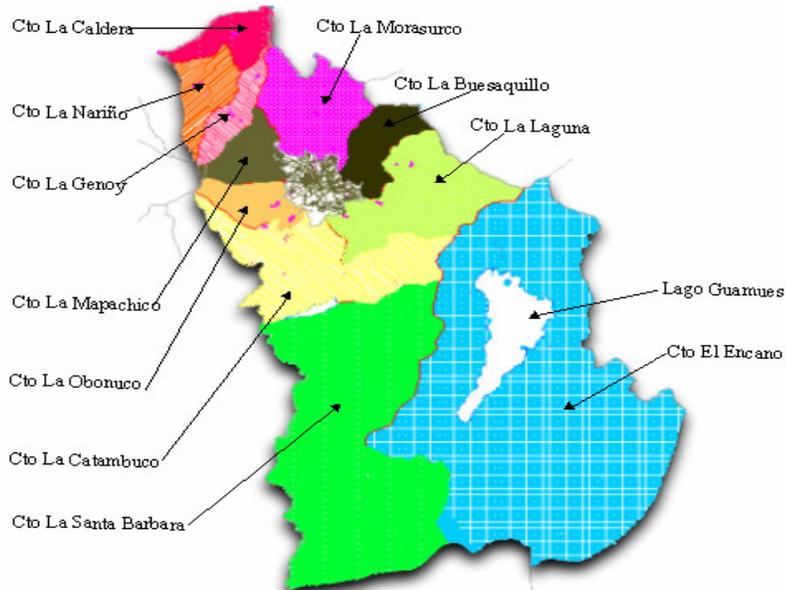
Su altura sobre el nivel del mar es de 2490 m.s.n.m; clima de 14° centígrados; presión barométrica de 558 mm de mercurio y se encuentra a una distancia de 795 Km. de Santa Fe de Bogota.

Limita al norte con Chachagui y Buesaco, al sur con Tangua, al este con el departamento del Putumayo y al oeste con la Florida, Consacá y Yacuanquer.

**3.2.2 Extensión.** El municipio de Pasto tiene una superficie aproximada de 1194 Km<sup>2</sup>, está conformado por 12 corregimientos que son: Catambuco, Genoy, Mapachico, Cabrera, Obonuco, Santa Bárbara, La Laguna, Buesaquilo, Morasurco, El Encano, Gualmatan y La Caldera. El área de la ciudad de Pasto es aproximadamente 2368.17 Hectáreas, la ubicación en el departamento al igual que su territorio se muestra en los siguientes Figuras 2, 3 y 4.

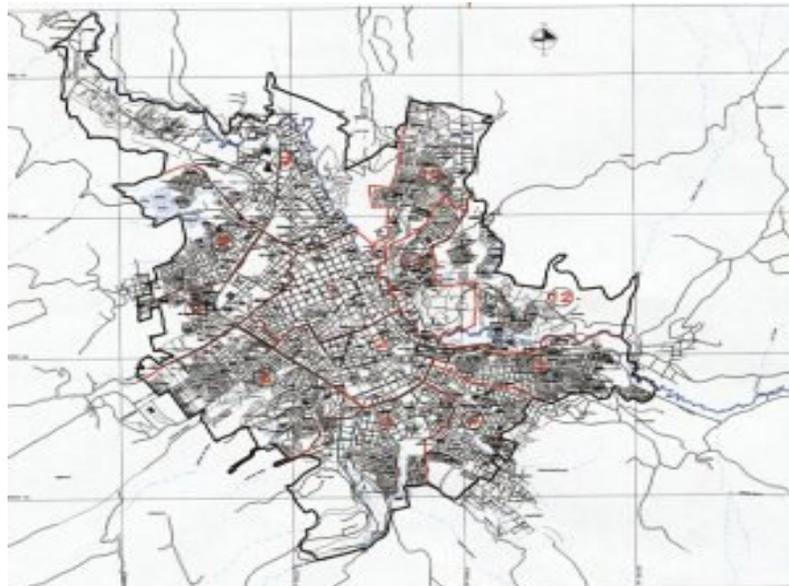


**Figura 3. Mapa general del municipio y división política administrativa**



Fuente: Plan de Ordenamiento territorial, febrero 2003, Pasto.

**Figura 4. Comunas y barrios**



Fuente: Plan de Ordenamiento territorial, febrero 2003, Pasto.

**3.2.3 Orografía.** El Valle de Atriz sobre el cual se levanta la ciudad presenta una topografía bastante irregular. Dentro de las alturas características se tienen las siguientes:

- Volcán Galeras: se halla a una altura de 4276 m.s.n.m. Situado al oeste de la ciudad.
- El Campanero: cerro de la cordillera de los Andes se halla a 3300 m.s.n.m. Situado al sur de la cabecera municipal.
- Caballo Rucio: cerro del Nudo de los Pastos se halla a 3100 m.s.n.m. Situado al sur de la ciudad.
- Bordoncillo y Morasurco: cerros de la cordillera de los Andes con una altura de 3700 y 3300 m.s.n.m. respectivamente, se sitúan entre los municipios de Buesaco y Pasto.
- Patascoy: cerro ubicado entre el municipio de Pasto y el departamento del Putumayo, tiene una altura de 3500 m.s.n.m.

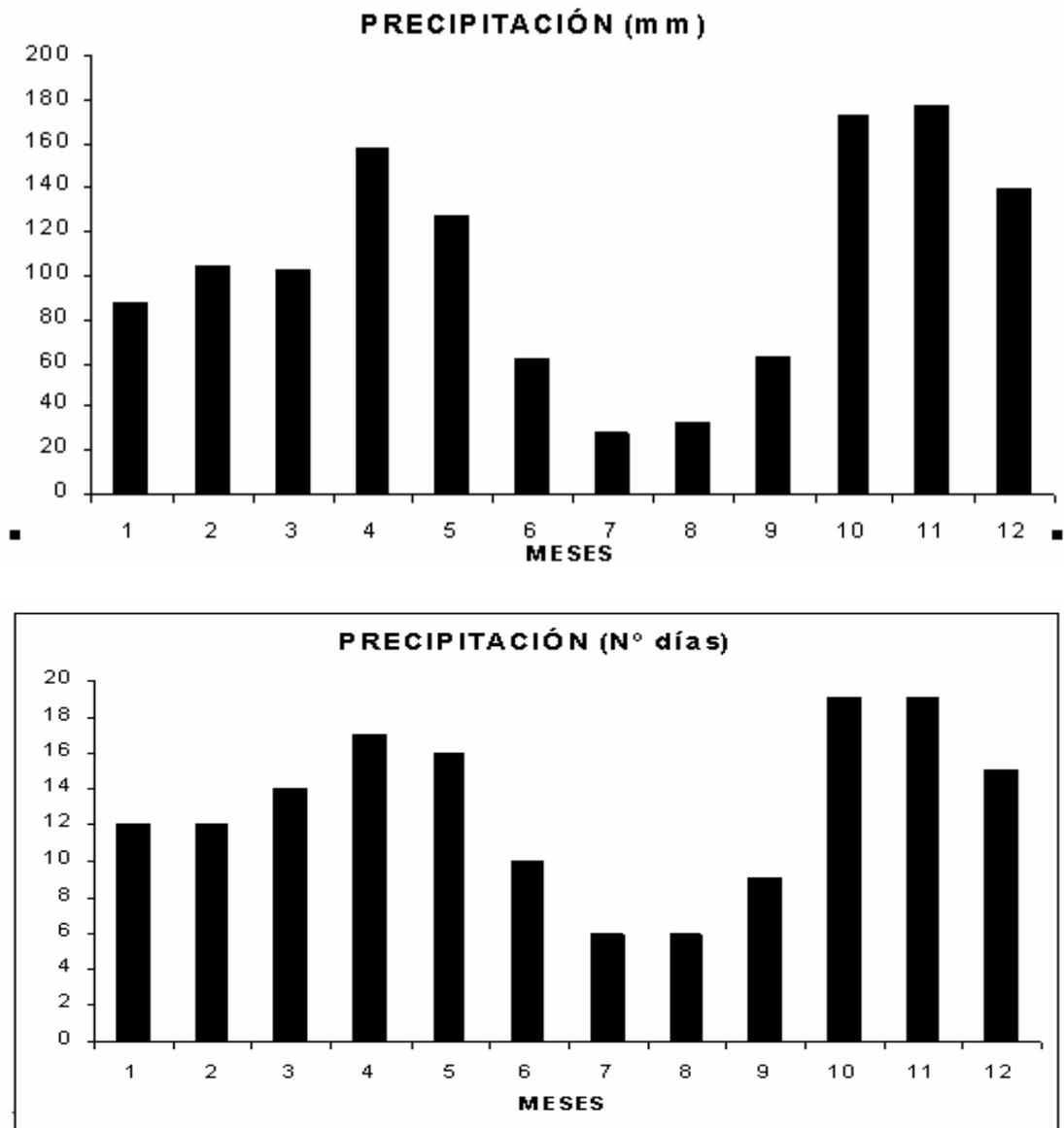
### **3.3 CLIMATOLOGIA**

La temperatura varia de acuerdo con la altitud siendo en las partes mas bajas de los 25° Centígrados, la cual disminuye a medida que se asciende llegándose a registrar valores cercanos a los 0° en las cumbres de la cordillera.

**3.3.1 Tipos de clima.** En el municipio de Pasto se pueden encontrar cuatro tipos de clima a saber: cálido, medio, frío y páramo, de los cuales el clima frío es predominante.

**3.3.2 Precipitación.** Según el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, IDEAM, los datos de precipitación en mm provenientes de Obonuco son los más representativos para el municipio de Pasto. Su valor medio es de 726.8 mm. La distribución de lluvias se representa en la Figura 5.

**Figura 5. Precipitaciones medias mensuales Nariño**



Fuente: IDEAM. Cartas climatológicas para el Departamento de Nariño.

**3.3.3 Vientos.** En época de verano, la dirección de los vientos en la región es de este a oeste y, en sentido contrario, en época de lluvia.

### 3.4 GEOLOGÍA

Las características geológicas de la región se pueden describir de la siguiente manera:

- El rasgo más sobresaliente de la Geología del Departamento es su fase ígnea y volcánica con todas sus consecuencias de intenso metamorfismo.

Pasto forma parte de la extensa planicie entrecortada que se extiende hasta Ipiales y en dirección Este, además, la Laguna de la Cocha. La superficie de esta planicie está cubierta de una capa de cenizas volcánicas andesíticas, último producto de la actividad volcánica. Su espesor es variable y puede alcanzar hasta 100 mts. Y más en la zona del Río Bobo y hacia la laguna de La Cocha; hacia Ipiales y Cumbal es menos gruesa y puede reducirse a pocos metros.

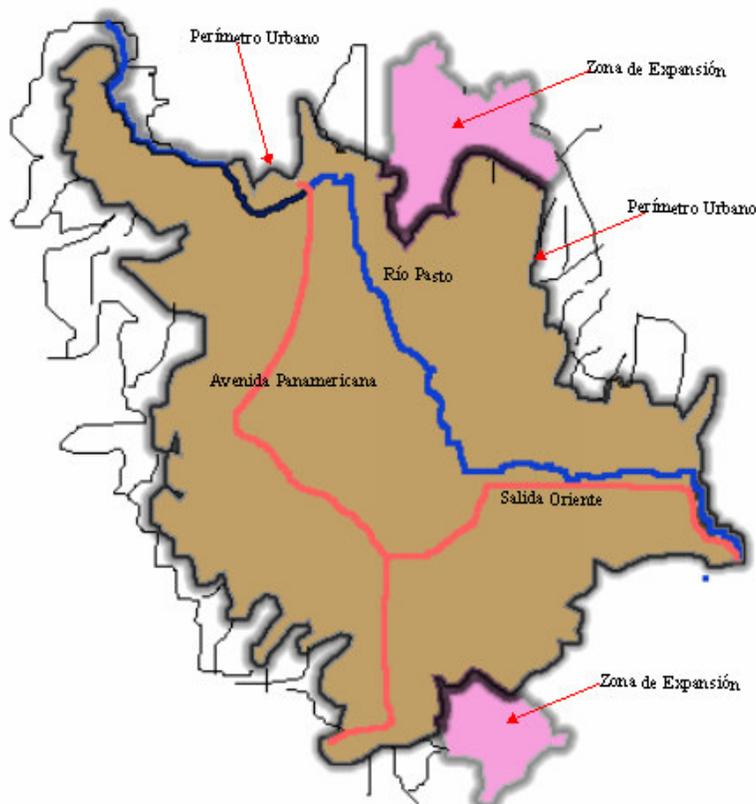
Debajo de esta capa superficial sigue una formación andesíticas que alcanza hasta 100 mts de espesor que es variable en su composición donde se encuentran depósitos en alteración con materiales de toba, que van pasando al Este a depósitos con interrelación de lavas andesíticas.

### 3.5 ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS

**3.5.1 Uso del suelo.** La característica dominante en las actividades en San Juan de Pasto es la fuerte aglomeración de usos comerciales y de servicios en el centro de la ciudad, la vivienda como uso único de los predios tiende a desaparecer.

El área no urbanizada dentro del perímetro urbano representa alrededor del 16%. Es importante anotar que esos terrenos generan discontinuidad en las redes viales y de infraestructura; influyen de forma directa en el incremento de los costos de transportes y servicios y es causa de la expansión incontrolada. Las clases de uso de suelo que se presentan en el territorio del municipio de Pasto son el suelo urbano, rural y de expansión urbana; dentro de ellas, se establecen unas subcategorías que corresponden a suelo suburbano y de protección, los diferentes usos de suelo se muestran en la Figura 6.

**Figura 6. Zonas de expansión**



Fuente: Plan de Ordenamiento territorial, febrero 2003, Pasto.

### **3.6 RECURSOS HIDROLÓGICOS**

Los principales ríos de la ciudad son el río Pasto que tiene un recorrido de 58 Km. nace en el páramo de Bordoncillo y desemboca en el río Juanambú. El río Bobo, ubicado al Sur Este del municipio y el río Alisales que se ubica al costado sur oriental de la ciudad.

### **3.9 POBLACIÓN**

Según los datos del Departamento Administrativo Nacional de Estadística, se infiere que la población actual de Pasto es de 424283 habitantes como aparece en el Cuadro 1.

## Cuadro 1. Población Municipio de Pasto proyección 1996 – 2005

SECTOR	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Urbano	308.158	316.172	324.234	332.396	340.474	348.650	356.867	365.121	373.405	381.712
Rural	44.325	44.970	45.595	40.185	40.626	41.055	41.466	41.855	42.224	42.571
<b>TOTAL</b>	<b>352.483</b>	<b>361.142</b>	<b>369.829</b>	<b>372.581</b>	<b>381.100</b>	<b>389.705</b>	<b>398.333</b>	<b>406.976</b>	<b>415.629</b>	<b>424.283</b>

Fuente: Estadísticas Demográficas. Departamento Administrativo Nacional de estadísticas.

### 3.8 ASPECTOS SOCIALES

**3.8.1 Educación.** La educación del municipio se desarrolla en los siguientes niveles: Pre-Escolar, Básica Primaria, Básica Secundaria, Educación Universitaria, Tecnológica, Educación de Adultos y Educación Especial.

La educación universitaria la ofrecen la universidad de Nariño, Mariana, Cooperativa, CESMAG, La formación tecnológica esta a cargo del SENA y la Escuela Superior de Administración Pública, ESAP.

**3.8.2 Salud.** El sector salud cuenta con los siguientes recursos institucionales. Hospitales: San Rafael, Perpetuo Socorro, Departamental, San Pedro, Infantil, Civil; Clínicas: I.S.S, Fátima, Palermo, Dorado, San Juan de Pasto, Moderna. Centros de Salud: Lorenzo de Aldana, La Rosa, San Vicente, El Calvario y los Puestos de Salud: Catambuco, Santa Bárbara, Genoy, La Laguna, El Encano, Mapachico y Obonuco.

**3.8.3 Acueducto.** El servicio de agua potable en la ciudad de Pasto esta a cargo de la empresa de obras sanitarias de Pasto, Empopasto. Para satisfacer la demanda de agua en la zona urbana existen dos sistemas independientes los cuales son: Centenario y Mijitayo.

La red de distribución de la Planta Centenario tiene una longitud de 300 Km. y la de la Planta de Mijitayo tiene una extensión de 50 Km.

**3.8.4 Alcantarillado.** Este servicio también está a cargo de la Empresa de Obras Sanitarias de Pasto, Empopasto, que tiene una cobertura del 90% y que busca ampliar su cobertura por medio de la sectorización, renovación y construcción de nuevas redes para el alcantarillado urbano.

**3.8.5 Comunicaciones.** La ciudad San Juan de Pasto cuenta con un sistema de comunicaciones a cargo de la empresa Colombia Telecomunicaciones que cuenta con 40000 líneas de operación.

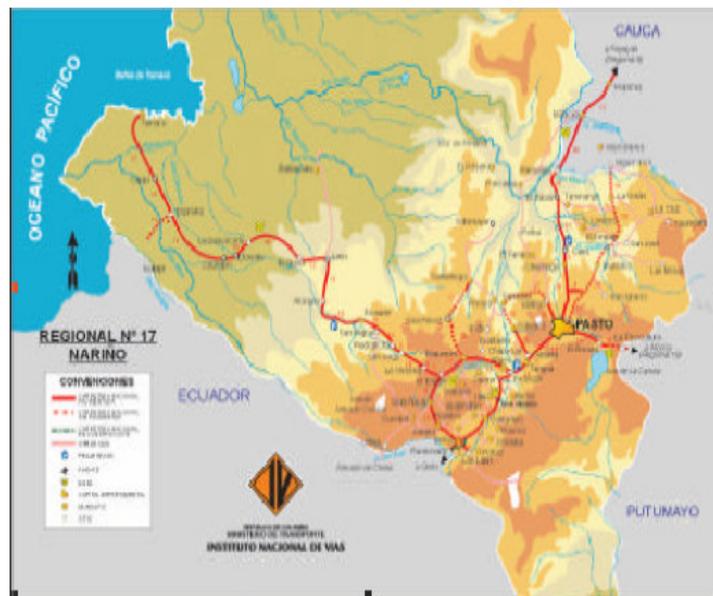
**3.8.6 Energía eléctrica.** La energía que consume el departamento de Nariño es obtenida mediante la compra al sistema nacional interconectado y a las

hidroeléctricas del río Mayo, río Bobo y Sapuyes. En la actualidad, el proyecto interconexión eléctrica con el Ecuador es una nueva alternativa para el Departamento.

### 3.9 INFRAESTRUCTURA VIAL

En una forma general se describen las vías del Departamento que cuenta con 6.518,8 Km. de redes viales, de los cuales 763,8 Km. (12%) se encuentran pavimentados en un 80% y están a cargo del Gobierno Nacional; 1.700 Km. – (26% del total) están a cargo de Departamento; y 2.500 Km. (38%) están a cargo de los municipios. Estos últimos muestran índices inferiores al 5% en pavimentación. Figura 7.

**Figura 7. Red vial de Nariño**



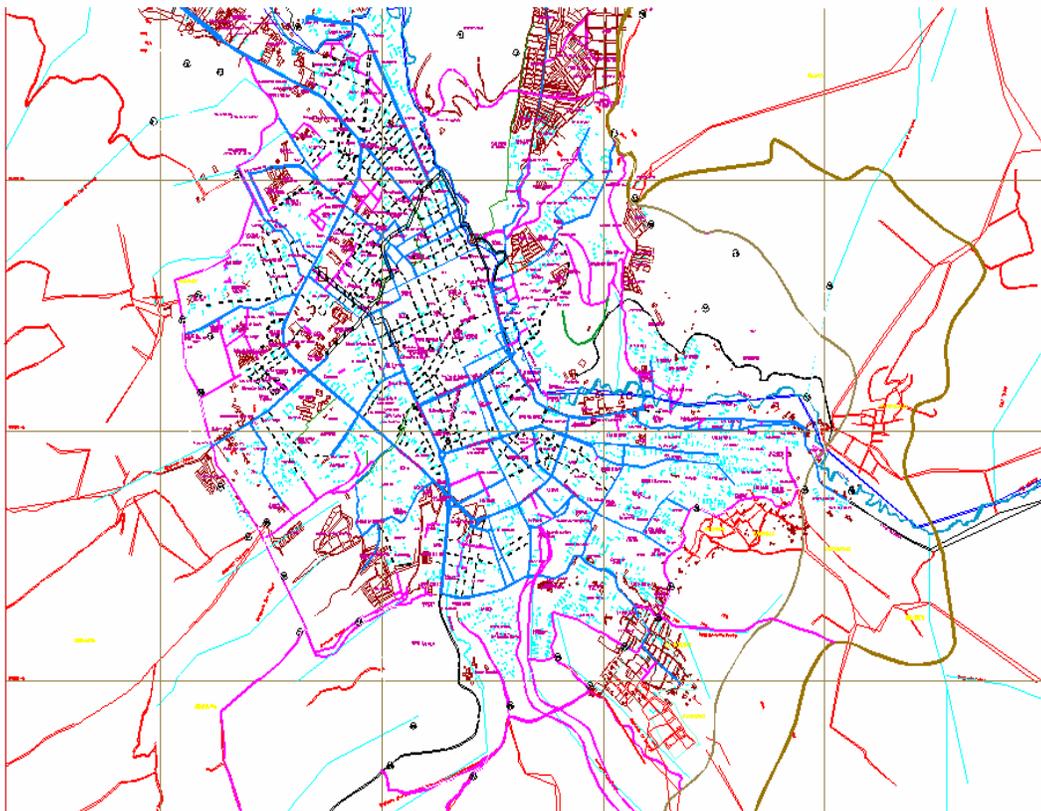
Fuente: Instituto Nacional de Vías. Regional Nariño.

Las principales vías de acceso e interconexión del Departamento son las siguientes: Tumaco – Pasto como salida al mar para Nariño; Putumayo, Caquetá y Amazonas. El puerto de Tumaco moviliza 2.8 millones de toneladas anuales, de las cuales el 97% corresponde a exportación de crudo. Pasto – Ipiales como vía por excelencia para llegar a Ecuador. Es el eje comercial con los países de la Comunidad Andina. Pasto – Cali – Bogotá como enlace hacia el interior de Colombia a través de los departamentos de Cauca y Valle del Cauca.

La característica más relevante de la red vial de Pasto es su marcada discontinuidad; los diferentes recorridos presentan saturación en las pocas vías continuas situación agravada, por el deterioro estructural, y el deficiente mantenimiento de las mismas.

Adicionalmente al incremento en el número de vehículos y las bajas especificaciones del diseño vial, los problemas de tránsito son derivados de problemas administrativos por cuanto el Municipio apenas ha asumido el manejo, control y planificación del transporte. El sistema vial de Pasto está constituido por las siguientes vías, Figura 8.

**Figura 8. Red vial del Municipio**



Fuente: Plan de ordenamiento Territorial, febrero 2003, Pasto.

Dentro del Municipio, la red de vías principales está conformada por los siguientes tipos:

**3.9.1 Red de vías principales.** Conforman la red vial básica de la ciudad, facilita el movimiento de grandes volúmenes entre el municipio y su entorno y al interior del mismo.

**3.9.1.1 Vías rápidas.** Son vías bidireccionales divididas con control total de accesos, separación de flujos conflictivos y que no permiten la comunicación directa con propiedades colindantes. Unen a la ciudad con puntos cercanos y sus intersecciones son a distinto nivel.

**3.9.1.2 Vía arteria mayor.** Permiten la movilidad e integración entre las áreas urbanas y suburbanas todos los movimientos de tránsito de larga distancia deben canalizarse a través de estas vías, son divididas, bidireccionales, con control total o parcial de accesos. Esta red está conformada por la Avenida Panamericana, Chapal y Chile en la parte occidental y oriental conformada por las Avenidas Colombia, Santander, Oriental y los Estudiantes.

**3.9.1.3 Vías arterias menores.** Distribuyen el tránsito entre área urbana con uso claramente definido y libre de tránsito extraño. Su función es alimentar las vías arterias mayores y las colectoras. Con frecuencia se combinan entre sí formando el sistema que mueve el tránsito.

**3.9.1.4 Red de vías secundarias.** Son las que ligan las calles arteriales con las calles locales, proporcionan movilidad y acceso a las propiedades colindantes. Son el vínculo entre las vías arterias menores y las vías locales.

La distribución y localización de las vías colectoras debe coincidir con los corredores de transporte público y pueden ser al mismo tiempo corredores barriales.

**3.9.1.5 Red de vías locales.** Estas vías proporcionan acceso directo a propiedades, facilitando el tránsito local y en ocasiones el transporte público. Debe garantizar la continuidad de la trama urbana, integrando los nuevos desarrollos a un sistema vial continuo. Se pueden clasificar en:

- Vías locales vehiculares: Son las vías de acceso principal a los barrios destinadas al tránsito vehicular a velocidades bajas, pueden ser usadas para el tránsito público o colectivo siempre y cuando se conectan directamente con las vías colectoras.
- Vías locales II: Son las vías internas de comunicación de urbanizaciones y barrios
- Vías semipeatonales: Son las vías donde predomina el uso peatonal permitiéndose solamente un carril.

- Vías peatonales: Están destinadas al uso peatonal y permiten la circulación restringida de vehículos automotores. En áreas exclusivamente residenciales o con tratamiento de conservación no deben tener longitudes mayores a 10 mts.
- Vías centro fundacional: son las calles de centro histórico trazadas en estructura ortogonal.
- Vías centro fundacional modificadas: Son las calles de centro histórico con ampliación de andenes y nuevos paramentos.

Las especificaciones principales del sistema vial jerarquizado son reglamentadas por el Departamento Administrativo de Planeación dentro de la parte urbana y en vías intermunicipales son fijadas por el INVIAS.

## **4. ETAPAS DEL PROYECTO**

El proceso de correlacionar los elementos físicos de la vía con las condiciones de operación de los vehículos y las características del terreno es lo que se conoce como diseño geométrico de la vía, en este intervienen principalmente las relaciones posibles entre la vía, el vehículo y el conductor que son los tres elementos que intervienen en la operación de transportar.

El diseño de una vía inicia con la concepción de la idea, en el momento en que se identifica el problema o necesidad por solucionar y termina en el momento en que se logra solucionar o satisfacer dicha necesidad alcanzando así los objetivos esperados por el proyecto.

Las diferentes etapas por las que debe pasar el proyecto es lo que se llama ciclo del proyecto. Estas etapas son: preinversión, inversión y operación. Figura 9.

### **4.1 ETAPAS DE PREINVERSIÓN**

En ella se realizan todos los estudios necesarios para tomar la decisión de realizar o no el proyecto. Tiene por objeto examinar la viabilidad del proyecto de carretera mediante la identificación del mismo, la preparación de su información técnica, financiera, económica y ambiental, el cálculo de cantidades de obra, de costos y beneficios, y la preparación de los bosquejos o anteproyectos que se requieran. Durante esta etapa, a partir de la idea del proyecto de carretera, se desarrollan los denominados estudios de preinversión, a saber:

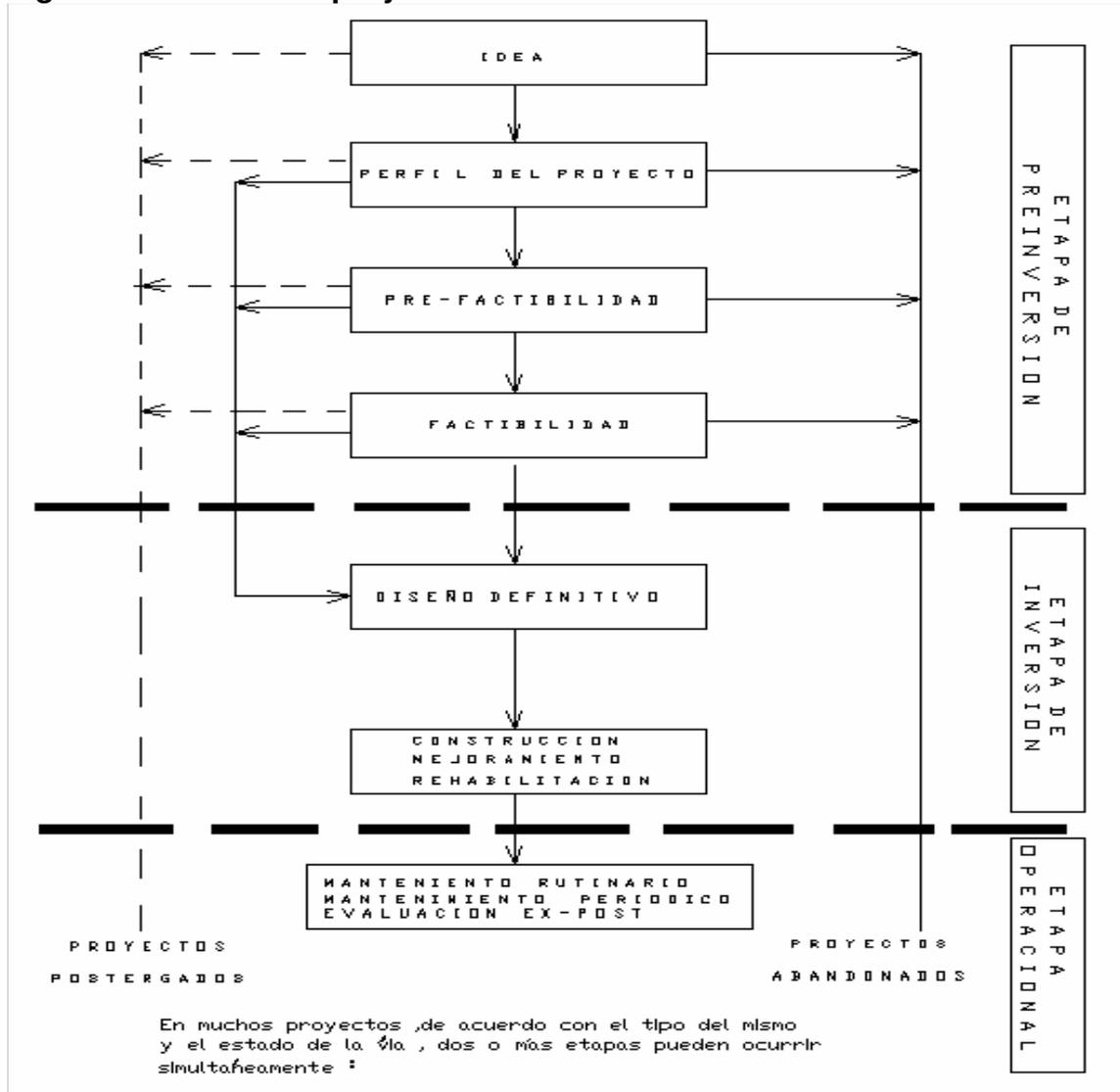
- Perfil del proyecto
- Estudio de prefactibilidad (fase I)
- Estudio de factibilidad (fase II)

En este caso, el estudio corresponde a la fase uno, donde se trata de determinar la viabilidad del proyecto, las necesidades que lo motivan y la influencia que tiene sobre el municipio.

La idea del proyecto que consiste en identificar de forma muy preliminar la necesidad o problema existente y las acciones mediante las cuales se podría solucionar, se deriva de planes generales de desarrollo económico y social, de políticas generales, de planes sectoriales (Plan del Sector Transporte, por ejemplo), de otros proyectos o estudios o porque puede parecer atractivo emprender el proyecto. La idea, adecuadamente presentada, servirá de base para decidir acerca de la conveniencia de emprender estudios adicionales.

Este proyecto nace con la idea de descongestionar la actual Avenida Panamericana que se ve afectada con la interacción de vehículos de paso y urbanos dentro de un mismo escenario provocando problemas de accidentalidad y movilidad vial.

**Figura 9. Ciclo de un proyecto**



Fuente: Manual de Diseño Geométrico del INVIAS.

De acuerdo con este problema, se debe reunir la información de origen secundario (proyectos similares, mercados, beneficiarios, aspectos ambientales, por ejemplo); verificar todas las alternativas del proyecto y estimar sus costos y beneficios de manera preliminar; descartar algunas (o todas) de las alternativas y plantear cuáles son susceptibles de estudios más detallados.

## 4.2 ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

Es un proceso de descarte de alternativas y estudio de una, dos, o más de las mismas. En una primera parte se establece un diagnóstico económico preliminar y se definen las grandes orientaciones de los estudios técnicos, financieros, económicos y ambientales del proyecto. Posteriormente, se seleccionan las soluciones por evaluar, coordinando aspectos técnicos, financieros, económicos y ambientales (los técnicos basados principalmente en información existente: fotografías aéreas, restituciones, mapas, carteras de tránsito, otros; y el mínimo necesario de actividades y trabajos de campo). Más tarde se estiman costos y beneficios de cada una de las soluciones, se comparan éstas entre sí y con "una solución de referencia" (Alternativa sin Proyecto), sobre la base de indicadores económicos (relación beneficio - costo, tasa interna de retorno), se eliminan las soluciones menos convenientes, para reducir el estudio a una, preferentemente, o dos, si así se justifica, en la etapa siguiente o de estudio de factibilidad.

En general, a todo proyecto de carretera se le debe adelantar el estudio de prefactibilidad, con el fin de tener la información que permita al nivel decisorio de la entidad dueña del proyecto adoptar cualquiera de los tres siguientes caminos: efectuar la evaluación final y decidir invertir en la carretera; es decir, pasar a la etapa de inversión; descartar el proyecto u ordenar la realización del estudio de factibilidad.

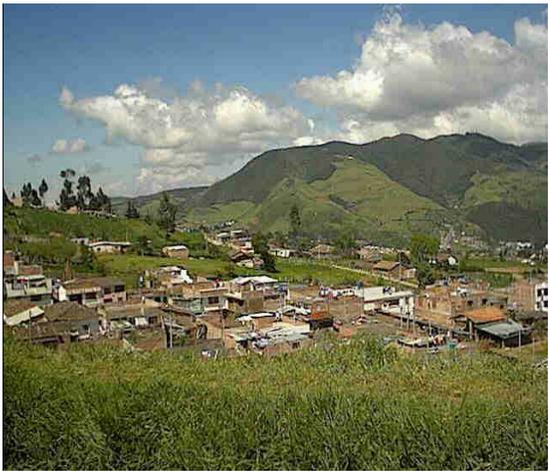
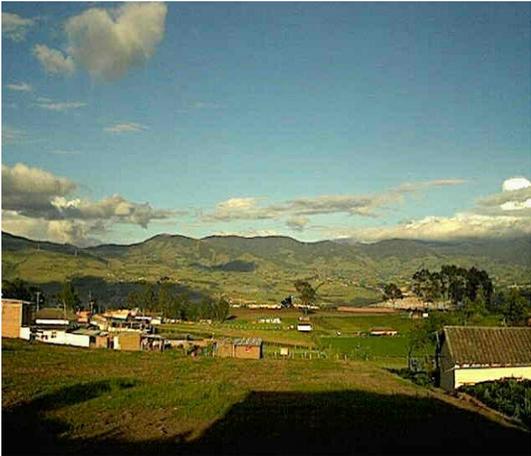
## 4.3 ESTUDIO DE FACTIBILIDAD

Consiste en perfeccionar la alternativa recomendada en la prefactibilidad, tiene por objeto reducir al máximo la incertidumbre asociada con el proyecto de inversión en la carretera. En general, aquí se afinan los estudios de las soluciones, o se amplían los aspectos tanto técnicos como financieros, económicos y ambientales, con el fin de recomendar lo más conveniente y óptimo para la comunidad.

Siguiendo los puntos anteriormente descritos y teniendo en cuenta que la vía tiene su justificación se debe analizar si los gastos que ocasiona su construcción compensan los beneficios económicos y sociales que el proyecto produzca si se pone al servicio.

**4.3.1 Descripción fase I.** El objeto de esta fase es elegir dos o tres soluciones más apropiadas. Para el caso de este proyecto se toma una segunda opción, pues el diseño de la variante occidental se ha realizado previamente por una ruta diferente a la que se propone en este trabajo, esta ruta une los corregimientos de Catambuco, Obonuco, en su parte urbana y la parte rural del corregimiento de Mapachico, atravesando diferentes veredas entre ellas Jongovito, Anganoy, Briceño entre otras. Figura 10.

**Figura 10. Centros Poblados, Catambuco, Obonuco, Anganoy**



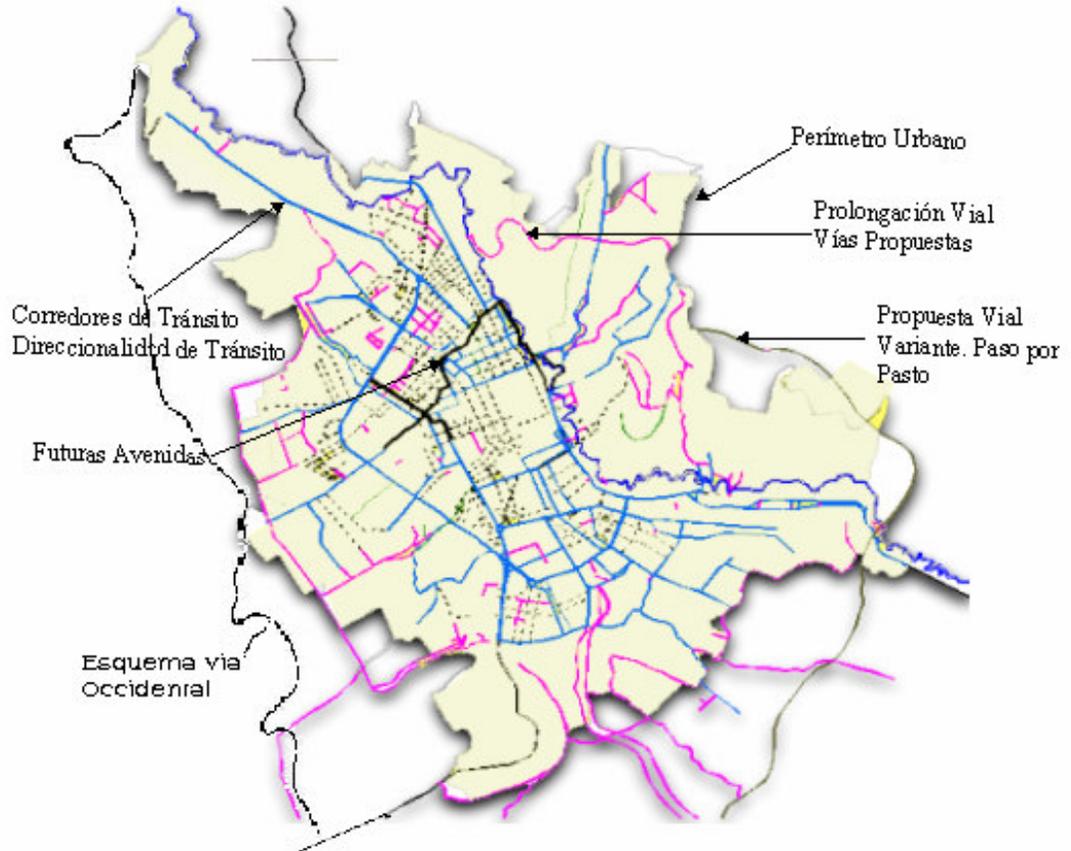
**4.3.2 Estudio sobre documentos.** Para iniciar el proyecto, se recolectó toda la información posible en cuanto a su ubicación y los puntos que va a unir así como también las condiciones socioeconómicas que justifican la necesidad de la vía. Sobre la información recolectada que corresponde a mapas y fotografías aéreas se realizó el trazado de la ruta a seguir teniendo en cuenta que esta ruta tome la mayor parte de caminos existentes y que pase por las cabeceras corregimentales de Catambuco, Obonuco, Jongovito y Anganoy; además, se debe tener en cuenta que los barrios periféricos queden por dentro de la vía, pues esta se proyecta como barrera para delimitar la expansión de la ciudad hacia el occidente. Sobre los corregimientos afectados por el proyecto se tienen las siguientes características generales, Cuadro 2.

**Cuadro 2. Corregimientos afectados por el proyecto.**

	LIMITES	VEREDAS
<b>CATAMBUCO</b>	Norte: Corregimiento de Gualmatan y perímetro Urbano. Sur: Corregimiento Santa Bárbara. Oriente: Corregimientos de la Laguna y el Encano. Occidente: Municipio de Tangua.	Catambuco Centro, El Campanero, Bellavista, La Merced, Botanilla, La Victoria, Botana, San Antonio, Guadalupe, San José de Casanare, San Antonio de Casanare, Chávez, Alto Casanare, San José de Catambuco, Cruz de Amarillo, Santa María, Cubijan Bajo, Cubijan Alto, Fray Ezequiel, san Isidro.
<b>GUALMATAN</b>	Norte: Corregimiento de Obonuco y perímetro Urbano. Sur: Corregimiento de Catambuco y municipio de Tangua. Oriente: Corregimiento de Catambuco y perímetro Urbano. Occidente: Municipio de Tangua.	Huertecilla, Nueva Betania, Vocacional, Gualmatan Alto, Gualmatan Bajo y Gualmatan Centro, Avenida Fátima.
<b>OBONUCO</b>	Norte: Corregimiento de Mapachico y perímetro Urbano. Sur: Corregimiento de Gualmatán. Oriente: Área urbana del municipio. Occidente: Municipio de Tangua y Yacuanquer.	Santander, San Felipe, San Antonio, Bellavista, Jongovito.
<b>MAPACHICO</b>	Norte: Corregimiento de Genoy y Morasurco. Sur: Corregimiento de Obonuco y Perímetro Urbano. Oriente: Área urbana del municipio y Corregimiento de Morasurco. Occidente: Municipios de Sandoná y Cosacá.	Villa María, El Rosal, Briceño, La Victoria, San Cayetano, San Francisco Briceño, Los Lirios, San Juan de Angonoy y Anganoy.

Fuente: Plan de Ordenamiento Territorial, febrero 2003, Pasto.

**Figura 11. Esquema de la vía**



**4.3.3 Reconocimiento del terreno.** Identificada claramente la ruta en documentos se procede a recorrerla para observar los puntos de paso obligado, la topografía del terreno, los puntos críticos, los predios afectados, los cursos de agua y todos aquellos factores que influyen en el proyecto positiva o negativamente.

**4.3.4 Descripción general de la ruta del proyecto.** Las Visitas de reconocimiento de la zona del proyecto son una de las labores más importantes en esta etapa, se procede a realizar una revisión y verificación de los elementos que conforman la vía existente, es decir, elaborar una descripción de la vía actual, que desde el punto de vista del diseño geométrico permita formar una idea clara de las condiciones reales de la vía (conocer la topografía, curvatura, pendientes y obras viales necesarias).

Con la realización del recorrido, se identificó que la topografía del terreno es bastante irregular y que pasa por todos los tipos de terreno especificados en el Manual de Diseño Geométrico del INVIAS, identificando que predomina el terreno montañoso a lo largo de la franja seleccionada; por otro lado, se identificaron pequeños cursos de agua en grandes depresiones (cañones) correspondiente a

El Cuscungo. Se puede hacer un análisis preliminar considerando los factores descritos, además de los usos del terreno y actividades económicas a las que se dedican los pobladores de la zona como son la agricultura y la ganadería, pues el desarrollo del proyecto en el futuro modificará estas actividades y el valor de los predios.

En el ultimo tramo, se presentan dos condiciones, en la entrada al Cañón del Cuscungo la pendiente no es muy fuerte y el terreno permite el desarrollo de curvas amplias, en el transcurso del Cuscungo la pendiente es muy fuerte y la forma del terreno puede causar dificultades en el diseño de la vía, a la salida la pendiente disminuye y el empalme con la Calle 18 no presenta ningún problema.

**Figura 12. Cañón del Cuscungo**





## 5. CONTROLES DE DISEÑO

### 5.1 EL TRÁNSITO

Los datos sobre tránsito y las características de los vehículos que utilizan las vías son uno de los controles primordiales para el estudio y el diseño de carreteras, pues definen las características básicas del proyecto.

Antes de empezar el diseño de una vía, es necesario establecer su clasificación, puesto que ella indicará el orden de magnitud de la mayoría de los factores que se utilizan en el diseño.

Los elementos que debe reunir un diseño funcional son, entre otros, la velocidad de los vehículos, el espacio, el tiempo, las características de los vehículos, alineamientos horizontales y todos los factores que justifiquen la inversión.

Una carretera importante no quedará bien diseñada, localizada, si no se posee la suficiente información sobre los siguientes aspectos:

**5.1.1 El volumen y la composición del tránsito.** Consiste en la identificación del número y tipo de vehículos que circulan o circularían en la vía a diseñar o mejorar.

Para la determinación de este parámetro se realizaron conteos en diferentes estaciones consideradas por su influencia directa en el diseño vial, dichas estaciones son:

1. Catambuco
2. Chimayoy
3. Sena
4. Briceño

Los dos primeros puntos tienen relación directa con el proyecto, pues son parte integrante de la vía Panamericana; los otros dos puntos se toman pues son estratégicos para identificar el tránsito proveniente de poblados y municipios que puede ser atraído por este proyecto, Figura 21.

**Figura 13. Aforo vehicular**



De igual manera se realizaron sondeos sobre la avenida Panamericana, para identificar el problema de congestión causado por movilidad urbana que interactúa tanto con los vehículos de paso como con los vehículos propios de la ciudad, generando dificultades en el acceso, accidentalidad, entre otros.

Los puntos específicos escogidos para el sondeo son:

1. Chapalito
2. Calle 15
3. Chapultepec

El primer y tercer punto corresponden a la entrada y la salida de la ciudad en cualquier sentido de la Avenida Panamericana, el segundo punto es ubicado en el centro de la ciudad para poder observar el tránsito de la Panamericana y el tránsito urbano. Figura 22.

**Figura 14. Sondeo vía Panamericana**



Para realizar estos conteos, se utilizaron formatos proporcionados por el Instituto Nacional de Vías, INVIAS, donde se dividen los vehículos en 7 categorías dependiendo del número de ejes y capacidad de carga. Anexo A.

Se consideró para el estudio de tránsito una semana; identificando de esta manera los días de más alto tránsito (Lunes y Viernes), y otros de menor flujo vehicular correspondientes a los demás días de la semana. Para los puntos secundarios, Briceño y SENA se tomó como día de mayor tránsito el Jueves y Lunes, porque son los días en que los habitantes de los municipios cercanos llegan a la ciudad para realizar diferentes actividades. Con el conocimiento de datos sobre volumen de tránsito, se realizó un estudio origen – destino, tomando una muestra significativa de la población vehicular. El objetivo del estudio es determinar la cantidad y tipo de vehículos que en un futuro utilizarían la vía, proyectando dichos datos y analizando las condiciones socio – económicas que motivan los diferentes viajes. Anexo B.

Para conocer el porcentaje muestral a encuestar se utilizó la siguiente fórmula tomada de la Secretaría de Tránsito y Transporte Municipal:

$$n = \frac{Z * \left(\frac{\alpha}{Z}\right)^2 * \frac{P * Q}{\epsilon^2}}{1 + \left(Z * \left(\frac{\alpha}{Z}\right)^2 * \frac{P * Q}{\epsilon^2}\right) * \frac{1}{N}}$$

Donde,

n = Porcentaje muestral

Z = 1.96

$\frac{\alpha}{Z}$  = Tendencia Central

1 -  $\alpha$  = 95%

$\alpha$  = 5%

P = Vehículos de paso (Proporción) = 0.5

Q = Vehículos que llegan a la ciudad (Proporción) = 0.5

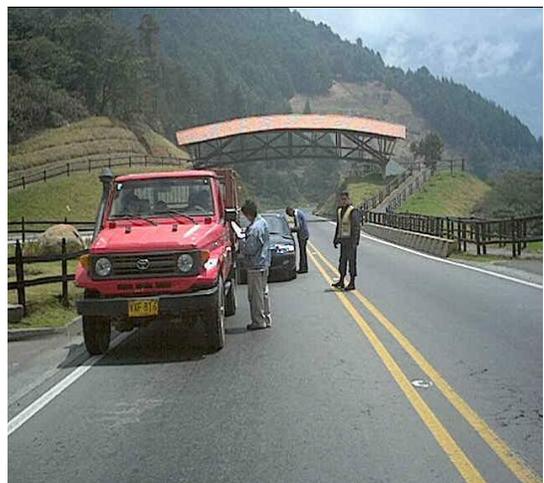
$\epsilon^2$  = Porcentaje de error = 5%

N = Número de vehículos contados.

Con la aplicación de esta formula se obtiene un 5% como muestra que se debe encuestar, así se obtiene el numero de vehículos de cada categoría que se debe encuestar. Cuadro 3.

El estudio origen – destino se realizó con la colaboración de la Secretaría de Tránsito y Transporte y La Secretaría de Planeación en conjunto con La Guardia de Tránsito Municipal. Figura 15.

**Figura 15. Estudio origen - destino Chimayoy**



Con el procesamiento de datos, se obtiene el Tránsito Promedio Diario (TPD), que representa el tránsito total que circula por la carretera durante un año dividido

**Cuadro 3. PORCENTAJE DE VEHICULOS A ENCUESTAR**

EST. No.	SECTOR	FECHA	No. VEH.	PORCENTAJE MUESTRAL <sup>1</sup> %	Total Enc. <sup>2</sup>	No. DE ENCUESTAS REALIZADAS
1	Catambuco	19/08/2004	6010	2,6	154	381
		23/08/2004	6503	2,6	166	
2	Chimayoy	04/08/2004	4084	2,6	105	298
		09/08/2004	3588	2,6	92	
3	Sena	17/08/2004	3037	2,5	78	186
		18/08/2004	2669	2,6	69	
4	Briceño	02/08/2004	2052	2,5	53	172
		12/08/2004	1707	2,6	44	

<sup>1</sup> Por seguridad se toma un porcentaje muestral a encuestar equivalente al 5%

<sup>2</sup> Para realizar las encuestas, solo se tiene en cuenta el día pico

entre el periodo en estudio, es decir el volumen de tránsito por día. Este valor se confronta con la serie histórica y composición de Tránsito Promedio Diario Semanal para el departamento de Nariño; datos encontrados en INVIAS, Cuadro 4.

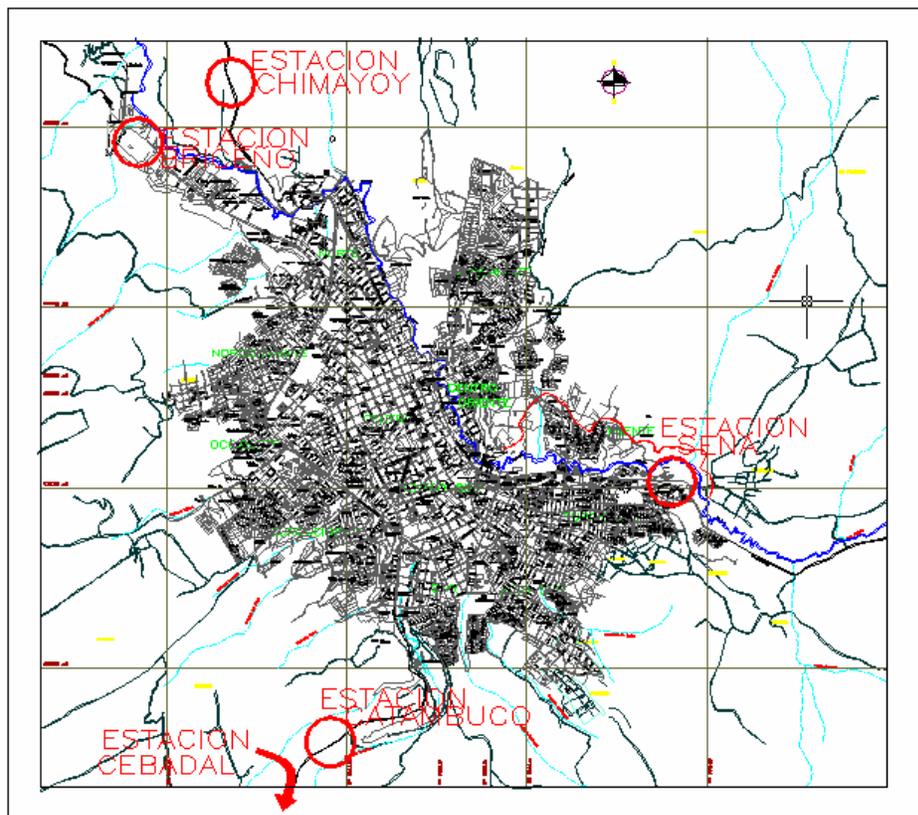
**Cuadro 4. Serie histórica y composición del tránsito**

SERIE HISTÓRICA Y COMPOSICIÓN DEL TRÁNSITO PROMEDIO DIARIO SEMANAL ESTACIÓN CEBADAL											
<b>TPDS</b>	2980	3221	3591	5311	5111	4800	5146	4637	4426	4596	5809
<b>AÑOS</b>	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002

Fuente: Instituto Nacional de Vías, Regional Nariño.

La ubicación de la estación mencionada dentro de la zona le da la importancia suficiente para poder determinar la rata de crecimiento de los vehículos que transitan en esta dirección, afirmando así que se trata de un dato bastante aproximado, Figura 16.

**Figura 16. Localización estación Cebadal**



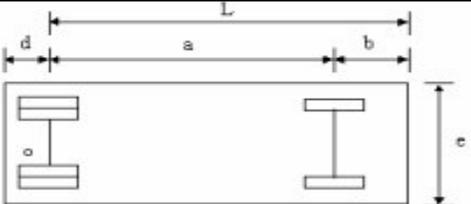
Fuente: Plan de Ordenamiento Territorial, febrero 2003, Pasto.

Además se obtiene el volumen de tránsito de horas pico, que representa el volumen de tránsito que circula por la carretera en la hora de tránsito más intenso, la distribución direccional que representa el tránsito que circula en cada dirección de la carretera.

Con estos datos se hace la proyección del tránsito, dado que las carreteras nuevas o que se van a mejorar se deben diseñar con base en el tránsito que se espera utilizar la nueva vía, suponiendo que el valor esperado en cada año es mayor que el anterior. La determinación del tránsito futuro se llama Proyección de Tránsito. Finalmente se escoge el vehículo tipo, que es aquel vehículo para el cual se diseña la vía teniendo en cuenta sus dimensiones, por debajo de las cuales los demás vehículos circularían normalmente, todos estos factores determinarán las características propias de la vía y las especificaciones mínimas requeridas para el diseño.

En este caso se toma como vehículo de diseño el tipo 3 correspondiente a un Camión Chevrolet – 70, con sus respectivas dimensiones, ya que se tiene un porcentaje significativo de estos vehículos dentro del aforo vehicular. Cuadro 5.

**Cuadro 5. Vehículo tipo**



	MARCA Y TIPO	A M	b m	d m	e m	L m
1	BUS CHEVROLET 580	5.75	2.00	3.07	2.45	7.75
2	BUS CHEVROLET B-60	5.54	0.78	2.57	2.40	6.32
3	CAMION CHEVROLET C -70	4.80	0.82	2.03	2.40	5.62
4	VOLQUETA CHEVROLET C-70	3.78	0.82	1.21	2.40	4.60

Fuente: Manual de Diseño Geométrico INVIAS.

Para el procesamiento de datos, se llevó a cabo el trabajo de oficina que se resume en los anexos, posteriormente se hizo un análisis detallado graficando y haciendo los cálculos correspondientes para obtener conclusiones que conlleven a determinar las características del proyecto vial.

**5.1.2 Análisis de datos.** Con los datos obtenidos se procede a calcular los parámetros antes descritos y las gráficas estadísticas que representan diferentes circunstancias de utilización de la vía; estos son: la frecuencia de viajes, medida en viajes por día, mes, o año que se realizan por la vía Panamericana además a

partir del análisis de los diferentes orígenes y destinos se puede cuantificar los vehículos de paso y los que se desplazan de diversos lugares hasta la ciudad.

La composición de tránsito en la vía Panamericana de acuerdo al aforo vehicular presenta los siguientes porcentajes según la categoría de vehículos en las dos estaciones principales. Cuadros 6 y 7.

**Cuadro 6. Resultados aforo vehicular estación Chimayoy**

RESULTADO CONTEO VEHICULAR ESTACIÓN CHIMAYOY								
DIA	CATEGORÍA							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	TOTAL DIA
1	2625	501	193	280	43	43	88	3774
2	2690	488	208	266	50	41	95	3836
3	2845	538	211	299	48	46	97	4083
4	2767	513	209	282	49	43	96	3960
5	3087	578	200	273	46	42	91	3805
6	2896	486	238	255	63	38	108	4084
7	2483	490	177	277	37	43	81	3588
<b>TPDS</b>	2770	513	205	276	48	42	94	3876
<b>%</b>	71,48	13,25	5,30	7,12	1,24	1,09	2,41	100

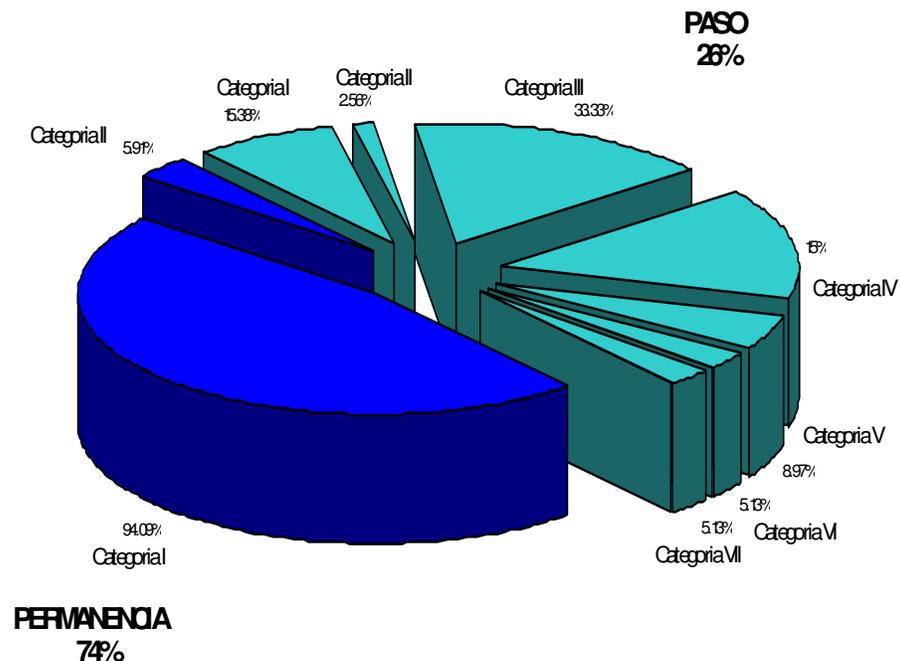
**Cuadro 7. Resultado aforo vehicular estación Catambuco**

RESULTADO CONTEO VEHICULAR ESTACIÓN CATAMBUCO								
DIA	CATEGORÍA							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	TOTAL DIA
1	4645	797	394	575	115	54	89	6662
2	4361	754	376	526	107	49	85	6257
3	4893	834	411	608	122	59	92	7018
4	4627	794	393	573	114	54	88	6637
5	5236	895	385	550	111	51	87	6459
6	4187	746	380	472	100	39	86	6010
7	4535	762	371	580	114	58	83	6503
<b>TPDS</b>	4641	797	387	555	112	52	87	6507
<b>%</b>	71,32	12,26	5,95	8,53	1,72	0,80	1,34	100

**5.1.3 Conclusiones del estudio de tránsito.** Tomando como referencia puntos estratégicos que influyen en el tránsito de la vía Panamericana, se tienen los siguientes resultados.

- ❖ Se puede observar que las horas de mayor tránsito son: de 7 a 8 AM, 12 a 2 PM y de 6 a 7 PM. Anexo C.
- ❖ En la Avenida Panamericana el aumento de flujo vehicular en el centro de la ciudad durante el transcurrir del día es bastante alto en comparación con las salidas Norte y Sur. Anexo D.
- ❖ Con la aplicación de criterios estadísticos, se obtiene una muestra del 5% del conteo total, pudiendo afirmar que es una muestra representativa y que los resultados que se obtienen de la aplicación de encuestas son en un 95% confiables, de acuerdo con los cálculos. Cuadro 8.
- ❖ En las estaciones Catambuco y Chimayoy, de una muestra del 5% del conteo total de 12 horas, los vehículos de paso son el 32% y 26% respectivamente; tránsito que en el futuro, se debe desviar para descongestionar el centro de la ciudad. Figuras 17 y 18.

**Figura 17. Frecuencia relativa Estación Chimayoy**



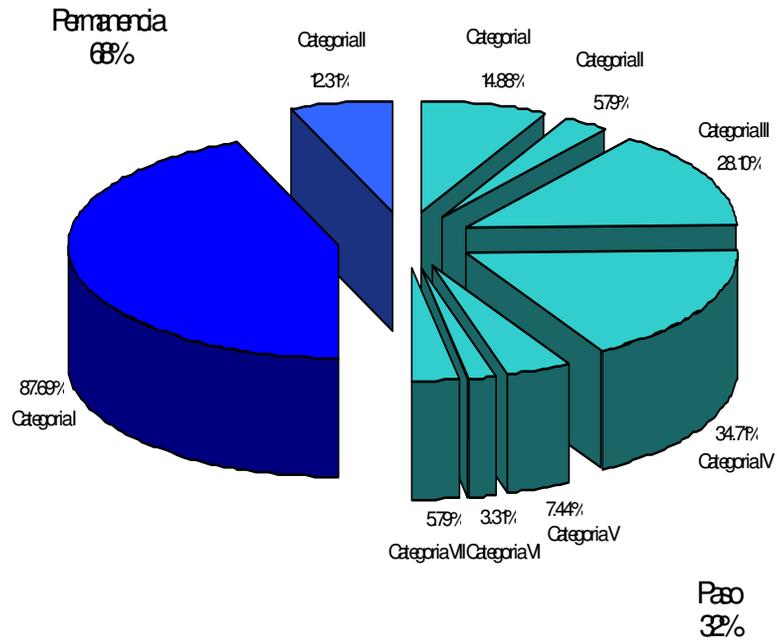
**Cuadro 8. CONFIABILIDAD DE LA MUESTRA**

EST. No.	SECTOR	DESTINO	No. VEH.	TOTAL VEHICULOS	DES. EST. S	MEDIA ARITMETICA $\bar{x}$	ERROR ESTANDAR MEDIA	ERROR ESTANDAR Asumido	TAMAÑO MUESTRA <sup>3</sup> n	No. DE ENCUESTAS REALIZADAS <sup>4</sup>
1	Catambuco	Paso	121	381	3,32	215,9	0,17	0,20	275	381
		Permanencia	260							
2	Chimayoy	Paso	78	298	3,62	182,8	0,21	0,25	209	298
		Permanencia	220							
3	Sena	Paso	24	186	3,39	144,2	0,25	0,30	128	186
		Permanencia	162							
4	Briceño	Paso	28	192	3,46	144,2	0,25	0,30	133	172
		Permanencia	164							

<sup>3</sup> Las encuestas realizadas tienen una distribución normal, con una confianza de 95% y un error de 1%

<sup>4</sup> El número de encuestas realizadas es mayor al número calculado teóricamente

**Figura 18. Frecuencia relativa Estación Catambuco**



Se debe tener en cuenta el tránsito generado por los viajes que, actualmente se realizan de extremo a extremo de la ciudad uniendo centros poblados de los alrededores; para esto, se consideró que Briceño y la salida al Oriente son puntos que tiene relación directa con esta variable, en el procesamiento de datos de la encuesta, se obtuvo que un 15% de la muestra tomada como referencia, son vehículos de paso en Briceño, mientras que en la estación SENA se tiene el 13 %. Se puede establecer entonces que, aproximadamente, el 10% del aforo vehicular transitarían la nueva vía. Y que corresponderían, principalmente, a viajes que se realizan por trabajo desde poblados situados en los extremos de la ciudad, además de los viajes de los municipios al mercado Potrerillo o al Terminal de transporte. Figuras 19 y 20.

Figura 19. Frecuencia relativa Estación Briceño

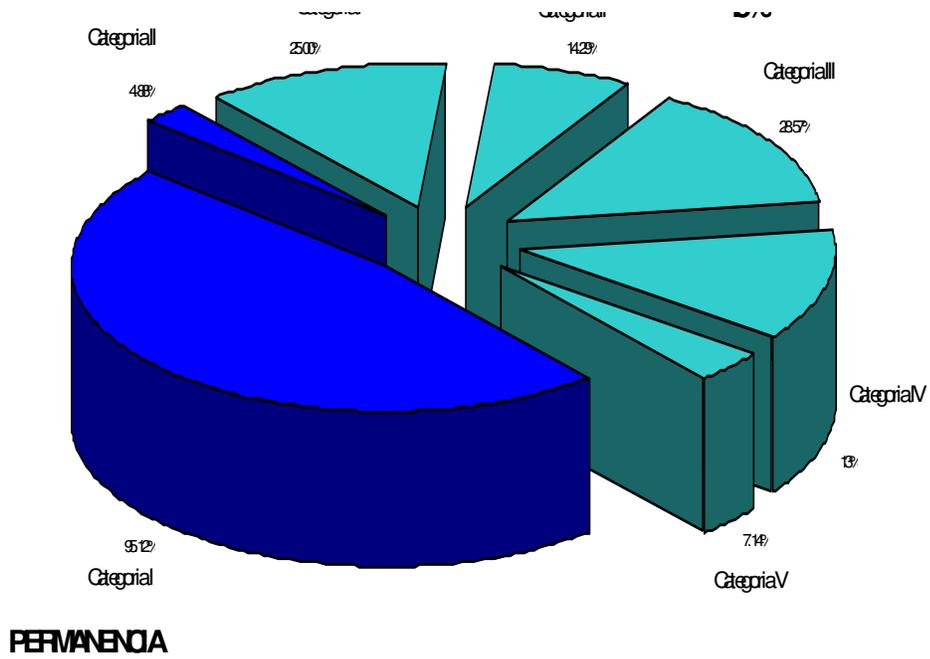
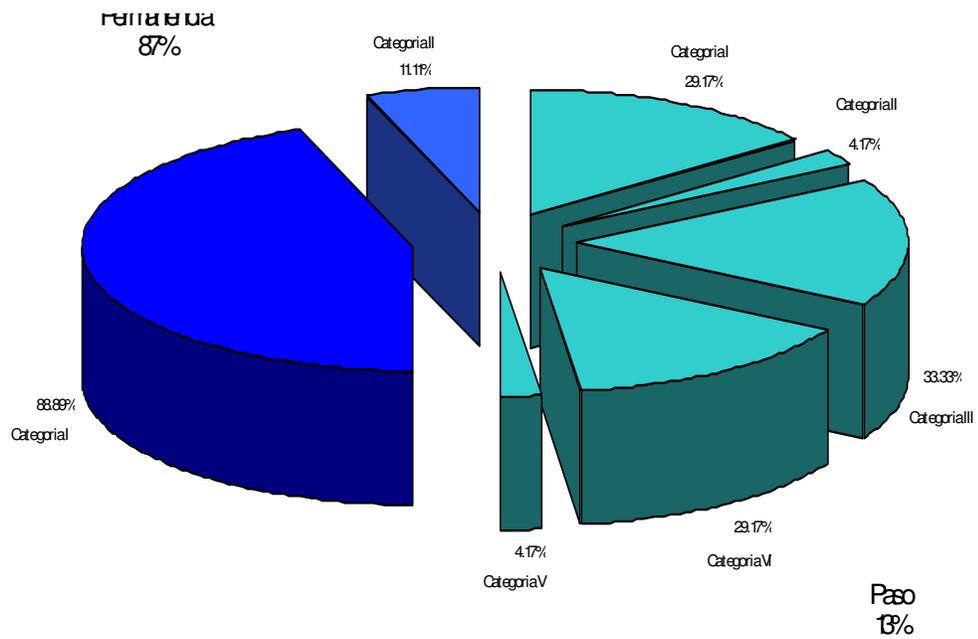


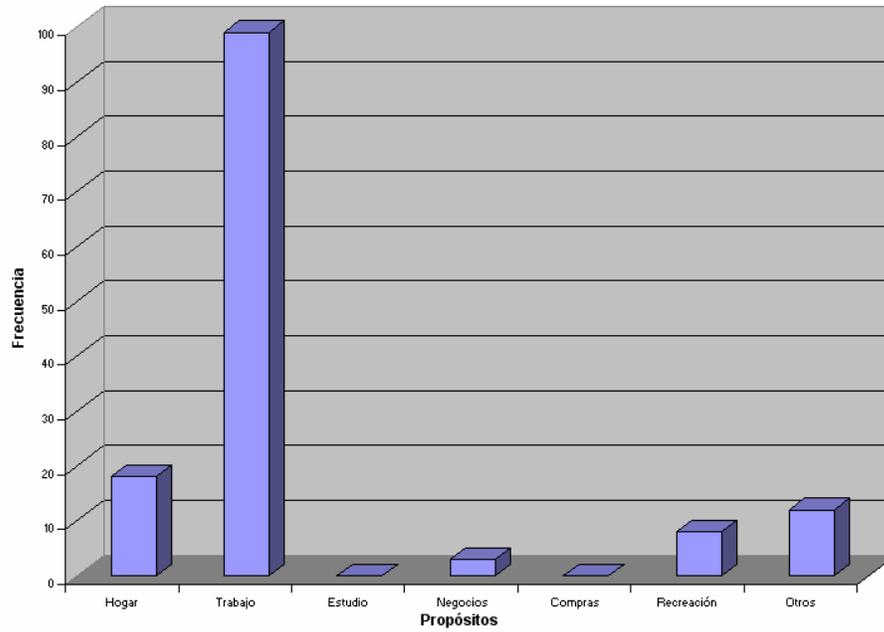
Figura 20. Frecuencia relativa Estación SENA



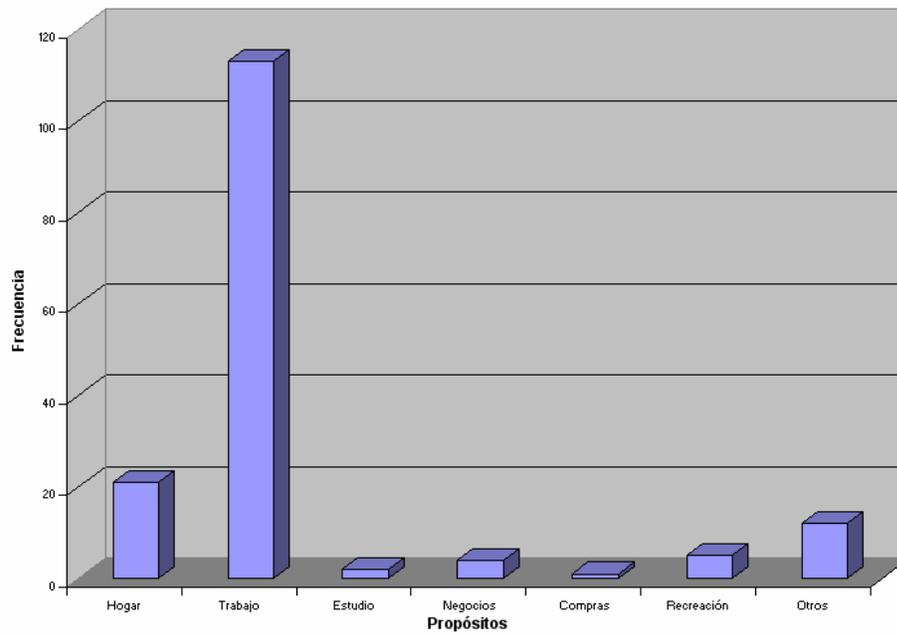
- ❖ Analizando las condiciones socioeconómicas de la zona establecidas en algunos parámetros de la encuesta, se tiene que el principal propósito de los viajes es el trabajo, razón por la cual, se realizan a diario y tienen una influencia directa en el tránsito de la vía Panamericana y por consiguiente en la ciudad. En las estaciones de conteo vehicular ubicadas en Chimayoy y Briceño, se obtuvo que la mayoría de vehículos que utilizan esta vía se desplazan por motivos de trabajo en las direcciones correspondientes de cada vías, la segunda necesidad de viaje en orden descendente es el hogar. Figuras 21 y 22.
- ❖ Si se analiza la frecuencia de los viajes realizados se puede observar que la mayoría de vehículos utilizan la vía diaria y semanalmente en las estaciones Chimayoy y Briceño, los viajes mensuales tienen una frecuencia baja, mientras que los anuales tienden a ser despreciables. Figuras 23 y 24.
- ❖ Tomando en cuenta que para determinar los porcentajes del propósito de viaje son: Hogar, trabajo, estudios, negocios, compras, recreación y otros, se observa que en la estación de conteo vehicular ubicada en Catambuco, al igual que en las otras estaciones el principal propósito de viaje es el trabajo, pero también toman importancia motivos como el hogar, negocios y otros. En la estación SENA, el trabajo sigue siendo la justificación más importante de viaje, pero las compras y otros desplazan la importancia del hogar. Figuras 25 y 26.
- ❖ En la estación Catambuco, son importantes los viajes que se hacen diaria y semanalmente y no despreciable los viajes mensuales, mientras que los viajes anuales no tienen gran influencia. En el caso de la estación SENA, la mayoría de viajes ocurren diariamente. Figuras 27 y 28.
- ❖ En forma general, podemos decir que la vía Panamericana tiene un gran flujo vehicular, representado en viajes que realizados diariamente por motivos de trabajo en todas las direcciones. Los automóviles que llegan a Pasto desde la vía a Nariño y la vía al Putumayo, aportan un porcentaje importante de vehículos de tránsito diario.

**Figura 21. Propósitos del viaje estación Chimayoy**

Dirección Sur - Norte

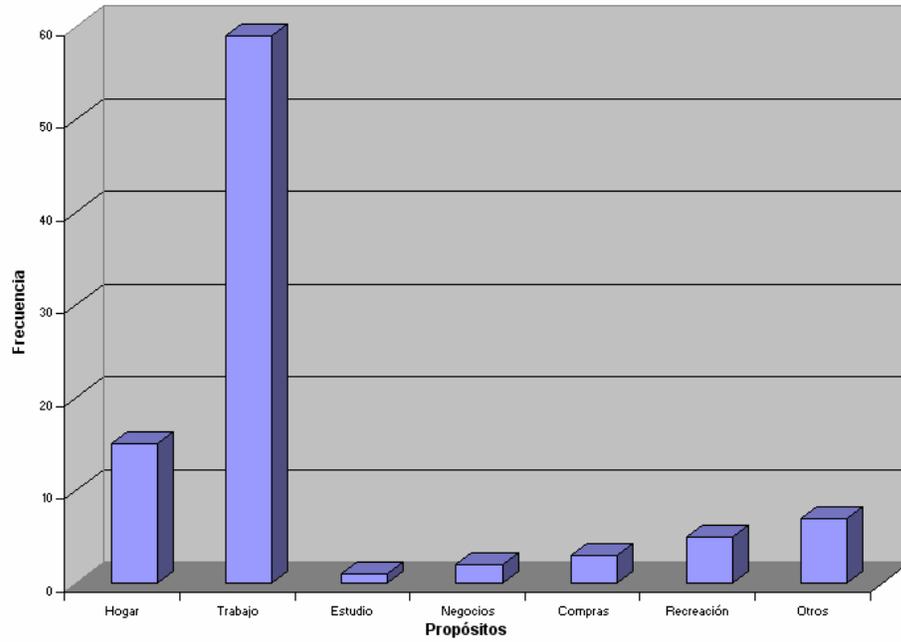


Dirección Norte - Sur

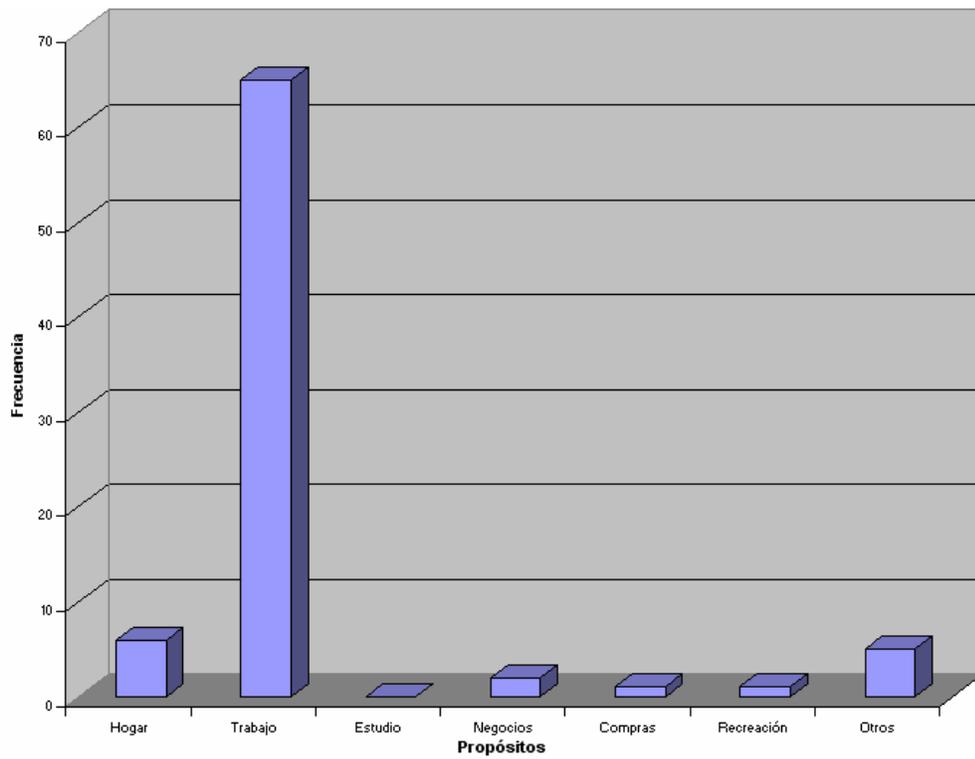


**Figura 22. Propósitos del viaje estación Briceño**

Dirección Oriente - Occidente

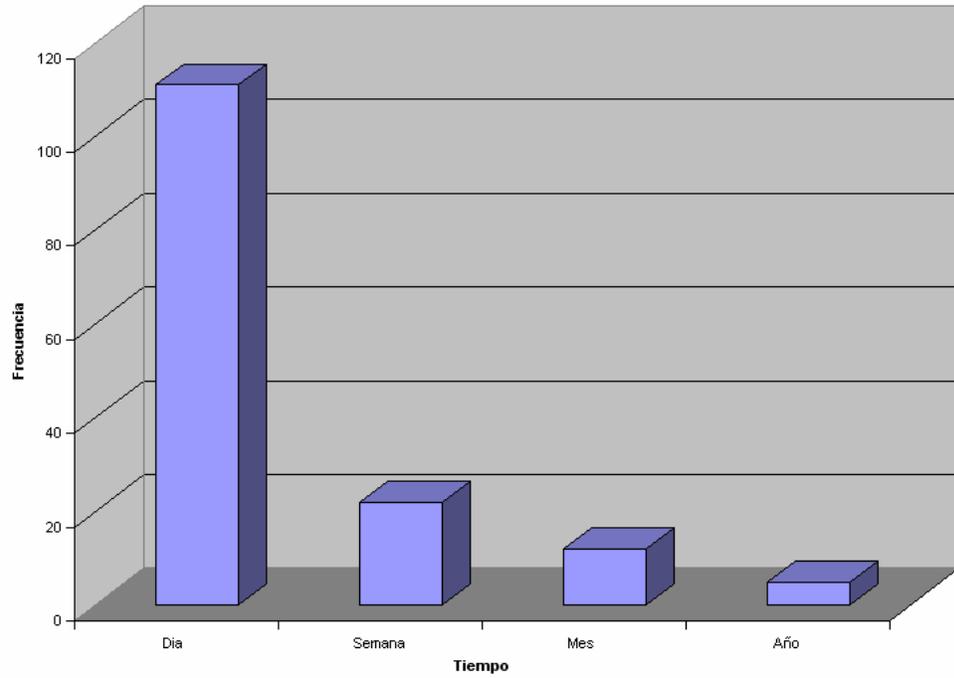


Dirección Occidente - Oriente

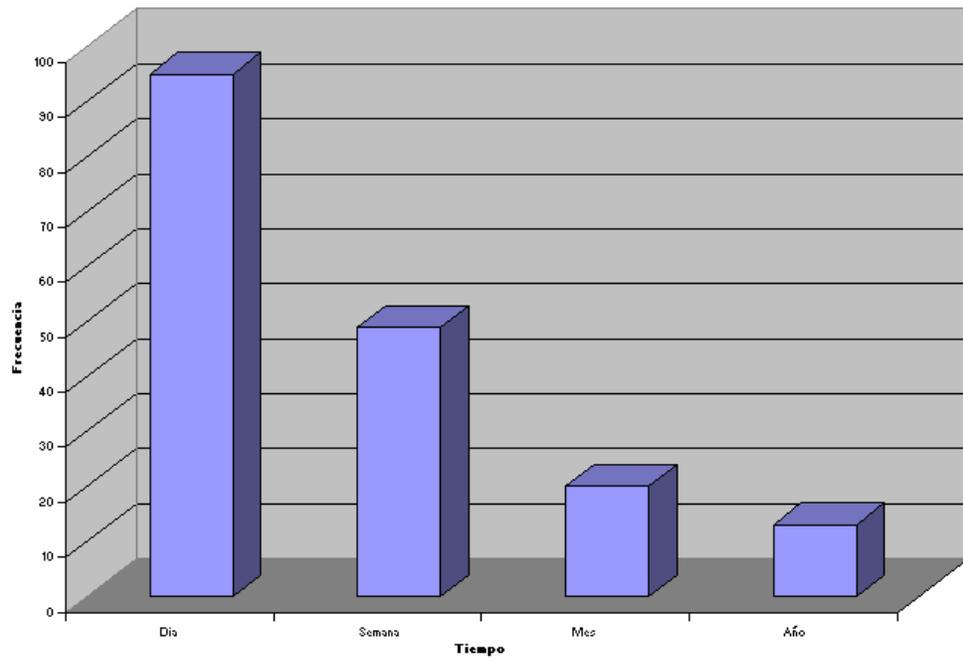


**Figura 23. Frecuencia de viajes Chimayoy**

Dirección Sur - Norte

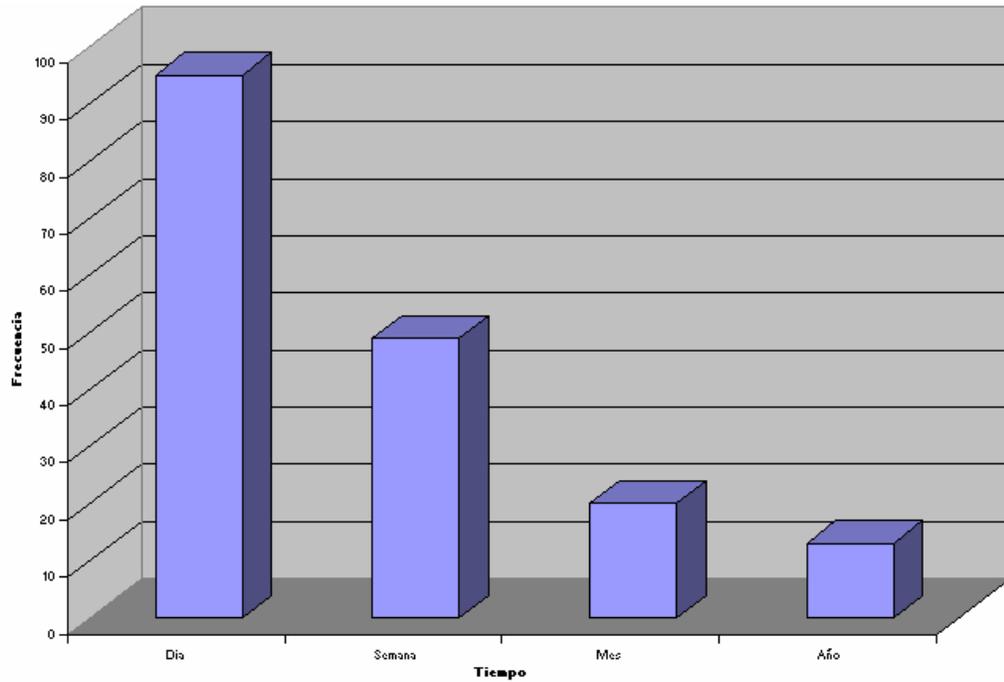


Dirección Norte – Sur

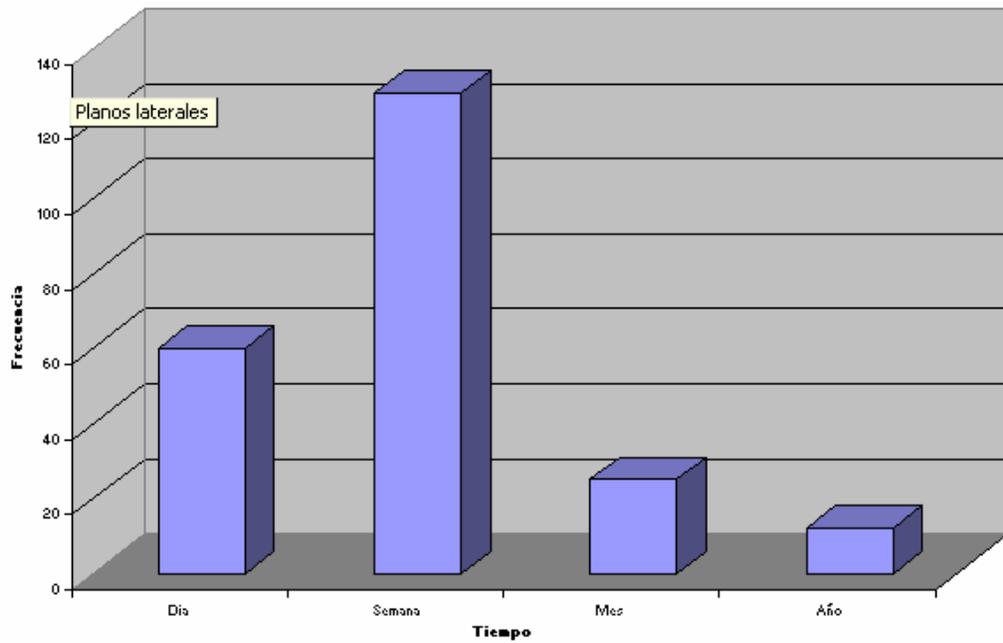


**Figura 24. Frecuencia de viaje estación Briceño**

Dirección Oriente – Occidente

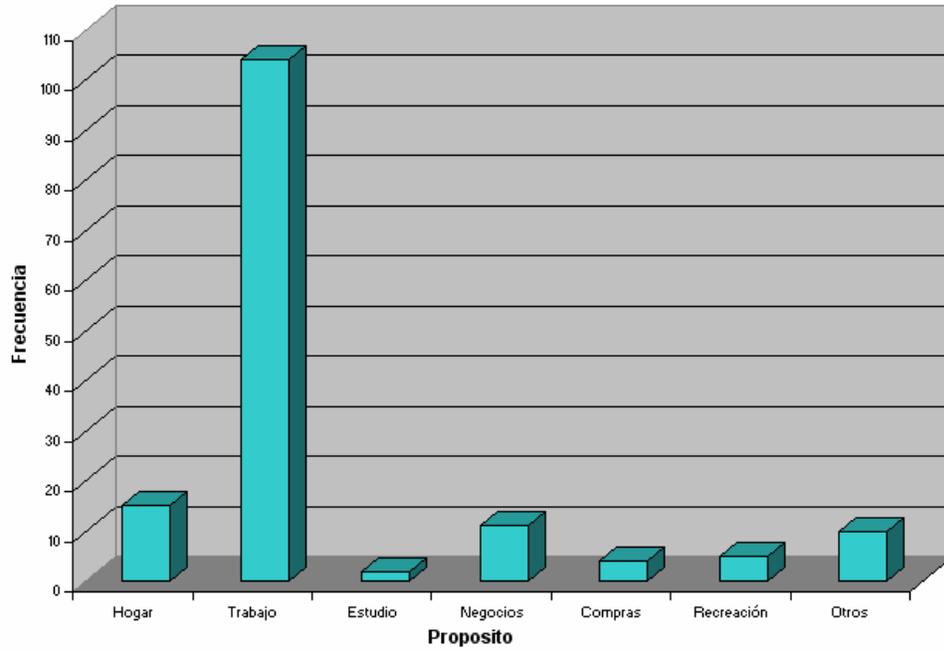


Dirección Occidente - Oriente

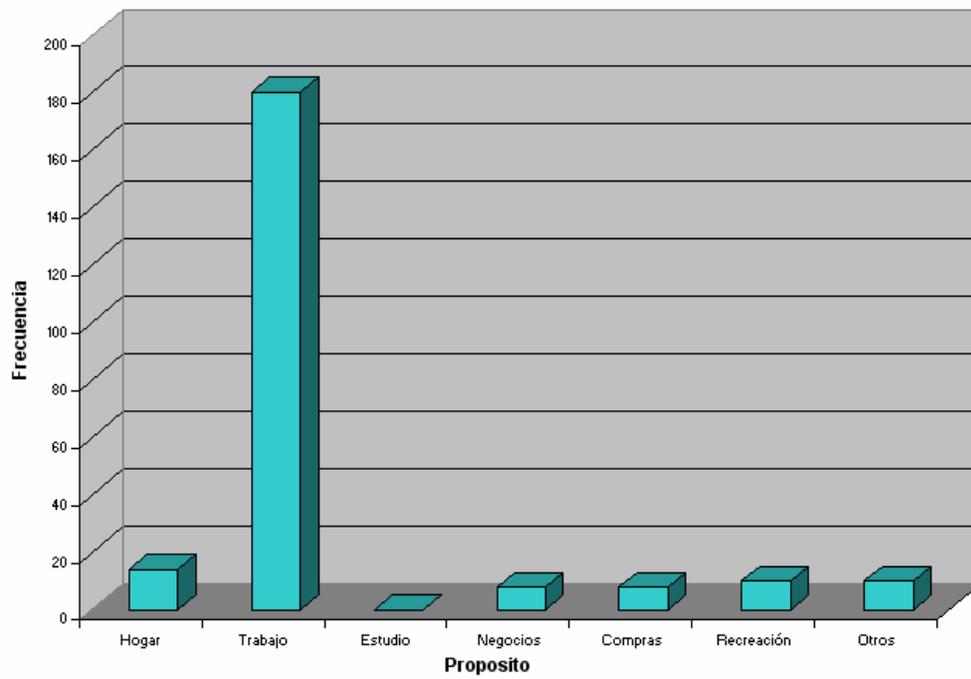


**Figura 25. Propósitos del viaje estación Catambuco**

Dirección Norte - Sur

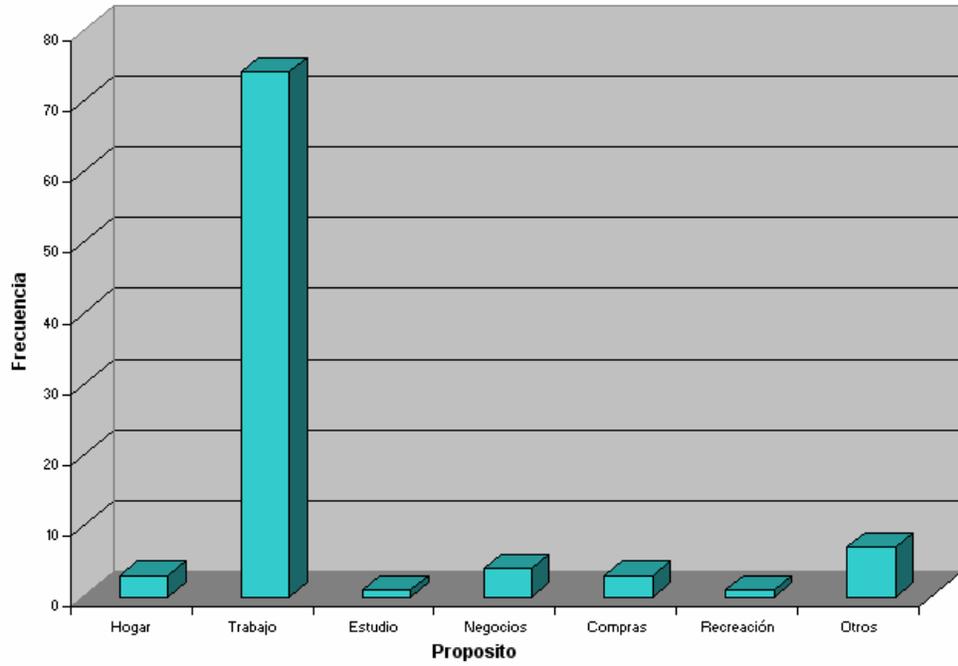


Dirección Sur – Norte

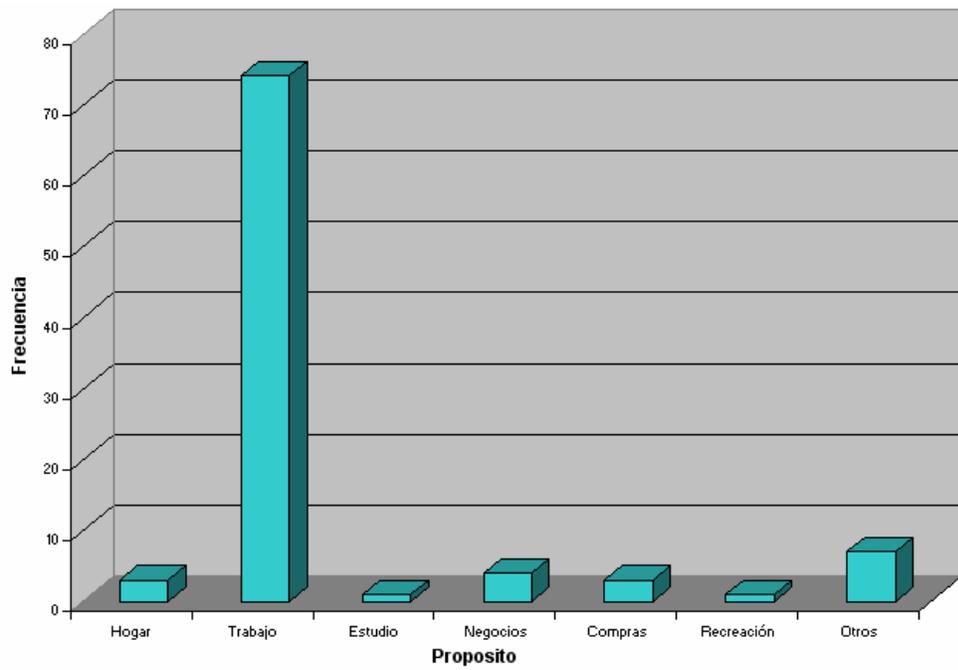


**Figura 26. Propósitos del viaje estación SENA**

Dirección Occidente - Oriente

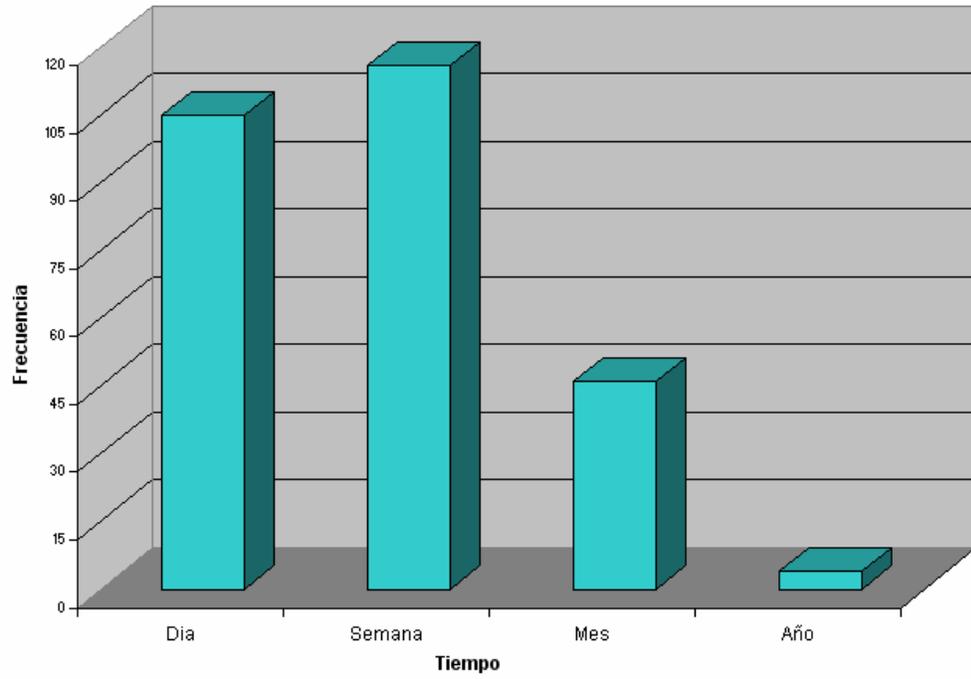


Dirección Oriente – Occidente

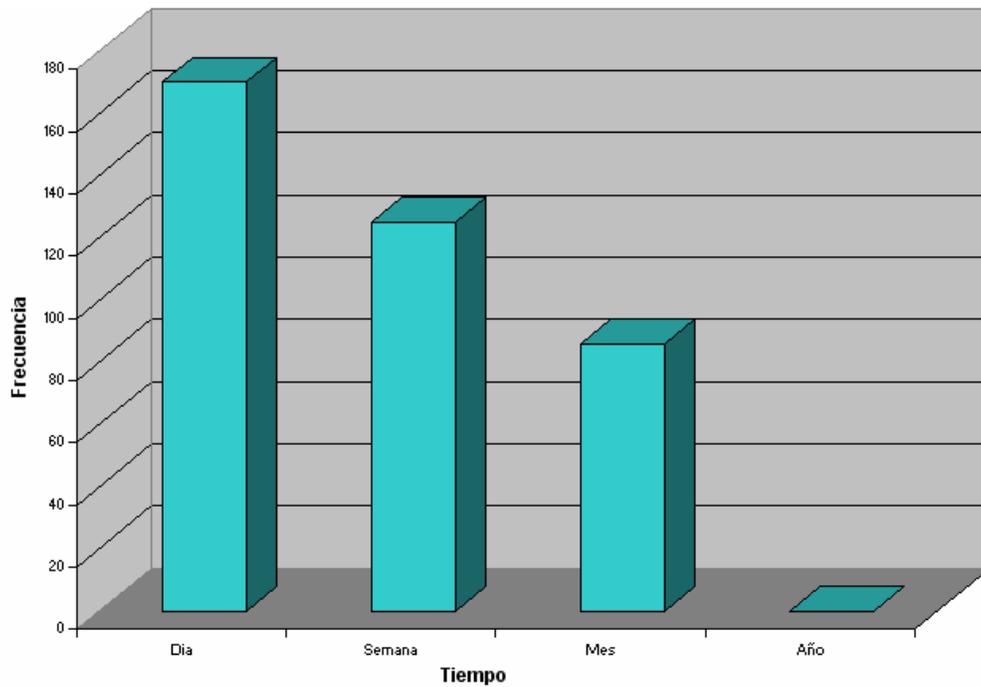


**Figura 27. Frecuencia de viaje estación Catambuco**

Dirección Norte – Sur

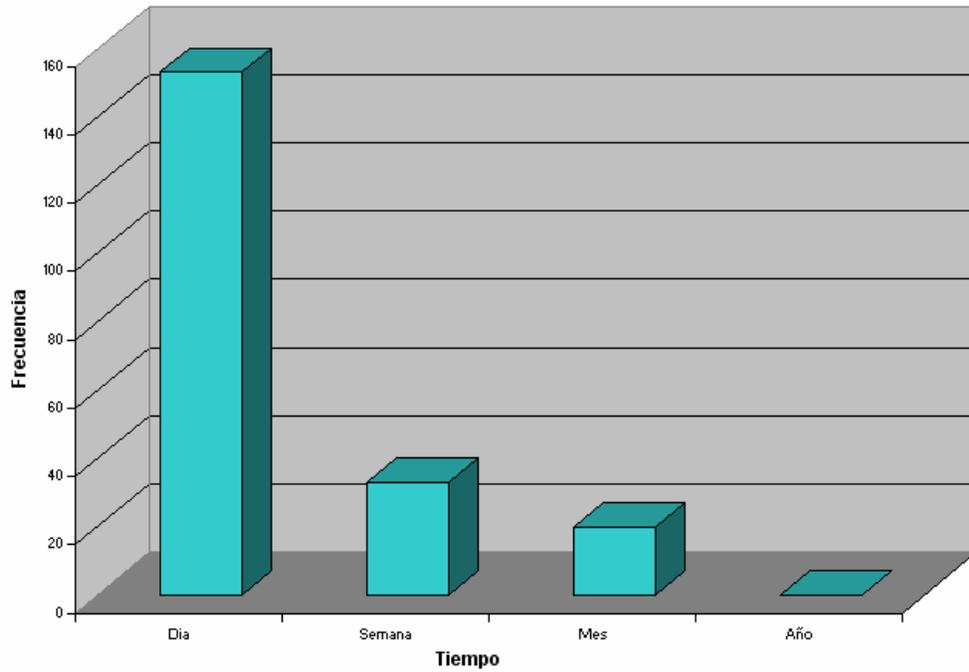


Dirección Sur – Norte

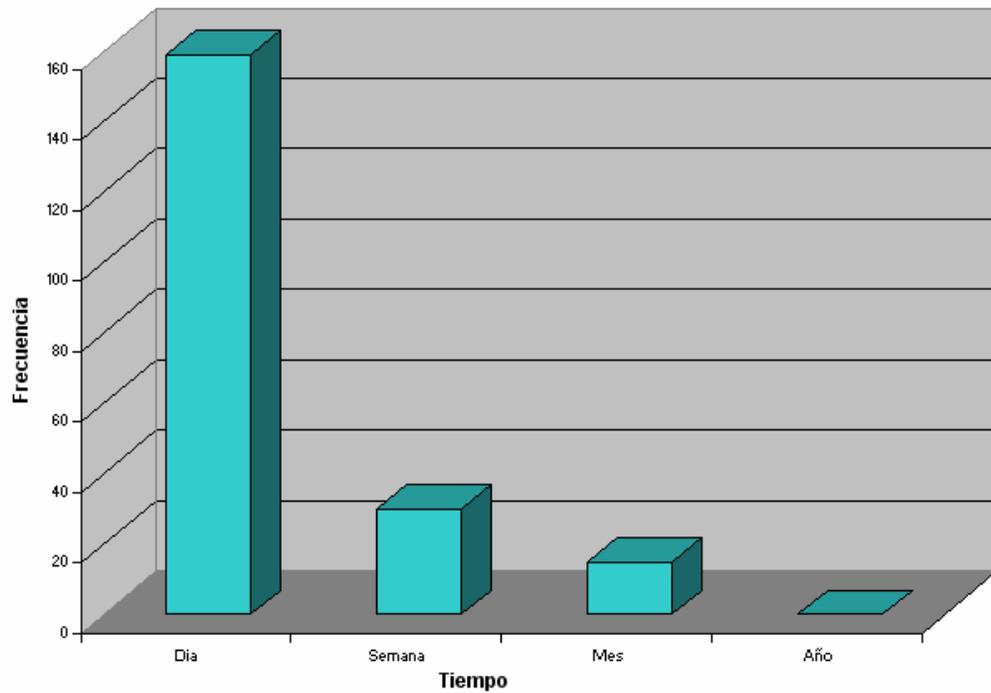


**Figura 28. Frecuencia de viaje estación SENA**

Dirección Occidente – Oriente

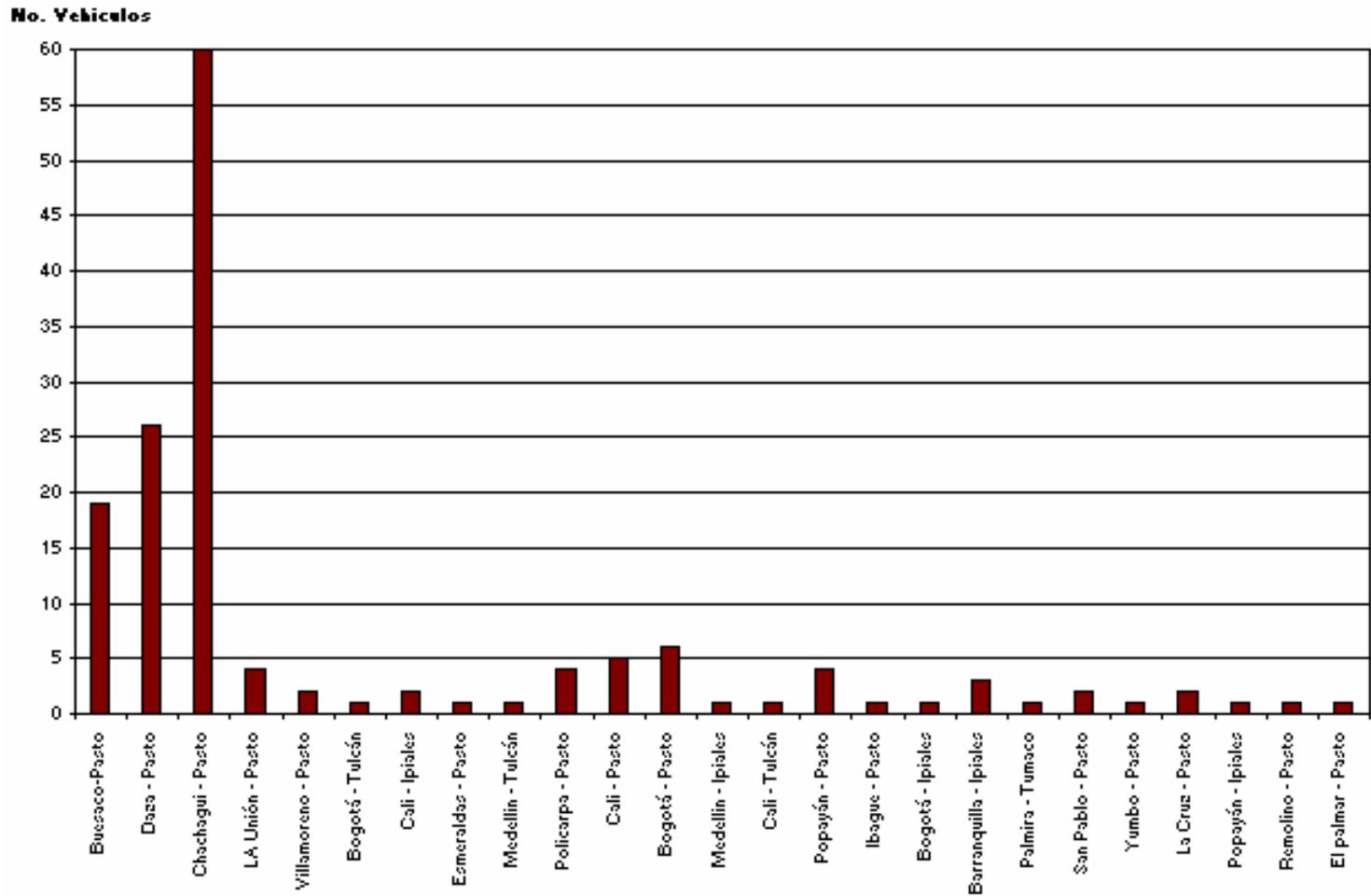


Dirección Oriente – Occidente

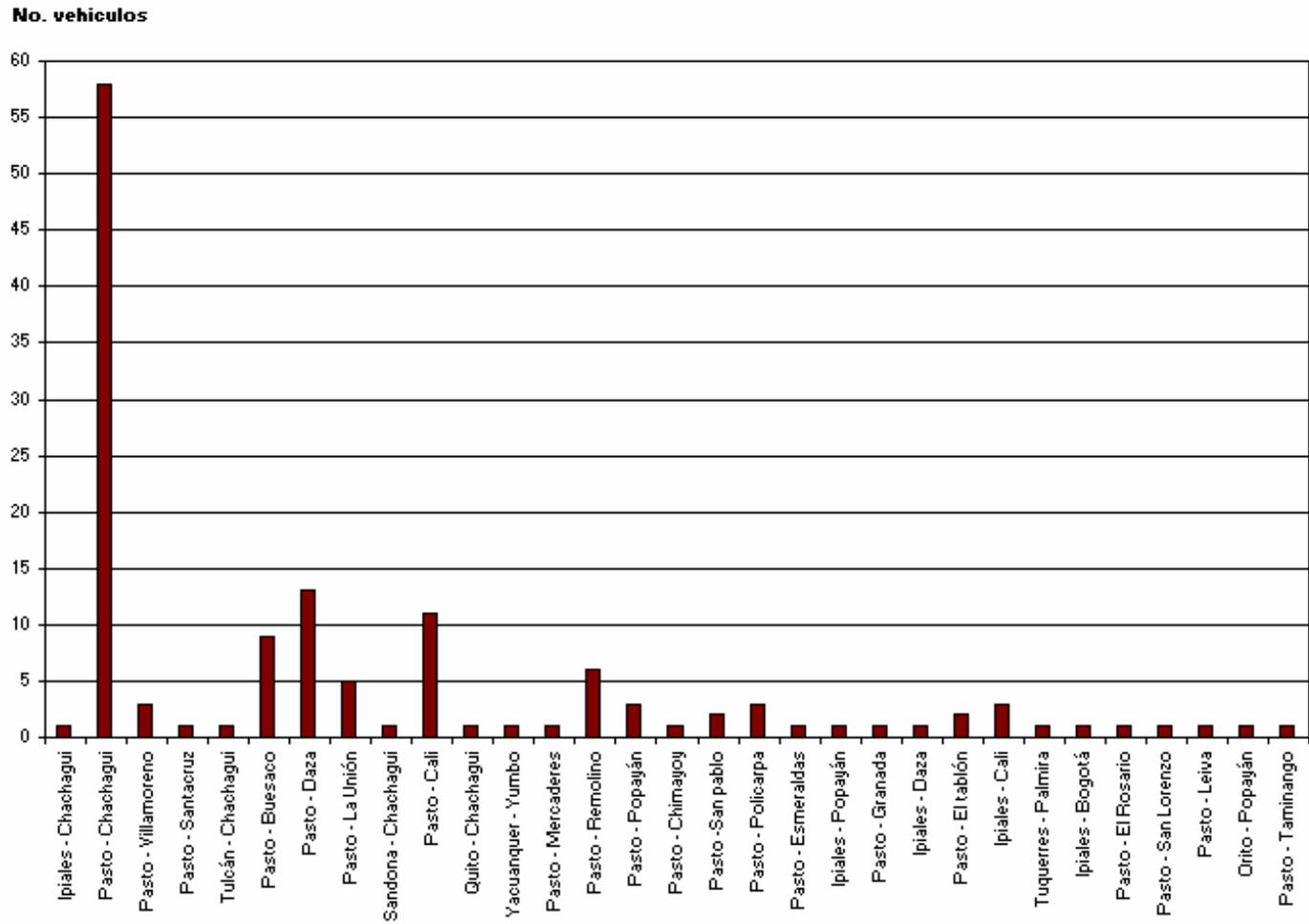


- ❖ Analizando los orígenes y destinos en las diferentes estaciones de conteo, se tiene las siguiente gráficas que representan el número de viajes realizados a diferentes lugares. En la estación Chimayoy, se observa que el mayor flujo vehicular se presenta en el recorrido, Pasto – Chachagui y en dirección contraria, seguido de los viajes realizados entre Pasto – Daza, Pasto - Buesaco, Pasto – Cali en ambos sentidos. Figura 29 y 30.
- ❖ En el caso de la Estación Briceño, los orígenes y destinos son muy variables, se puede identificar que el mayor número de viajes se presenta desde los municipios de Nariño, La Florida, Tambo y Sandoná, además del corregimiento de Genio, Los cuales tienen el mismo comportamiento en ambos sentidos del viaje. Figuras 31 y 30.
- ❖ En las figuras 31 y 32 se muestra los orígenes y destinos encontrados en la estación Catambuco. Se puede observar que la mayoría de viajes se realizan entre Ipiales y Pasto, seguidos de otros lugares como son: Tangua, Yacuanquer, Túquerres, Pilcuán y Tumaco.
- ❖ En la estación de conteo ubicada en el SENA, se observa que los sitios de orígenes más importantes son: Buesaquillo, San Fernando, Encano, La Laguna y Sibundoy. Se presenta también un movimiento importante entre Pasto y el Barrio Popular en ambos sentidos. Figura 33y 34.
- ❖ Al observar los distintos lugares que tienen como punto de llegada y punto de partida la ciudad de Pasto, se identifica una gran diversidad de municipios, corregimientos y veredas cercanas que a diario utilizan la vía Panamericana y que, en el momento de construir la variante serian atraídas por comodidad, cercanía y eficiencia ofrecería el proyecto vial.

**Figura 29. Orígenes y destinos estación Chimayoy**  
 Dirección: Norte - Sur

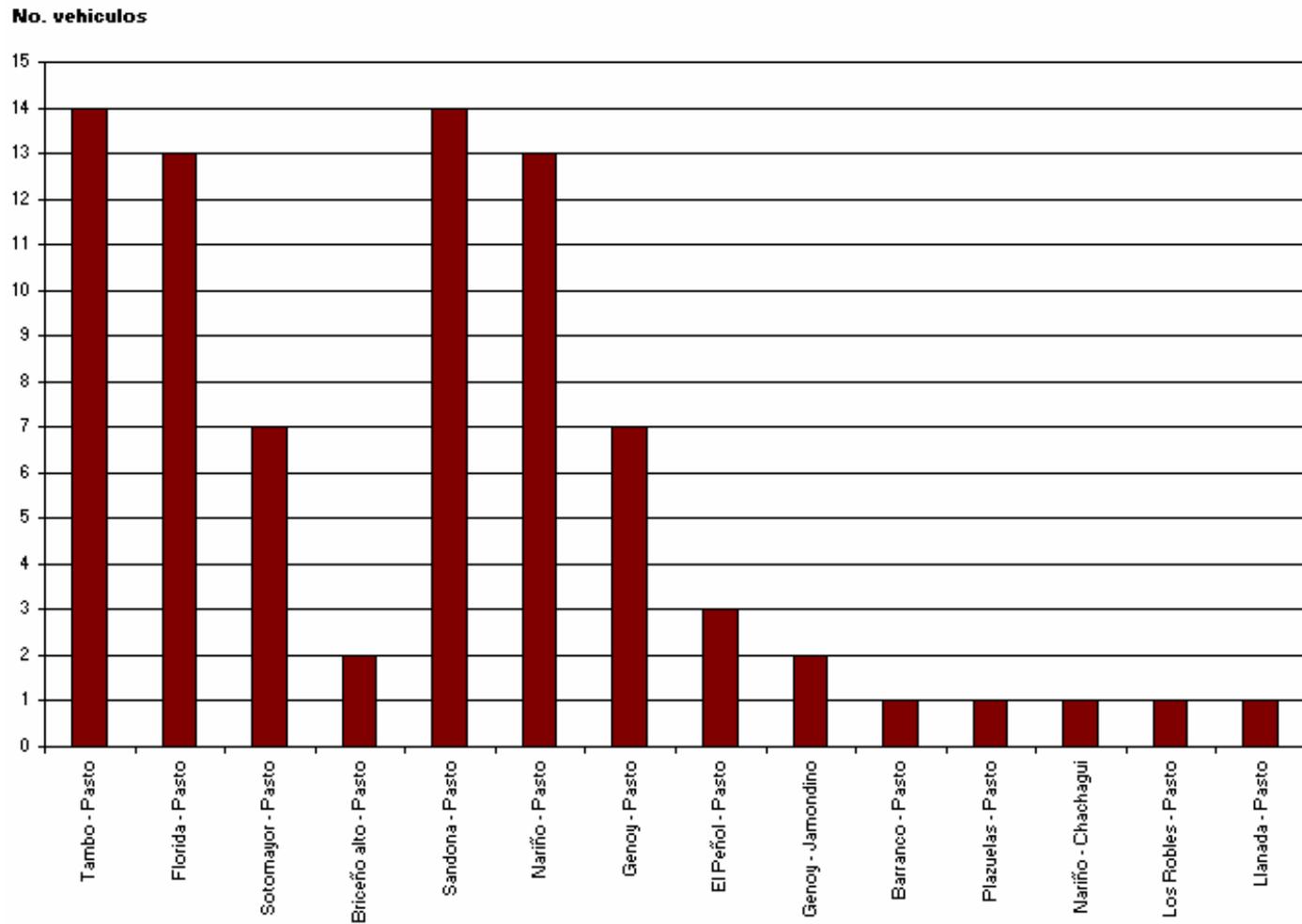


**Figura 30. Orígenes y destinos estación Chimayoy**  
 Dirección: Sur - Norte

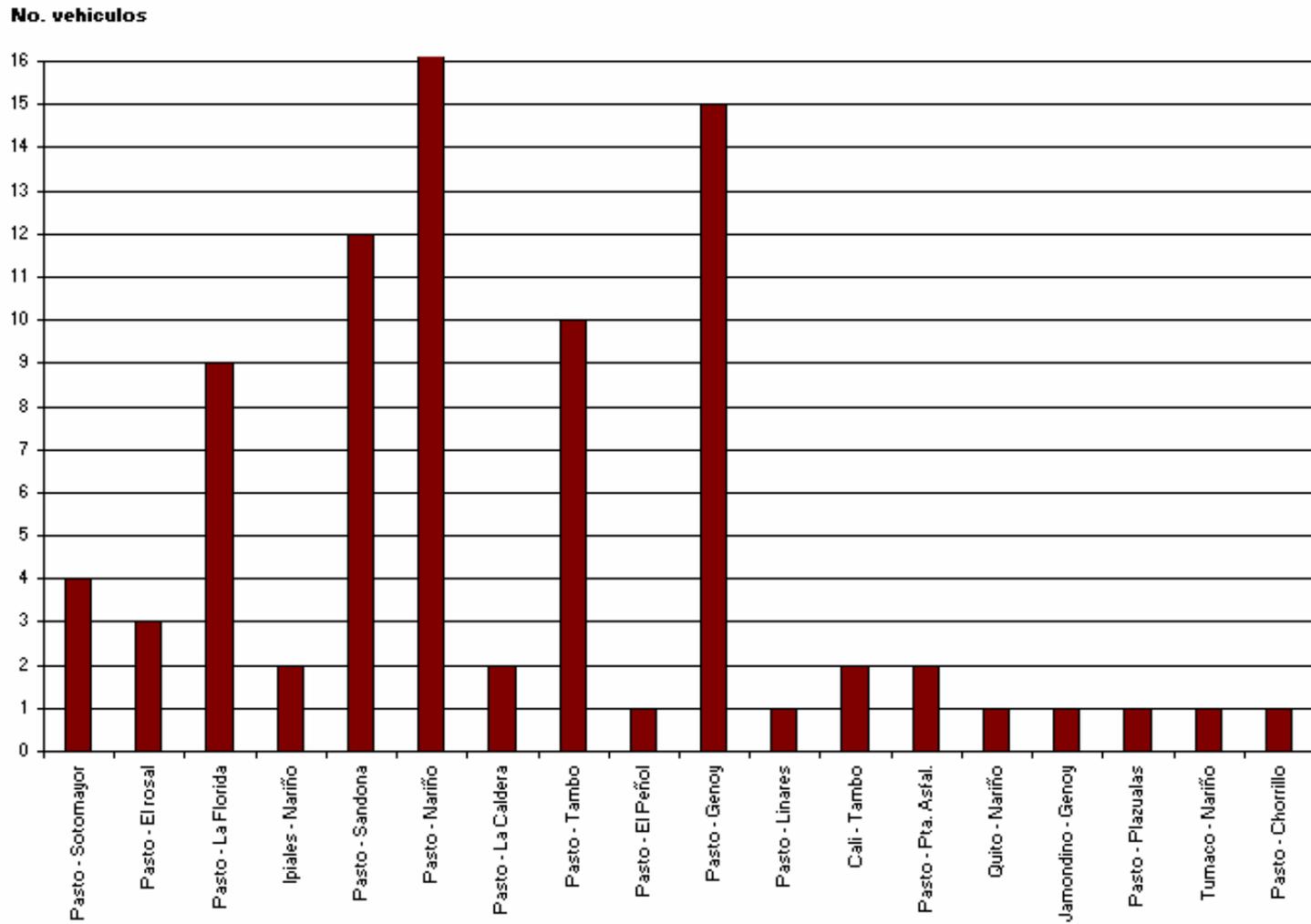


**Figura 31. Orígenes y destinos estación Briceño**

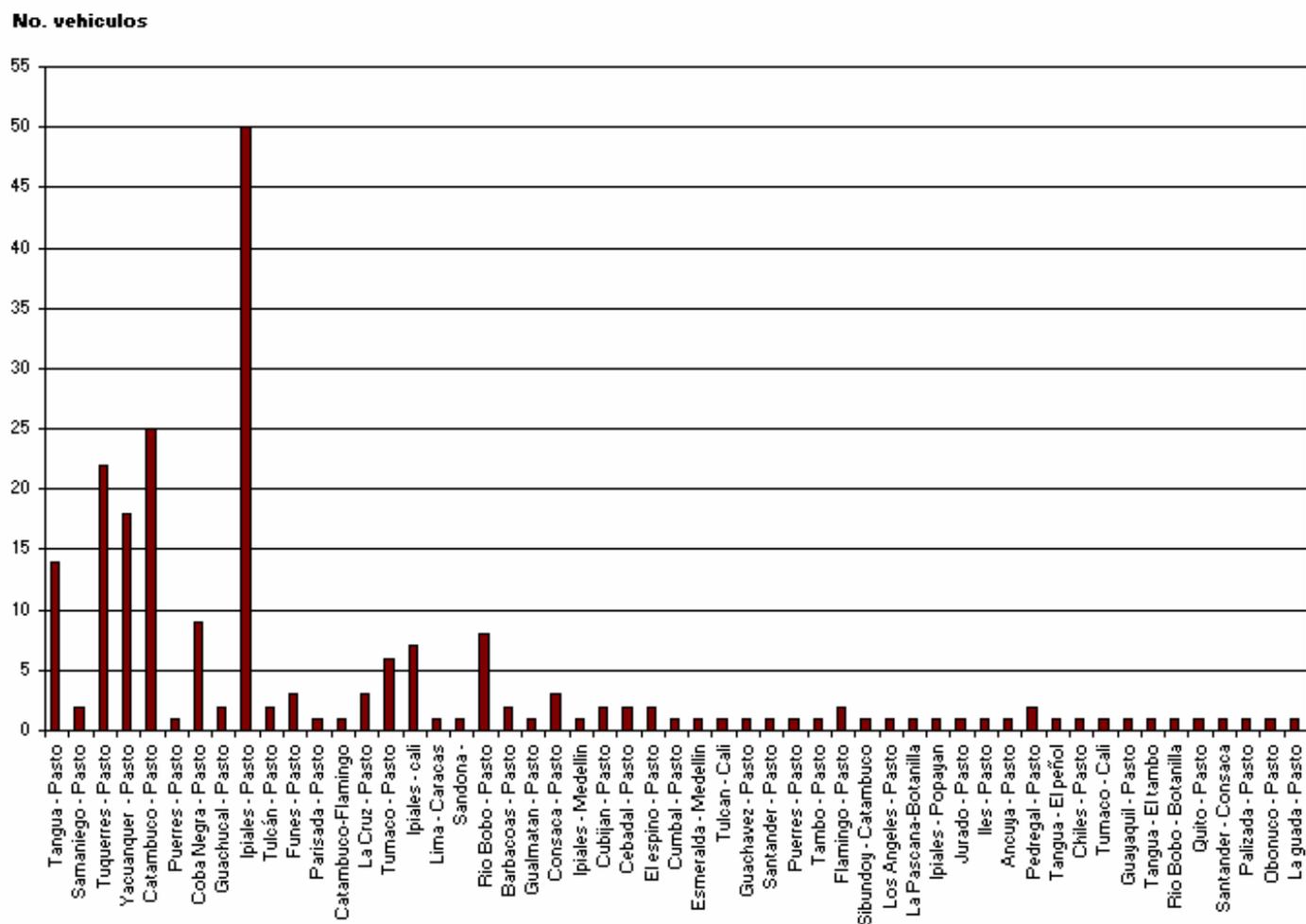
Dirección: Occidente - Oriente



**Figura 32. Orígenes y destinos estación Briceño**  
 Dirección: Oriente - Occidente



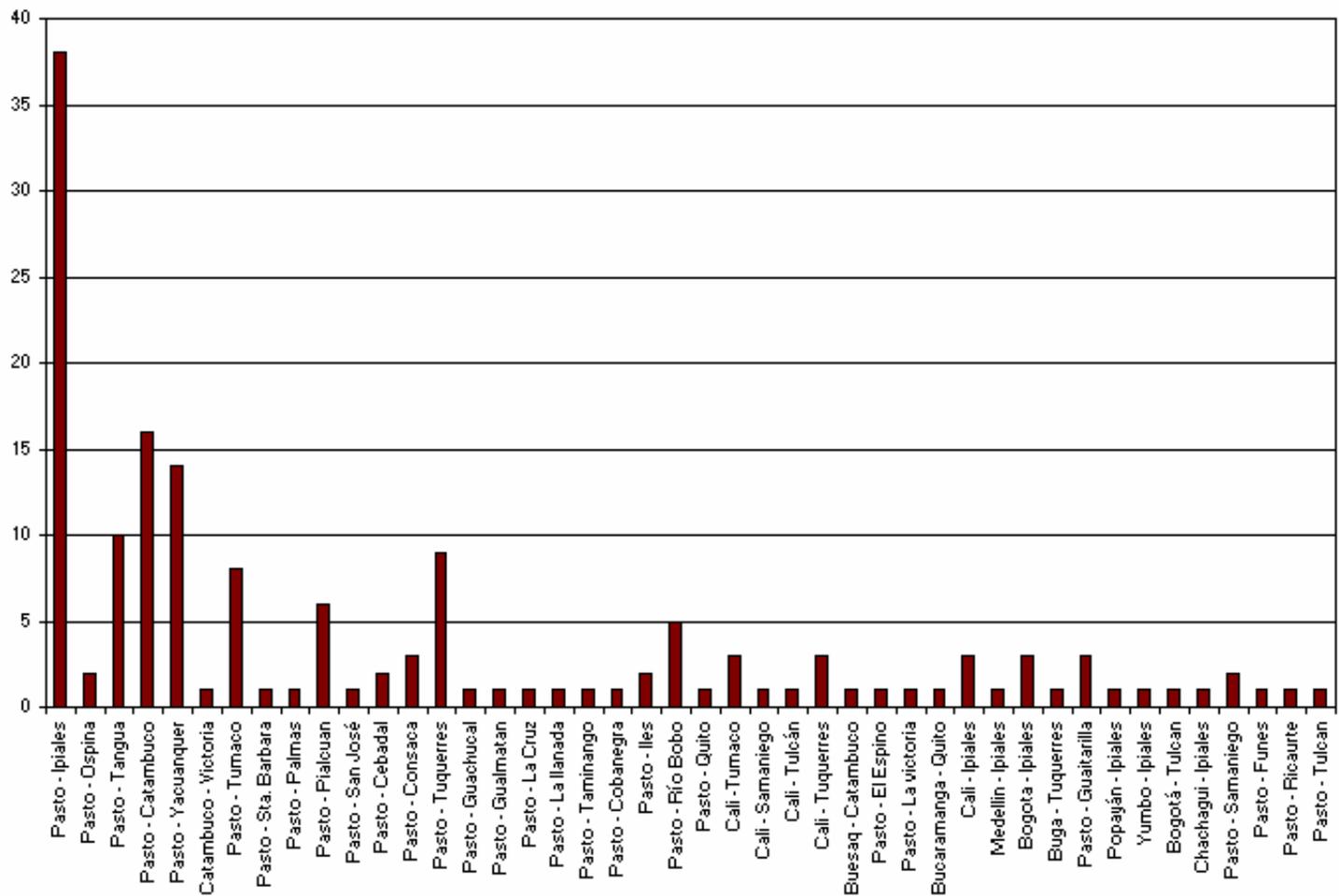
**Figura 33. Orígenes y destinos estación Catambuco**  
 Dirección: Sur - Norte



**Figura 34. Orígenes y destinos estación Catambuco**

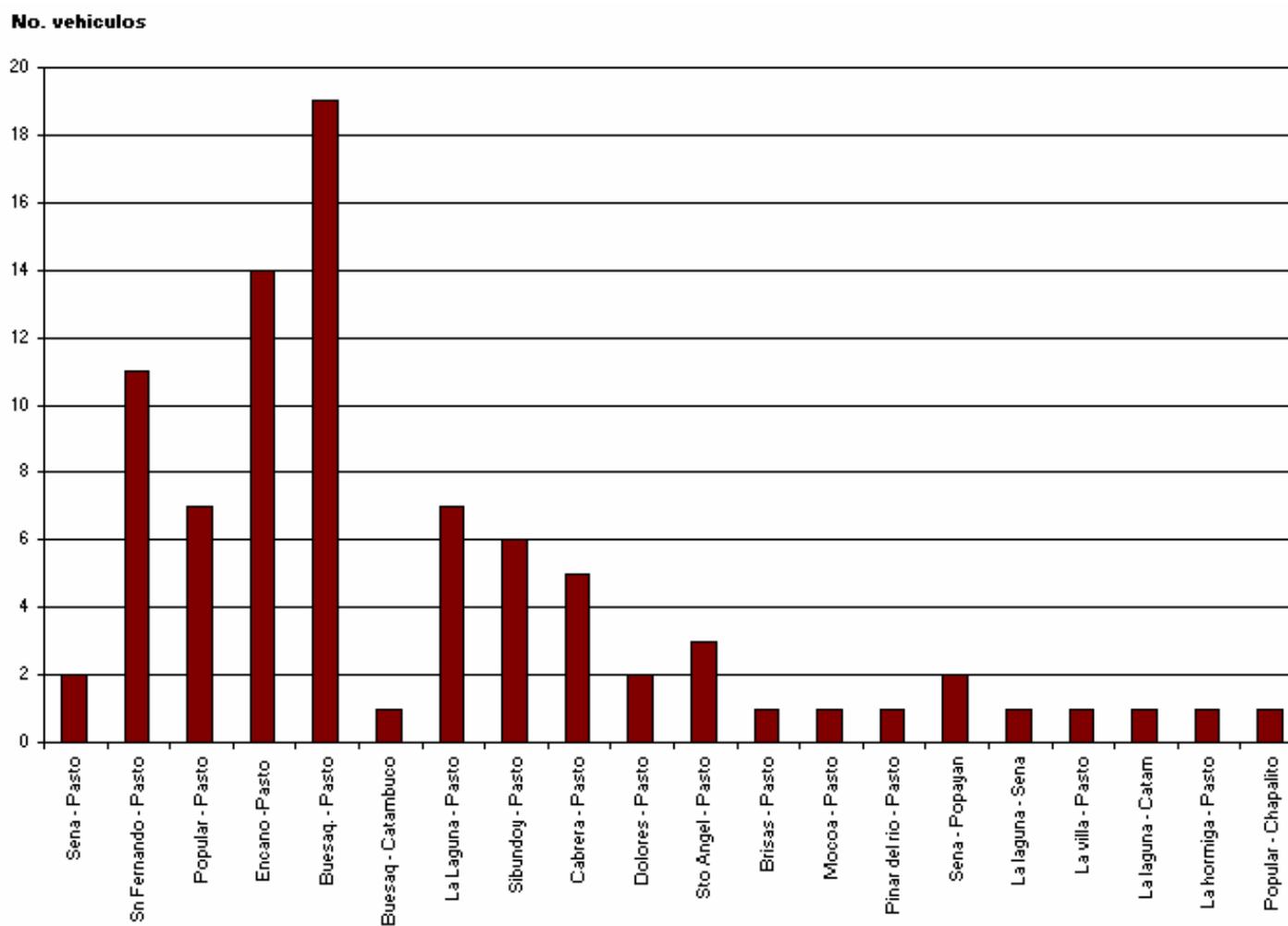
Dirección: Norte - Sur

**No. vehículos**



**Figura 35. Orígenes y destinos estación SENA**

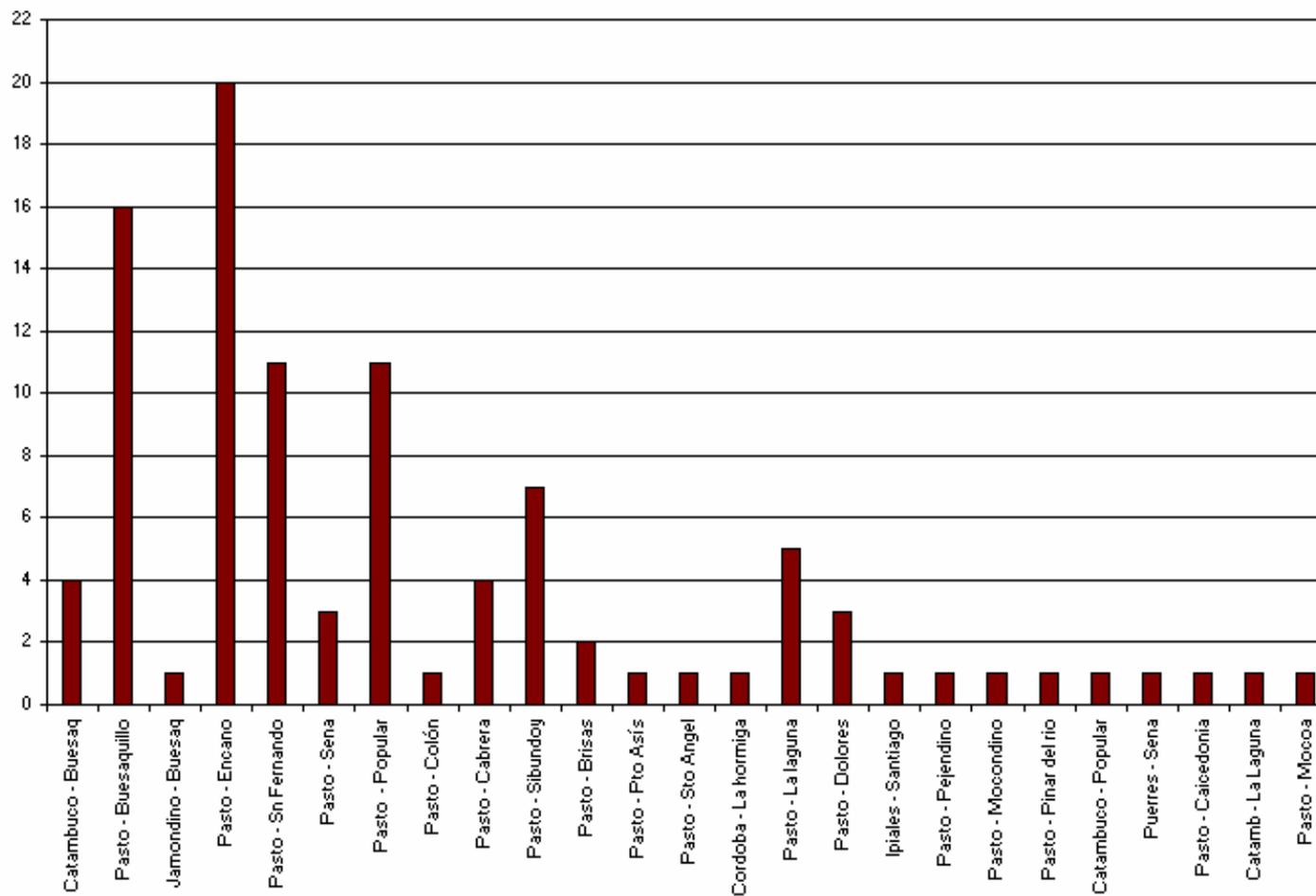
Dirección: Oriente - Occidente



**Figura 36. Orígenes y destinos estación SENA**

Dirección: Occidente - Oriente

No. vehículos

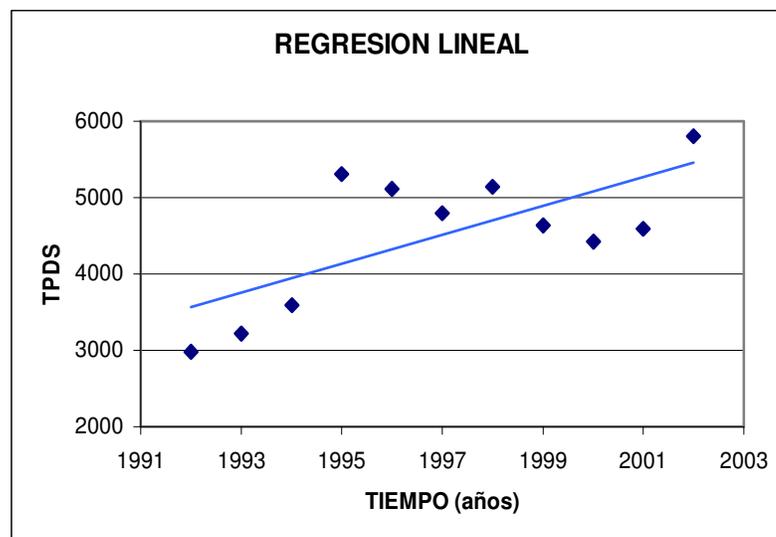


**5.1.4 Proyección del Tránsito** Analizados los datos del aforo vehicular y el estudio origen-destino, se procede a realizar la proyección del tránsito que consiste en determinar el tránsito futuro que se espera en el último año de vida útil de la vía; para esto se toman los datos de conteo vehicular, de la serie histórica del tránsito proporcionada por el INVIAS, aplicando diferentes regresiones se obtiene la rata de crecimiento observando que la regresión que mas se ajusta a estos datos es la regresión lineal. Cuadro 9.

**Cuadro 9. Diferentes regresiones aplicadas a la serie histórica**

REGRESIÓN LINEAL											
Y = A + Bx											
		A		-373775		r		0.70			
		B		189							
TPDS	5634	5823	6012	6202	6391	6581	6770	6960	7149	7338	7528
AÑOS	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
TPDS	7717	7907	8096	8286	8475	8664	8854	9043	9233	9422	9611
AÑOS	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
TPDS	9801	9990	10180	10369	10559	10748					
AÑOS	2025	2026	2027	2028	2029	2030					

**Figura 37. Gráfica regresión lineal**



La rata de crecimiento tiene un valor de 0.7, analizando el aforo vehicular consideramos la estación Catambuco como el punto más representativo para hacer la proyección. Teniendo en cuenta que el estudio de tránsito indica que un porcentaje del 32% son vehículos de paso que utilizarían la vía mencionada, el tránsito de desarrollo se toma como el 5% del tránsito promedio diario y el tránsito

generado de acuerdo a las encuestas aplicadas en Briceño y SENA, corresponden a un 10%.

$$TPDf = 6507(0.32 + 0.10 + 0.05 + 0.7)$$

$$TPDf = 7613vehículos$$

El factor del proyecto se obtiene al dividir el tránsito futuro entre el tránsito actual.

$$FP = \frac{7613}{6507}$$

$$FP = 1.2$$

## 6. DISEÑO GEOMÉTRICO EN PLANTA

Los elementos a considerar principalmente son: Curvatura en planta y perfil; pendiente longitudinal; pendiente transversal del terreno y de la vía, ancho de banca, ancho de superficie de rodadura, la ubicación de puentes y pontones dentro del diseño geométrico, áreas de incidencia directa como cultivos, zonas de inundación o sectores de conflicto social, por ejemplo, intersecciones de la vía actual con vías de importancia, ubicación de sitios de alta accidentalidad, costos de materiales o insumos que se puedan presentar en el proyecto, costos de las diferentes alternativas de mejoramiento, análisis integral de todas las áreas que conforman el diseño completo de la vía (aspectos geológicos, hidrológicos, hidráulicos, geotécnicos y ambientales) para proponer las alternativas más convenientes.

### 6.1 PARÁMETROS PRELIMINARES DE DISEÑO

**6.1.1 Velocidad.** En general el término velocidad se define como la relación entre el espacio recorrido por un vehículo y el tiempo que se tarda en recorrerlo. Esto es, para un vehículo representa su relación de movimiento, usualmente expresada en kilómetros por hora (Km. / h).

$$V = \frac{d}{t}$$

Donde:

V = velocidad constante, (Km. / h)

d = distancia, (Km.)

t = tiempo, (h)

Para el caso de una velocidad constante, ésta se define como una función lineal de la distancia y el tiempo, y es uno de los factores esenciales en cualquier forma de transporte; depende, en primer lugar, de la capacidad del conductor y del vehículo además de otras condiciones como son:

- ❖ Características de la carretera.
- ❖ Condiciones de tiempo.
- ❖ Presencia de otros vehículos.
- ❖ Limitaciones legales y de control.

Al diseñar una carretera se debe tratar de satisfacer las demandas de servicio del público en la forma más segura y económica dependiendo si las condiciones del terreno permiten una velocidad determinada.

La velocidad de diseño de una carretera es la velocidad de referencia que permite definir las características geométricas mínimas de todos los elementos del trazado, en condiciones de comodidad y seguridad.

Se define como la máxima velocidad segura que puede ser mantenida en una sección determinada cuando las características geométricas de la vía sean favorables.

Todos aquellos elementos geométricos de los alineamientos horizontales, de perfil y transversal, tales como radios mínimos, pendientes máximas, distancias de visibilidad, peraltes, anchos de carriles y bermas, anchuras y alturas libres, etc., dependen de la velocidad de diseño y varían con un cambio de ella.

Al proyectar un tramo de carretera, hay que mantener un valor constante para la velocidad de diseño. Sin embargo, los cambios drásticos y sus limitaciones mismas, pueden obligar a usar diferentes velocidades de diseño para distintos tramos.

La selección de la velocidad de diseño depende de la importancia o categoría de la futura carretera, de los volúmenes de tránsito que va a mover, de la configuración topográfica del terreno, de los usos de la tierra, del servicio que se requiere ofrecer, de las consideraciones ambientales, de la homogeneidad en el largo de la carretera, de las facilidades de acceso (control de accesos), de la disponibilidad de recursos económicos y de las facilidades de financiamiento.

Teniendo en cuenta el TPD y el tipo de terreno predominante en todo el proyecto (montañoso), se escoge como velocidad de diseño 60 kilómetros por hora de acuerdo con la normatividad vigente en Colombia, como se muestra en el cuadro 10.

**Cuadro 10. Velocidad de Diseño según tipo de Carretera, TPD y Terreno**

TERRENO	TPD		
	HASTA 500	500 A 2000	MAS DE 2000
	VELOCIDAD DE DISEÑO Km/H		
ESCARPADO	40	40	-
MONTAÑOSO	50	60	60-80
ONDULADO	60	80	80-100
PLANO	70	100	100-120

Fuente: Pedro Choconta, Diseño geométrico de vías

**6.1.2 Seguridad.** Las carreteras se deben diseñar para proporcionar viajes seguros eficientes y cómodos.

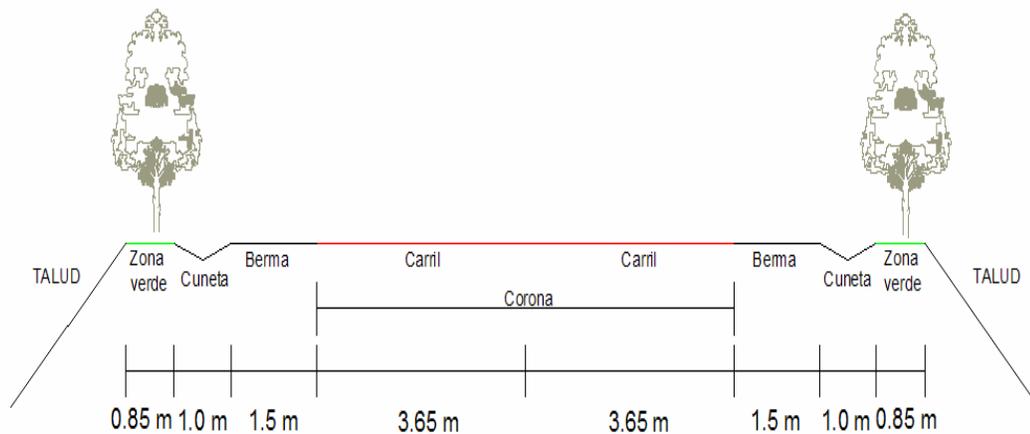
Para lograr que la operación sea segura, se deben aplicar las mejores técnicas de la ingeniería, utilizando las especificaciones pertinentes que, por lo general, deben ser altas para reducir el número de accidentes; bajo este criterio se observa que,

en el desarrollo de este proyecto, por la heterogeneidad del terreno se pueden lograr velocidades más altas que la de diseño, lo cual no tiene ninguna implicación en los usuarios de la vía que podrán transitar sin problema, pero se debe tener cuidado en la señalización de aquellos tramos donde la velocidad sea menor que la de diseño.

## 6.2 CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO

Una vez terminado el estudio de tránsito y sus resultados, teniendo en cuenta la topografía del terreno y la velocidad de diseño, se encuentra las especificaciones de la vía de acuerdo al Manual de Diseño Geométrico para vías, se obtiene además la sección transversal de la vía. Figura 38.

**Figura 38. Esquema general de la vía**



Las demás especificaciones se resumen en el cuadro 11.

**Cuadro 11. Especificaciones de la vía**

<b>ESPECIFICACIONES DE LA VÍA</b>				M.D.G.I.
<b>A. TIPO DE TERRENO:</b>	Montañoso			
<b>B. TIPO DE CARRETERA:</b>	Carretera principal de una calzada			Tabla 1.2
<b>C. VELOCIDAD DE DISEÑO (k/h):</b>	60			
<b>D. ANCHO DE CALZADA:</b>	7.3	m		Tabla 3.5.3
<b>E. ANCHO DE BERMA:</b>	1,8	m		Tabla 3.5.4
<b>F. PENDIENTE LONGITUDINAL</b>	Máxima	8	%	Tabla 3.4.1
	Mínima	0.5	%	
<b>G. PERALTE MÁXIMO</b>		8	%	Numeral 3.3.2.2
<b>H. ANCHO DE ZONAS MÍNIMO</b>	24 - 30	m		Tabla 3.5.1
<b>I. FACTOR DE FRICCIÓN MÁXIMA</b>		0.157		Tabla 3.3.2
<b>J. FACTOR( e + ft)</b>		0.237		Tabla 3.3.3
<b>K. VALORES DE RADIO MÍNIMO CALCULADO</b>	119.61	m		
<b>REDONDEADO</b>	120	m		Tabla 3.3.3
<b>L. VELOCIDAD DE OPERACIÓN</b>	54	km/h		Tabla 3.1.2
<b>M. BOMBEO DE LA CALZADA</b>	2	%		Tabla 3.5.2
<b>N. PENDIENTE TRANSVERSAL DE LA BERMA</b>	4	%		
<b>O. DISTANCIA DE FRENADO</b>	75	m		Tabla 3.2.2
<b>P. ANCHO DE CUNETA</b>	1	m		

M.D.G.I.: Manual de Diseño Geométrico para carreteras. Instituto Nacional de Vías.

M.D.G.: Manual de Diseño Geométrico

Fuente: Manual de Diseño Geométrico para carreteras. INVIAS.

Pedro Choconta. Manual de Diseño Geométrico.

**6.2.1 Trazado Antepreliminar.** Esta actividad consiste en establecer una poligonal que se asemeje al eje de la vía sobre la ruta de la cual se está haciendo el estudio, en ésta, se proyectan los alineamientos tentativos comprobando principalmente que las pendientes sean aceptables.

En el plano topográfico se traza similarmente la línea de ceros o línea de pendiente que pasa por los puntos de paso obligado y conserva una pendiente constante. Con un compás se trazan rectas consecutivas cuyos extremos quedan sobre las curvas de nivel y cuyas longitudes se han calculado para que la pendiente sea la prevista, se utiliza la siguiente fórmula de cálculo.

$$Pendiente = Tangente \alpha = \frac{h}{l}$$

Donde:

l: es la longitud de la pendiente

h: la diferencia de altura entre dos curvas de nivel

p: es la pendiente utilizada.

Dibujando en planta y perfil la alternativa se pueden obtener los datos suficientes para calcular los respectivos movimientos de tierra, estructuras necesarias, zona necesaria que permita calcular un costo determinado.

**6.2.2 Alineamiento horizontal.** El diseño geométrico en planta o alineamiento horizontal es la proyección sobre un plano horizontal del eje real de la carretera dicho eje esta constituido por una serie de tramos rectos denominados tangentes enlazados entre si por curvas.

Se pueden utilizar curvas circulares simples que son arcos de circunferencia de un solo radio que constituyen la proyección horizontal de las curvas empleadas al unir dos tangentes, también pueden ser compuestas, formadas por dos o mas curvas simples que se pueden emplear en terrenos montañosos.

**6.2.3 Curva de transición.** Las curvas de transición son ventajosas pues como ya se dijo anteriormente proporcionan una transición o cambio gradual de curvatura en la vía, desde un tramo recto hasta un grado de curvatura determinado o viceversa se utilizan en carreteras de alta velocidad por que mejoran la operación de vehículos y la comodidad de los pasajeros.

Concretamente sus ventajas son las siguientes:

- Hace mas cómoda la operación de vehículos al hacer que la fuerza centrífuga varié desde cero hasta su valor máximo lentamente.
- Permite un desarrollo gradual del peralte.
- Reduce la tendencia de los vehículos a desviarse de su carril.

Existen tres formas principales de transición las cuales son:

- La clotoide, radioide a los arcos o espiral de Euler (o simplemente espiral)

- La lemniscata de Bernoulli o radioide a las cuerdas.
- La curva elástica o radioide a las abscisas.

El diseño en planta se hizo teniendo en cuenta la espiral clotoide con sus diferentes tipos de empalme, las ecuaciones y elementos geométricos se muestran a continuación Figura 39.

TE: Punto de empalme entre la recta y la espiral.

EC: Punto de empalme entre la espiral y el círculo.

CE: Punto de empalme entre el círculo y la espiral.

ET: Punto de empalme entre la espiral y la recta.

PSC: Punto sobre la curva circular.

PSE: Punto sobre la curva espiral.

POT: Punto sobre la recta.

$\Delta$ : Ángulo de deflexión entre las tangentes.

$\Delta_c$ : Ángulo de deflexión de la curva circular.

$\tau$ : Ángulo de deflexión de la espiral.

$\Phi$ : Ángulo de la cuerda larga de la espiral.

$T_e$ : Longitud de la tangente del sistema de empalme.

X,Y: Coordenadas de la espiral en los puntos EC y CE.

x,y: Coordenadas de la espiral en cualquier punto.

$\Delta R$ : Desplazamiento del arco circular con respecto a la tangente de empalme  
Se denomina Disloque de la espiral.

XM: Distancia de la tangente entre el TE y el punto donde se produce el Disloque.

TL: Longitud de la tangente larga.

TC: Longitud de la tangente corta.

T: Longitud de la tangente del sector circular.

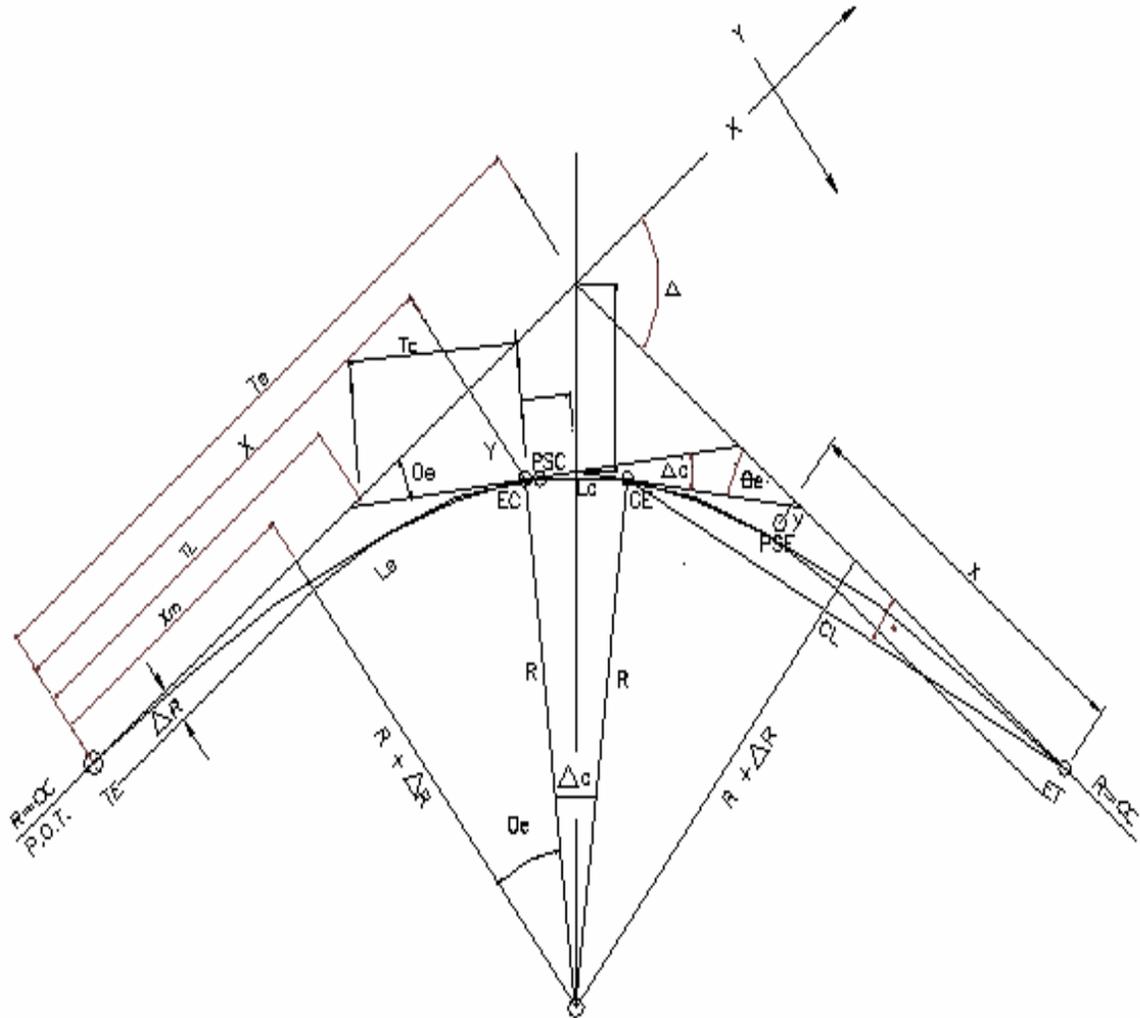
LE: Longitud de la curva espiral.

LC: Longitud de la curva circular.

E: Externa de la espiral o bisectriz.

CL: Cuerda larga de la espiral.

**Figura 39. Elementos geométricos de la clotoide**



**6.2.4 Características de la clotoide.** Corresponde a la espiral con más uso en el diseño de carreteras, sus bondades con respecto a otros elementos geométricos curvos, permiten obtener carreteras cómodas, seguras y estéticas.

Las principales ventajas de las espirales en alineamientos horizontales son las siguientes:

- La longitud de la espiral se emplea para realizar la transición del peralte y la del sobrancho entre la sección transversal en línea recta y la sección transversal completamente peraltada y con sobrancho de la curva.

- El desarrollo del peralte se hace en forma progresiva, con lo que se consigue que la pendiente transversal de la calzada sea, en cada punto, la que corresponde al respectivo radio de curvatura.
- La flexibilidad de la clotoide y las muchas combinaciones del radio con la longitud, permiten la adaptación a la topografía, y en la mayoría de los casos la disminución del movimiento de tierras, para obtener trazados más económicos.

Con el empleo de las espirales en autopistas y carreteras, se mejora considerablemente la apariencia en relación con curvas circulares únicamente. En efecto, mediante la aplicación de espirales se suprimen las discontinuidades notorias al comienzo y al final de la curva circular (téngase en cuenta que sólo se utiliza la parte inicial de la espiral), la cual se distorsiona por el desarrollo del peralte, lo que es de gran ventaja también en el mejoramiento de carreteras existentes.

#### Ecuaciones paramétricas

La clotoide se puede definir como una curva tal que su radio es inversamente proporcional a su longitud. Su ecuación intrínseca es:

$$LR = A^2, \text{ entonces } L = \frac{A^2}{R}$$

Donde:

- L: Longitud desde el origen a los puntos indicados, (m)
- R: Radios en los puntos indicados, (m)
- A: Parámetro de la clotoide, (m)

- Las clotoides de parámetro (A) grande, aumentan lentamente su curvatura y, por consiguiente, son aptas para la marcha rápida de los vehículos. Las espirales de parámetro (A) pequeño aumentan rápidamente su curvatura y, por consiguiente, se utilizan para velocidades de marcha reducida;

- El parámetro (A), al fijar el tamaño de la clotoide, fija la relación entre R (radio), L (longitud) y q (ángulo central de la espiral).

Los radios utilizados en las curvas son tomados de acuerdo a la velocidad de diseño según las especificaciones.

**6.2.5 Peralte.** El peralte es la inclinación transversal, en relación con la horizontal, que se da a la calzada hacia el interior de la curva, para contrarrestar el efecto de la fuerza centrífuga de un vehículo que transita por un alineamiento en curva. Dicha acción está contrarrestada también por el rozamiento entre ruedas y pavimento.

La sección transversal de la calzada sobre un alineamiento recto tiene una inclinación comúnmente llamado bombeo que sirve para facilitar el drenaje o escurrimiento de las aguas lluvias, depende de el tipo de superficie, para nuestro caso se asume por la importancia de la vía, sea de concreto hidráulico o asfáltico, además se considera una pluviosidad media en la zona tomando un valor de 2%.

Así mismo la sección transversal de la calzada sobre las curvas tiene una inclinación asociada al peralte cuyo fin es facilitar el desplazamiento seguro de vehículos sin peligro de deslizamientos.

Para pasar de una sección transversal con bombeo normal a otra con peralte se necesita realizar un cambio de inclinación en la calzada el cual no puede realizarse bruscamente sino gradualmente a lo largo de la vía entre este par de secciones. A este tramo de la vía se le llama Transición de Peralte. Como el diseño de curvas horizontales se ha hecho por medio de espirales de transición, la transición del peralte se efectúa conjuntamente con la curvatura, cuando los empalmes son Espiral - Espiral la totalidad del peralte se aplica en un valor equivalente al tercio de la longitud de la curva y cuando se tienen empalmes Espiral - Circulo - Espiral se aplica la totalidad del peralte en la parte circular de la curva.

Los valores máximos de peralte están en función de la velocidad de diseño y el radio de acuerdo a el cuadro Tabla 12 del Manual del Diseño Geométrico.

El análisis de las fuerzas que actúan sobre el vehículo cuando este se mueve alrededor de una curva de radio constante, indica que el peralte máximo está dado por la ecuación:

$$e+ft = v^2 / (127R)$$

Donde:

- e: Peralte en metros por metro
- ft: Coeficiente de fricción lateral
- V: Velocidad del vehículo, (km / h)
- R: Radio de la curva, (m)

El Coeficiente de fricción lateral está determinado por numerosos factores, como estado de las superficies en contacto, velocidad del vehículo, presión de inflado etc. Sobre la determinación de valores prácticos para diseño se han realizado innumerables pruebas por parte de diferentes organizaciones, las cuales han llegado a algunas conclusiones:

- El coeficiente de fricción es bajo para velocidades altas.
- Se adoptan los coeficientes de fricción lateral, y además se pueden obtener los coeficientes de fricción para cada velocidad de diseño.

Según el Manual de Diseño Geométrico de INVIAS, numeral 3.3.2.2 para este tipo de vía se fija como peralte máximo un valor de 0.08, el cual permite mantener aceptables velocidades específicas y no incomodar a vehículos que viajan a velocidades menores.

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

$$R_m = \frac{V^2}{127(e_{max} + f_{max})}$$

Donde:

R<sub>m</sub>: Radio mínimo absoluto, (m)

V: Velocidad específica, (km / h)

e máx: Peralte máximo asociado a V, en tanto por uno

f máx: Coeficiente de fricción lateral máximo, asociado a V.

Estos valores se toman del manual de diseño geométrico del INVIAS

Normalmente resultan justificados radios superiores al mínimo, con peraltes inferiores al máximo, que resultan más cómodos tanto para los vehículos lentos (disminuyendo la incidencia de ft negativos), como para vehículos rápidos (que necesitan menores ft). Si se decide emplear radios mayores que el mínimo, habrá que elegir el peralte en forma tal que la circulación sea cómoda, tanto para los vehículos lentos como para los rápidos.

**Cuadro 12. Radios y peraltes mínimos según velocidad de diseño**

Velocidad específica (km/h)	Peralte recomendado (e máx) %	Fricción lateral ( $f_l$ máx)	Factor $e + f_l$	Radio mínimo	
				Calculado (m)	Redondeado (m)
30	8.0	0.180	0.260	27.26	30.00
40	8.0	0.172	0.2522	49.95	50.00
50	8.0	0.164	0.244	80.68	80.00
60	8.0	0.157	0.237	119.61	120.00
70	8.0	0.149	0.229	168.48	170.00
80	7.5	0.141	0.216	233.30	235.00
90	7.0	0.133	0.203	314.18	315.00
100	6.5	0.126	0.191	413.25	415.00
110	6.0	0.118	0.178	535.26	535.00
120	5.5	0.110	0.170	687.19	690.00
130	5.0	0.100	0.150	887.14	890.00
140	4.5	0.094	0.139	1110.29	1100.00
150	4.0	0.087	0.127	1395.00	1400.00

Fuente: Manual de Diseño Geométrico INVIAS.

#### **6.4 DESCRIPCIÓN DEL DISEÑO GEOMÉTRICO EN PLANTA**

Sobre la línea de ceros se traza la poligonal del proyecto tratando de lograr alineamientos rectos lo mas largos posibles, así se obtuvo una serie de alineamientos rectos cuyas longitudes, deflexiones y coordenadas se muestran en el cuadro 13.

**Cuadro 13. Alineamientos, longitud, deflexiones**

Estación	Abscisa		Distancia	Deflexión			Azimut			Coordenadas	
				o	'	"	o	'	"	N	E
Punto Ini.	K0+	0	633.899	7	45	46.9	352	14	13.0	20001.67	74659.43
PI # 1	K0 +	633.9	362.933	44	4	36.0 d	36	18	49.0	20629.76	74573.81
PI # 2	K0+	997	248.432	50	24	39.0 i	345	54	10.0	20922.2	74788.75
PI # 3	K1+	245	208.720	89	14	19.7 i	256	39	50.3	21163.15	74728.24
PI # 4	K1+	454	163.209	88	53	20.5 d	345	33	10.9	21115	74525.15
PI # 5	K1+	617	376.760	88	8	57.4 d	73	42	8.4	21273.05	74484.44
PI # 6	K1+	994	325.058	18	53	35.6 i	54	48	32.7	21378.78	74846.06
PI # 7	K2+	319	643.368	61	47	42.6 i	353	0	50.0	21566.11	75111.71
PI # 8	K2+	962	280.011	61	20	35.5 i	291	40	14.5	22204.7	75033.45
PI # 9	K3+	242	136.952	44	38	0.0 i	247	2	14.4	22308.1	74773.23
PI # 10	K3+	379	75.894	75	0	5.4 d	322	2	19.9	22254.67	74647.13
PI # 11	K3+	455	134.889	65	40	39.8 d	27	42	59.7	22314.51	74600.45
PI # 12	K3+	590	168.404	19	54	18.4 d	47	37	18.1	22433.92	74663.19
PI # 13	K3+	759	197.566	48	51	13.9 i	358	46	4.1	22547.43	74787.59
PI # 14	K3+	956	325.965	49	35	45.5 d	48	21	49.7	22744.95	74783.34
PI # 15	K4+	282	251.001	43	22	25.8 i	4	59	23.9	22961.52	75026.96
PI # 16	K4+	533	275.777	43	23	20.9 d	48	22	44.8	23211.57	75048.79
PI # 17	K4+	809	663.485	75	17	19.9 i	333	5	24.9	23394.74	75254.95
PI # 18	K5+	472	416.479	22	34	46.3 d	355	40	11.2	23986.38	74954.66
	K5+	889								24401.67	74923.21

PI # 19			301.819	32 55 57.0 i	322 44 14.2		
PI # 20	K6+	191	1157.068	50 9 10.8 d	12 53 25.0	24641.88	74740.47
PI # 21	K7+	348	298.416	34 58 32.1 i	337 54 52.8	25769.79	74998.59
PI # 22	K7+	646	407.555	78 46 6.8 d	56 40 59.6	26046.31	74886.39
PI # 23	K8+	54	835.492	68 1 12.9 i	348 39 46.6	26270.17	75226.96
PI # 24	K8+	889	841.091	49 53 51.4 i	298 45 55.2	27089.36	75062.72
PI # 25	K9+	730	670.919	159 19 54.0 d	98 5 49.3	27494.11	74325.42
PI # 26	K10+	401	162.007	24 19 19.1 d	122 25 8.4	27399.61	74989.65
PI # 27	K10+	563	419.230	52 12 45.0 i	70 12 23.4	27312.76	75126.41
PI # 28	K10+	982	566.149	41 9 36.2 i	29 2 47.1	27454.73	75520.87
Punto fin.						27949.67	75795.75

Dentro de la poligonal planteada se proyectan las curvas, para el proyecto variante occidental, se utilizaron curvas de transición para lograr un cambio gradual de curvatura. Se trató de empalmar todas las curvas en cero y se realizó la transición del peralte a lo largo de la espiral.

Cuando se trata de curvas en distinto sentido el Instituto Nacional de Vías aclara que se puede prescindir de entretangencia cuando se utiliza curvas de transición, en el caso de curvas del mismo sentido se considerará indeseable por seguridad y estética

Las curvas que se utilizaron para el diseño de este proyecto fueron curvas espiralizadas con sus diferentes tipos de empalme estos son:

- ❖ Espiral Círculo Espiral Simétrica
- ❖ Espiral Círculo Espiral Asimétrica
- ❖ Espiral Espiral Simétrica
- ❖ Espiral Espiral Asimétrica

Esta clase de curvas hace que el diseño sea mas preciso y exacto ya que ofrece mas comodidad y seguridad en todo el recorrido, Los radios utilizados en las

curvas son tomados de acuerdo a la velocidad de diseño según las especificaciones, Como ya se dijo anteriormente la topografía es bastante irregular hecho que se traduce en el empleo de diferentes radios, es importante resaltar que en los tramos de vía situados en el cañón de Catambuco y Gualmatán se utiliza radios inferiores al mínimo. Problema que influye en la velocidad de diseño que se debe reducir en estos tramos, cuando la vía este en servicio se deben señalizar para que los conductores reduzcan la velocidad evitando así accidentes de tránsito.

En lo que se refiere a radios mayores no presentan ningún problema pues los conductores circularan normalmente por la vía pudiendo utilizar velocidades mayores.

El calculo de las curvas, con sus elementos, deflexiones y coordenadas se realizan con base en las siguientes formulas:

## ELEMENTOS GEOMÉTRICOS DE LA CLOTOIDE

$$A^2 = R * L$$

$$Le = 2 * R * \tau_{rad} = \pi * R * \tau^0 / 90 = A (2\tau^0 \pi / 180)^{0.5}$$

$$R = C / 2 / \text{Sen}(G/2)$$

$$R = \frac{90 * Le}{\pi * \tau^0} = \frac{Le}{2\tau_{rad}} = \frac{A}{(2\tau_{rad})^{0.5}} = A(90 / \pi / \tau^0)^{0.5}$$

$$G = 2 * \text{ASN}(c / s / R)$$

$$G = \frac{180 * a}{\pi * R}$$

$$\tau_{red} = \frac{Le}{2R} = \frac{A^2}{2R^2} = \frac{Le^2}{2A^2}$$

$$X = Le \left[ 1 - \frac{\tau^2}{10} + \frac{\tau^4}{216} - \frac{\tau^6}{9360} \right] \quad \tau_{red}$$

$$Y = Le \left[ \frac{\tau}{3} - \frac{\tau^4}{42} + \frac{\tau^5}{1320} - \frac{\tau^7}{75600} \right] \quad \tau_{red}$$

$$\tau^{\circ} = \frac{180 * \tau_{rea}}{\pi}$$

$$\Delta R = Y - R(1 - \text{Cos} \tau^{\circ})$$

$$X_6 * X - \text{Sen} \tau^{\circ}$$

$$TL = X - \frac{Y}{\text{Tan} \tau^{\circ}}$$

$$TC = \frac{Y}{\text{Sen} \tau^{\circ}}$$

$$CL = (X^2 + Y^2)^{0.5}$$

$$\sigma^{\circ} = \text{ATN} \left( \frac{X}{Y} \right)$$

$$\beta^{\circ} = \tau^{\circ} - \sigma^{\circ}$$

$$Lc = \Delta c * \frac{c}{G} = \frac{\pi * R * \Delta c}{180}$$

$$F = \frac{Y}{\text{Cos} \tau^{\circ}}$$

$$\tau_{rad} = \frac{L^2}{2 * R * Le} = \frac{L^2}{2A^2}$$

## SEGÚN TIPO DE EMPALME

**ECE(S):**  $\Delta c^{\circ} = \Delta^{\circ} - 2\tau^{\circ}$

$$Te = Xo + Yo * \text{Tan} \left( \frac{\Delta^{\circ}}{2} \right)$$

$$E = \left[ \frac{Y_0}{\cos\left(\frac{\Delta^\circ}{2}\right)} \right] - R$$

**EE(S):**  $\tau^0 = \frac{\Delta^\circ}{2}$

$$Te = X + Y * \tan \tau^\circ$$

$$E = \left[ \frac{Y}{\cos \tau^\circ} \right]$$

**EE(A):**  $\Delta^\circ = \tau^0_1 + \tau^0_2$

$$T1 = TL1 + (TC1 + TC2) * \frac{\text{Sen} \tau^0_2}{\text{Sen} \Delta^\circ}$$

$$T1 = TL2 + (TC1 + TC2) * \frac{\text{Sen} \tau^0_1}{\text{Sen} \Delta^\circ}$$

**EE(S):**  $\Delta c = \Delta^\circ - \tau_1 - \tau_2$

$$T1 = R * \left| \tan \frac{\Delta^\circ}{2} \right| + \frac{\Delta R2}{\text{Sen} |\Delta^\circ|} - \frac{\Delta R1}{\tan |\Delta^\circ|} + Xo1$$

$$T1 = R * \left| \tan \frac{\Delta^\circ}{2} \right| + \frac{\Delta R1}{\text{Sen} |\Delta^\circ|} - \frac{\Delta R2}{\tan |\Delta^\circ|} + Xo2$$

## COORDENADAS Y DEFLEXIONES

$$L = \frac{Le}{A}$$

$$x = A \left( L - \frac{L^5}{40} + \frac{L^9}{3456} - \frac{L^{13}}{599040} \right)$$

$$y = A \left( \frac{L^3}{6} - \frac{L^7}{336} + \frac{L^{11}}{42240} - \frac{L^{15}}{9676800} \right)$$

$$\sigma^o = ATAN \left( \frac{y}{x} \right)$$

$$\rho = \sqrt{x^2 + y^2}$$

$$\delta = \frac{G}{2c} * lc = \left( \frac{90}{\pi R} \right) * lc$$

## VALORES APROXIMADOS

$$\sigma^o \cong \left\{ \left( \frac{30}{\pi R Le} \right) \right\} * L^2$$

$$\sigma^o \text{ corregido} \cong \sigma^o - \frac{(0.0837 \sigma^{o3} + 5.589 \times 10^{-6} \sigma^{o5})}{3600}$$

$$Le \cong \{(24R + 6\Delta R)\Delta R\}^{0.5}$$

$$Xo \cong \{(6R - \Delta R)\Delta R\}^{0.5}$$

Ubicadas las espirales en la poligonal se obtuvo una longitud total de 10126 mts. Con 28 curvas que se muestran en las carteras de localización en base al siguiente formato, Cuadro 14. Las carteras de localización y transición de peraltado de la totalidad del proyecto se encuentra en los anexos.

Las carteras de localización del proyecto se encuentran en los Anexos E.  
La transición de peraltado del proyecto se encuentra en el Anexo F.

**Cuadro 14. Cartera de localización**

<b>CARTERA DE TRÁNSITO</b> <b>PI # 2. Abscisa k0 + 996.83</b> <b>Tipo de empalme: Espiral Espiral Asimétrica</b>														
ABSCISA	COORDENADAS RECTANGULARES			POLARES Deflexiones			ELEMENTOS GEOMÉTRICOS DE LA CURVA	AZIMUT			COORDENADAS			
	X	Y	$\rho$	o	'	"		o	'	"	NORTE	ESTE		
ET	1079.41	0.00	0.00	0.00	0	0	0.00							
	1070	9.41	0.01	9.41	0	4	0.39	Abscisa PI	996.83	345	58	10.46	21029.61	74761.78
	1060	19.41	0.10	19.41	0	17	2.53	Coordenadas PI		346	11	12.59	21020.48	74764.06
	1050	29.41	0.33	29.41	0	39	7.31	Norte	20922.20	346	33	17.38	21010.76	74766.41
	1040	39.40	0.81	39.41	1	10	14.69	Este	74788.75	346	33	17.38	21001.00	74768.62
	1030	49.37	1.59	49.39	1	50	24.46	$\Delta$	50.41	347	4	24.75	20991.20	74770.59
	1020	59.30	2.75	59.36	1	50	24.46	R	119.61	347	44	34.53	20981.34	74772.26
	1020	59.30	2.75	59.36	2	39	36.24			348	33	46.31	20971.42	74773.55
	1010	69.16	4.39	69.30	3	37	49.32	Le	105.58	349	31	59.39	20961.46	74774.37
	1000	78.92	6.56	79.19	4	45	2.53	A	112.56	350	39	12.59	20951.46	74774.64
	990	88.53	9.34	89.02	4	45	2.53			350	39	12.59	20951.46	74774.64
	980	97.91	12.78	98.74	6	1	14.05	$\tau\epsilon$ Rad	0.44	351	55	24.12	20941.47	74774.28
	980	97.91	12.78	98.74	7	26	21.25	$\tau\epsilon$ GRADOS	25.21	353	20	31.32	20931.53	74773.23
EE	973.83	103.56	15.27	104.67	8	23	16.71	X	103.56	354	17	26.78	20925.45	74772.19
EE	973.83	103.56	15.27	104.67	8	23	16.71	Y	15.27	27	55	32.36	20925.45	74772.19
	970	100.06	13.69	101.00	7	47	30.73	$\Delta R$	3.84	28	31	18.35	20921.70	74771.39
	960	90.74	10.08	91.30	6	20	18.92	Xo	52.45	29	58	30.16	20912.05	74768.78
	950	81.18	7.15	81.50	5	2	2.03	Yo	123.84	31	16	47.05	20902.61	74765.48
	940	71.45	4.84	71.62	3	52	42.92	TL	71.11	32	26	6.16	20893.41	74761.58
	930	61.61	3.09	61.69	2	52	23.58	TC	35.86	33	26	25.50	20884.44	74757.16
	920	51.69	1.82	51.72	2	1	5.31	CLe	104.67	34	17	43.77	20875.70	74752.31
	910	41.73	0.96	41.74	1	18	48.91	$\sigma\epsilon^\circ$	8.40	35	0	0.16	20867.16	74747.11
	900	31.74	0.42	31.75	0	45	34.85	F	16.88	35	33	14.23	20858.79	74741.63
	890	21.75	0.14	21.75	0	21	23.34	$\beta^\circ$	16.80	35	57	25.73	20850.57	74735.94
	880	11.75	0.02	11.75	0	6	14.48	G	4.81	36	12	34.60	20842.44	74730.11
	870	1.75	0.00	1.75	0	0	8.29	Te	110.74	36	18	40.79	20834.37	74724.20
TE	868.25	0.00	0.00	0.00	0	0	0.00	Ee	16.88	36	18	49.08	20832.97	74723.17
								Cuerda	10.00					

## 7. DISEÑO EN PERFIL

### 7.1 CONCEPTOS GENERALES

El alineamiento vertical o diseño geométrico en perfil, es la proyección del eje real de la vía sobre una superficie vertical paralela al mismo. Dicha proyección mostrara la longitud real del eje de la vía el cual se denomina también rasante o subrasante.

En el estudio sobre alineamiento horizontal de carreteras se precisó que la velocidad de diseño es norma de control para los peraltes y las distancias de visibilidad que determinan la seguridad en el tránsito, y que esa velocidad, por razones de economía en la explotación, debe ser la mas uniforme y alta que permitan las condiciones topográficas de la zona escogida y el costo de la construcción.

En el diseño en perfil la influencia de las pendientes es notable en la regulación de las velocidades que puedan desarrollar los vehículos, particularmente los de mayor peso. De hay la importancia de establecer las relaciones entre unas y otras para ser concordantes las normas de diseño en planta y perfil, para determinar así las pendientes máximas y la longitud máxima aceptable para tales pendientes.

El alineamiento vertical está formado por la rasante, constituida por una serie de rectas enlazadas por arcos verticales parabólicos, a los cuales dichas rectas son tangentes. La inclinación de la rasante depende principalmente de la topografía de la zona que atraviesa, del alineamiento horizontal, de la visibilidad, de la velocidad del proyecto, de los costos de construcción, de los costos de operación, del porcentaje de vehículos pesados y de su rendimiento en rampas.

Tan importante como para el alineamiento horizontal, es determinante en el alineamiento vertical el relieve del terreno, con el objeto de no encarecer los costos de construcción y operación. Por tal razón:

-En terreno plano, el alineamiento sigue la topografía, exigiendo especial énfasis en el drenaje; donde se deben lograr pendientes adecuadas en las cunetas para evacuar que puedan evacuar las aguas lluvias a las alcantarillas.

-En terreno ondulado, en general las rasantes son onduladas;

-En terreno montañoso, el alineamiento está condicionado por las restricciones y condiciones topográficas;

-En los terrenos escarpados, el alineamiento vertical está definido, por las divisorias de aguas.

El alineamiento vertical y el alineamiento horizontal deben ser consistentes y balanceados, en forma tal que los parámetros del primero correspondan y sean congruentes con los del alineamiento horizontal. Lo ideal es la obtención de rasantes largas con un ajuste óptimo de curvas verticales y curvas horizontales a las condiciones del tránsito y a las características del terreno.

## 7.2 PENDIENTES

Las pendientes del eje de la carretera pueden producir variaciones en la velocidad de operación de los vehículos. Si la pendiente es cero, es decir si el tramo es horizontal no afecta la velocidad; si es negativa o sea que baja en el sentido del abscisado, los conductores tendrán que reducir la velocidad por razones de seguridad; y si es positiva, o sea que sube en el sentido considerado, la componente del peso del vehículo paralela a la superficie de la vía se opone a la fuerza de tracción, lo cual hace especialmente que los vehículos pesados (camiones) reduzcan su velocidad y que esa reducción sea tanto más rápida cuanto mayor sea la pendiente de la carretera; Las pendientes recomendadas por el Instituto Nacional de Vías se encuentran en el cuadro 15. Se toma como pendiente máxima el 8%, de acuerdo al tipo de terreno (Montañoso) y la velocidad de diseño de 60 km/h.

**Cuadro 15. Pendiente máxima según velocidad de diseño**

Tipo de Carretera	Tipo de Terreno	VELOCIDAD DE DISEÑO (Km/h)									
		30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Carretera Principal de dos calzadas	Plano	-	-	-	-	-	-	4	3	3	3
	Ondulado	-	-	-	-	-	5	5	4	4	4
	Montañoso	-	-	-	-	-	6	6	5	5	5
	Escarpado	-	-	-	-	-	7	6	6	6	-
Carretera Principal de una calzada	Plano	-	-	-	-	5	4	4	3	-	-
	Ondulado	-	-	-	6	6	5	5	4	-	-
	Montañoso	-	-	-	8	7	7	6	-	-	-
	Escarpado	-	-	-	8	8	7	-	-	-	-
Carretera Secundaria	Plano	-	-	7	7	7	6	-	-	-	-
	Ondulado	-	11	10	10	9	8	-	-	-	-
	Montañoso	-	12	11	11	10	-	-	-	-	-
	Escarpado	15	14	13	12	-	-	-	-	-	-
Carretera Terciaria	Plano	-	7	7	7	-	-	-	-	-	-
	Ondulado	11	11	10	10	-	-	-	-	-	-
	Montañoso	14	13	13	-	-	-	-	-	-	-
	Escarpado	16	15	14	-	-	-	-	-	-	-

Fuente: Manual de diseño Geométrico INVIAS.

**7.2.1 Longitud crítica de pendiente.** Es la máxima longitud en subida sobre la cual un camión cargado puede operar sin ver reducida su velocidad por debajo de un límite fijado.

Estos valores se establecen de acuerdo con la capacidad y potencia de un camión tipo considerado como vehículo de diseño.

El Ministerio de Obras Públicas de Colombia recomienda adoptar como longitud crítica de una pendiente, la pendiente horizontal necesaria medida desde el comienzo de esta pendiente para que un vehículo en ascenso, alcance una altura de 15 mts de la pendiente dada. Estos datos se calcularon y se consignan en el Cuadro 16.

**Cuadro 16. Longitud crítica de pendiente**

LONGITUD CRITICA DE PENDIENTES						
Pendiente de Subida %	3	4.29	6.00	7.50	8.82	10.00
Longitud Crítica de Pendiente (mts)	500	350	250	200	170	150

Se debe tener en cuenta que, en los terrenos planos el alineamiento vertical puede ceñirse a la topografía para reducir el movimiento de tierra. Es aconsejable adoptar una pendiente mínima para la evacuación de agua por las cunetas, estas pendientes son:

Pendiente mínima para terrenos planos 0.3% y para terrenos montañosos 0.5%. Teóricamente la pendiente más económica es aquella que permita al vehículo subir en alta velocidad a la velocidad más eficiente con el menor consumo de combustible.

Desde este punto de vista las pendientes entre 3 y 5 % resultarían más económicas y eficientes; sin embargo, difíciles de lograr en terrenos con topografía variable como en este caso.

### 7.3 CURVAS VERTICALES

Se utilizan para empalmar dos tramos de pendientes constantes determinadas para suavizar la transición de una pendiente a otra en el movimiento vertical de los vehículos, también ayudan en la seguridad, comodidad y apariencia de la vía, las más utilizadas son los arcos parabólicos que producen un cambio constante de pendiente. En el proyecto, se utilizan curvas simétricas respecto al PIV, sus medidas como en todos los trabajos topográficos se hacen horizontal y verticalmente.

El punto común de una tangente y una curva vertical en el origen de ésta, se representa como PCV y como PTV el punto común de la tangente y la curva al final de ésta. Al punto de intersección de dos tangentes consecutivas se le denomina PIV, y a la diferencia algebraica de pendientes en ese punto se le representa por la letra A. Las curvas verticales pueden ser cóncavas o convexas.

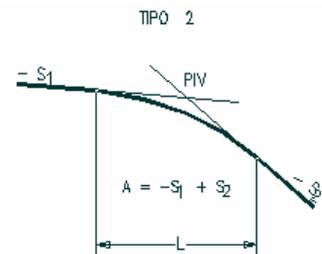
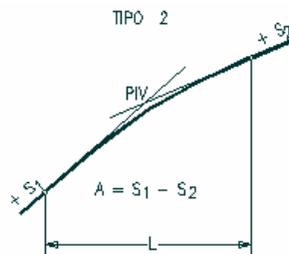
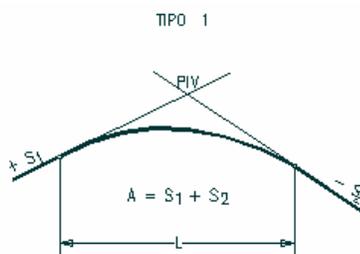
Para una operación segura de los vehículos al circular sobre curvas verticales, especialmente si son convexas, deben obtenerse distancias de visibilidad adecuadas, como mínimo iguales a la de parada.

Debido a los efectos dinámicos, para que exista comodidad es necesario que la variación de pendiente sea gradual, situación que resulta más crítica en las curvas cóncavas, por actuar las fuerzas de gravedad y centrífuga en la misma dirección.

Debe también tenerse en cuenta el aspecto estético, puesto que las curvas demasiado cortas pueden llegar a dar la sensación de quiebre repentino, hecho que produce cierta incomodidad. Figura 40.

**Figura 40. Tipos de curvas verticales**

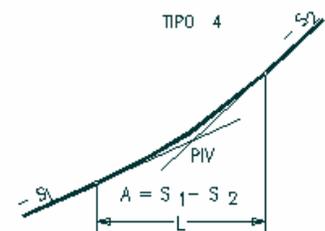
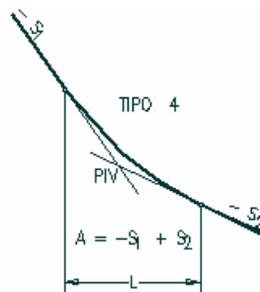
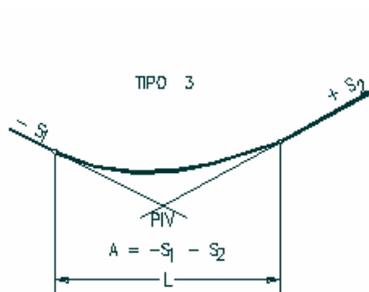
### CURVAS VERTICALES CONVEXAS



$S_1$  = Pendiente de entrada  
 $S_2$  = Pendiente de salida

$A$  = Diferencia de pendientes  
 $L$  = Longitud de la curva

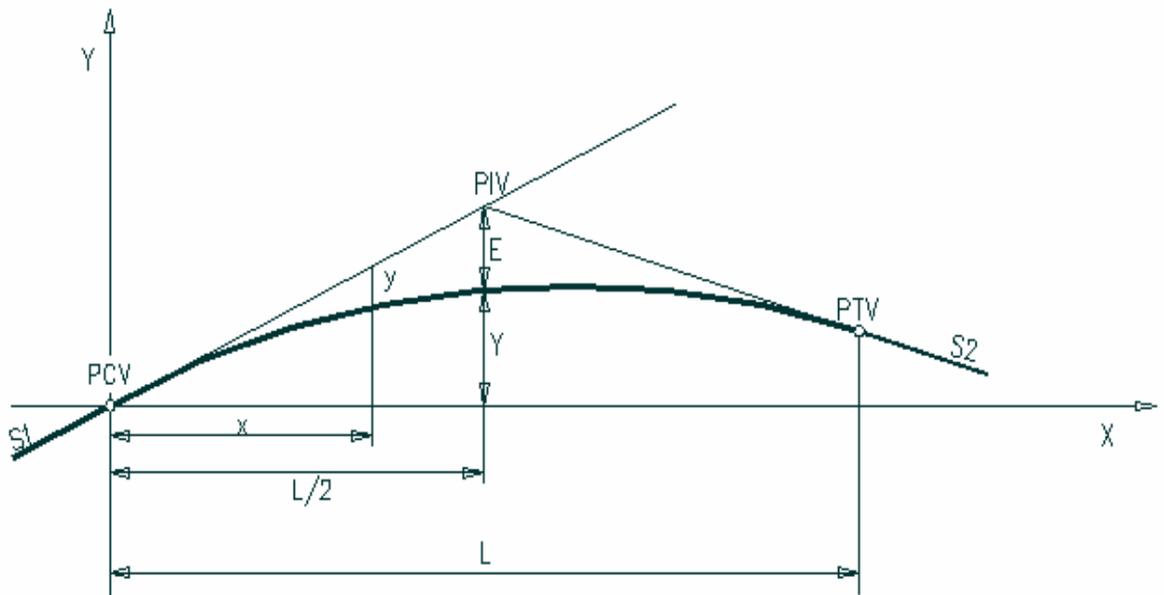
$K$  = Variación por unidad de pendiente  $K = L/A$



### CURVAS VERTICALES CÓNCAVAS

La curva vertical recomendada es la parábola cuadrática, cuyos elementos principales y expresiones matemáticas se incluyen a continuación, tal como se aprecia en la Figura 41.

**Figura 41. Elementos de la curva vertical**



L = Longitud de la curva vertical, medida por su proyección horizontal, (m).

S1 = Pendiente de la tangente de entrada, (%).

S2= Pendiente de la tangente de salida, (%).

A = Diferencia algebraica de pendientes, o sea

$$A = |S_1 - S_2|$$

E = Externa: Ordenada vertical desde el PIV a la curva, que se determinará así:

$$E = \frac{A}{200 L} \left(\frac{L}{2}\right)^2$$

X = Distancia horizontal a cualquier punto de la curva desde el PCV o PTV, (m)

Y = Ordenada vertical en cualquier punto (m) y, se calcula mediante la expresión:

$$Y = \frac{A}{200 L} (X)^2$$

Esta ordenada se le resta a las cotas de las tangentes en las curvas verticales tipo 1 y 2 y se le suma en las tipos 3 y 4

PCV = Principio de la curva vertical.

PIV = Punto de intersección de las tangentes verticales.

PTV = Terminación de la curva vertical.

Para determinar la longitud de las curvas verticales se debe tener en cuenta:

- a. Criterios de comodidad. Se aplica al diseño de curvas verticales cóncavas, en donde la fuerza centrífuga que aparece en el vehículo al cambiar de dirección, se suma al peso propio del vehículo. Generalmente queda englobado siempre por el criterio de seguridad.
- b. Criterios de operación. Se aplica al diseño de curvas verticales con visibilidad completa, para evitar al usuario la impresión de un cambio súbito de pendiente.
- c. Criterios de drenaje. Se aplica al diseño de curvas verticales convexas o cóncavas, cuando están alojadas en corte. Para advertir al diseñador la necesidad de modificar las pendientes longitudinales de las cunetas.
- d. Criterio de seguridad. Se aplica a curvas cóncavas y convexas. La longitud de la curva debe ser tal, que en toda la curva la distancia de visibilidad sea mayor o igual a la de parada. En algunos casos, el nivel de servicio deseado puede obligar a diseñar curvas verticales con la distancia de visibilidad de adelantamiento.

En el diseño vertical de la variante occidental, se puede identificar que los cortes son mayores que los rellenos por las irregularidades en el terreno donde se plantea la vía y bajo las condiciones que se plantean por la administración. En la mayoría de tramos de la vía se utilizan pendientes manejables a longitudes menores que la longitud crítica sin ningún problema, exceptuando los cortes, que como ya se dijo son inevitables por la topografía y donde lo único que se puede hacer es disminuirlos.

El tramo más crítico del proyecto es el cañón del Cuscungo donde la pendiente es más alta que la especificada sin quedar una alternativa de solución. Los cálculos y elementos de las curvas verticales se resumen en la cartera. Cuadro 17 y el total en los anexos G.

**Cuadro 17. Cartera de Curvas verticales**

CARTERA DE NIVEL					
PIV #10 Abscisa K2 + 924.19					
PUNTO	ABSCISAS	COTA TANG.	CORREC.	COTA ROJA REAL	ELEMENTOS
PCV	2874.19				
	2874.19	2865.23	0.00	2865.23	P entrada 2.88
	2884.19	2865.52	0.05	2865.47	P salida -7.13
	2894.19	2865.81	0.20	2865.61	A -0.10
	2904.19	2866.10	0.45	2865.65	L 50.00
PIV	2914.19	2866.39	0.80	2865.59	Cota PIV 2866.68
	2924.19	2866.68	1.25	2865.42	Abscisa PIV 2924.19
	2934.19	2865.96	0.80	2865.16	R -0.002
	2944.19	2865.25	0.45	2864.80	cuerda 10.00
	2954.19	2864.54	0.20	2864.34	
PTV	2964.19	2863.82	0.05	2863.77	
	2974.19	2863.11	0.00	2863.11	
	2974.19				

## **8. CUBICACIÓN**

Cubicar es el proceso de medir el volumen de un cuerpo con la capacidad de un hueco para apreciarlos en unidades cúbicas; en este caso, consiste en cuantificar el volumen en corte y terraplén que se tienen a lo largo del proyecto.

Los cortes y rellenos surgen a partir de la asignación de las pendientes especificadas para el diseño de curvas verticales obteniendo así una cota de trabajo que se representa con el signo “+” si se trata de corte y con el signo “-” si se trata de relleno.

En un proyecto se debe buscar el equilibrio entre los volúmenes de corte y terraplén para que los primeros se construyan con los segundos. Muchas veces esta compensación es difícil de lograr pues la naturaleza del terreno o la calidad de materiales impide la compensación y utilización de materiales.

### **8.1 TALUDES**

Se denominan taludes los planos laterales que limitan las excavaciones en corte y los volúmenes en terraplén en la construcción de vías.

Los taludes se miden por el ángulo que forman tales planos con la vertical en cada sección recta de la vía; medida determinada en tanto por uno en el que la unidad tiene sentido vertical, así en los cortes se utilizó taludes de  $\frac{1}{2}$  por 1, en terraplén se utilizó taludes de 1 por 1 y 1.5 por 1. Estos valores se adoptaron superando los estipulados en la tabla 3.5.5 del Manual de diseño Geométrico del INVIAS, por seguridad en el prediseño, de acuerdo a la magnitud del movimiento de tierra, Es necesario aclarar que el estudio de suelos para la etapa de diseño final es indispensable para determinar estos valores.

### **8.4 ESTACAS DE CHAFLÁN Y DE CEROS**

Las estacas de chaflán se colocan en el terreno en los puntos donde los taludes de corte o terraplén cortan la superficie del terreno. Existen dos procedimientos para la localización de esas estacas: uno es de ejecución directa en el terreno en cada punto abscisado del eje de la vía y otro en el levantamiento del perfil transversal. Para obtener las secciones transversales de este proyecto se utilizó el mismo procedimiento teórico que se lleva a cabo en el campo tomando las formulas según el caso.

Ubicado en el plano el eje del proyecto se encuentra la pendiente natural del terreno midiendo una distancia y la diferencia de cotas entre los extremos; de

acuerdo con esto, se asume una distancia “d” que con la pendiente del terreno permite encontrar una altura “h”. Seguidamente se calcula la distancia “d” y se compara con la asumida hasta que sean iguales, punto en el cual se ubica en el chaflán los cálculos y procedimientos que se indican en el cuadro 18. y Anexo H. Chaflanes

**8.2.1 Estacas de ceros.** Son los puntos en los cuales se pasa de corte a terraplén o viceversa, es decir, donde ambos valen cero. Los puntos de cero pueden estar sobre una sección transversal o a lo largo del eje, del borde de la banca o de cualquier otra línea longitudinal.

La ubicación de estos puntos indican la aparición de secciones mixtas en el proyecto.

Después de determinar la totalidad de puntos de chaflán cada veinte metros se obtuvieron 508 secciones representadas en el plano correspondiente.

Posteriormente, se calculan las áreas de dichas secciones gráficamente mediante la utilización del programa Auto CAD. En el transcurso del proyecto, se obtuvieron grandes volúmenes de corte presentes principalmente en las depresiones de los cursos de agua de las Quebradas Catambuco, Gualmatán, Mijitayo y el Cuscungo que no se compensan con los rellenos, aclarando que en el diseño en perfil las pendientes utilizadas se adaptaban a las vías existentes por lo cual se generaron estos cortes, se plantea entonces una nueva alternativa que siguiendo la ruta escogida por la Secretaria de Planeación, lleve las pendientes en dirección contraria a la primera alternativa, lo que implica la utilización de puentes con mayor longitud y mayores volúmenes de relleno que se deben analizar y comparar en lo que se refiere a costos.

**Cuadro 18. Cartera de Chaflanes**

CARTERA DE CHAFLANES																	
Abscisa	Cota Terreno	Cota Proyecto	Talud	Peralte		SECCIONES TRANSVERSALES						AREA		VOLUMEN			
				PD	PI	Chaflán Iz	Eje	Chaflán Der	Corte	Relleno	Corte	Relleno					
KO +	0.00	2893	2892.15	1.68	Corte 1:1/2	Relleno 1 1/2:1	2	2	1.95	0.85	0.00	-1.20	15.08	0.25	198.89	18.73	
	20.00	2892.4	2892.67		Corte 1:1/2	Relleno 1 1/2:1	2	2	7.98		6.20	8.73	5.58	1.88	77.72	72.75	
									1.55	-0.27	-0.27						
	40.00	2892.3	2892.66		Corte 1:1/2	Relleno 1 1/2:1	2	2	7.78		7.41		2.41	5.74	5.74	194.70	
									1.42	-0.36	-0.58						
	60.00	2891.8	2892.93		Relleno 1 1/2:1	Relleno 1 1/2:1	2	2	7.71		7.86						
									-0.32	-1.13	-1.66			14.37		434.42	
	80.00	2891.6	2893.19		Relleno 1 1/2:1	Relleno 1 1/2:1	2	2	7.48		9.49						
									-1.87	-1.59	-0.36			29.07		628.28	
	100.00	2891.6	2893.46		Relleno 1 1/2:1	Relleno 1 1/2:1	2	2	9.81		7.56						
									-1.86	-1.86	-4.00			33.76		630.47	
	120.00	2891.9	2893.72		Relleno 1 1/2:1	Relleno 1 1/2:1	2	2	9.79		13.00						
									-1.33	-1.82	-3.10			29.29		692.04	
	140.00	2891.6	2893.98		Relleno 1 1/2:1	Relleno 1 1/2:1	2	2	9.00		11.62						
									-2.11	-2.38	-3.02			39.92		802.82	
	160.00	2891.8	2894.24		Relleno 1 1/2:1	Relleno 1 1/2:1	2	2	10.17		11.53						
									-2.17	-2.44	-2.75			40.36		740.99	
	180.00	2892.7	2894.50		Relleno 1 1/2:1	Relleno 1 1/2:1	2	2	10.26		11.23						
									-1.81	-1.80	-3.48			33.73		643.51	
	200.00	2892.9	2894.77		Relleno 1 1/2:1	Relleno 1 1/2:1	2	2	9.72		12.18						
									-0.95	-1.87	-3.56			30.62		618.29	
	220.00	2893.2	2895.03		Relleno 1 1/2:1	Relleno 1 1/2:1	2	2	8.43		12.34						
									-1.12	-1.83	-4.46			31.21		624.32	
	240.00	2893.5	2895.29		Relleno 1 1/2:1	Relleno 1 1/2:1	2	2	8.68		13.72						
									-1.30	-1.79	-3.46			31.22		644.37	
	260.00	2893.8	2895.55		Relleno 1 1/2:1	Relleno 1 1/2:1	2	2	8.95		12.16						
									-1.50	-1.75	-3.42			33.22		545.14	
	280.00	2894.3	2895.81	Relleno 1 1/2:1	Relleno 1 1/2:1	2	2	9.25		12.16							
								-1.05	-1.51	-1.78			21.30		310.34		
	300.00	2895.3	2896.08	Relleno 1 1/2:1	Relleno 1 1/2:1	2	2	8.58		9.49							
								-0.37	-0.78	-1.55			9.74	11.27	64.92		
	320.00	2896.4	2896.32	Corte 1:1/2	Corte 1:1/2	2	2	7.56		9.40							
								0.90	0.08	-0.09		5.80	60.40	178.51			
	340.00	2897.3	2896.52	Corte 1:1/2	Corte 1:1/2	2	2	7.45		7.05							
								0.99	0.78	0		12.05		339.98			
								7.50		9.5							

## 8.5 DETERMINACIÓN DE VOLÚMENES

El volumen de material que se debe cortar y el que se debe colocar para formar rellenos en la construcción de una carretera se calculan sumando los cortes o los rellenos parciales que se hallan entre secciones transversales consecutivas distantes entre sí 20 metros, sin embargo, el volumen no se puede calcular con gran exactitud pues, el cuerpo geométrico al cual se tratan de asimilar tiene como una de sus caras la superficie del terreno que es más o menos irregular. Se utilizan entonces fórmulas que dan valores aproximados a los posibles valores reales; la exactitud depende de la cantidad de datos que se utilicen.

El caso más sencillo es el de encontrar secciones homogéneas en corte o terraplén; aquí se puede utilizar formulas sencillas de figuras prismoidales. El volumen del prismoide se calcula según la expresión:

$$V=L/6*(A1+A2+4Am)$$

Donde:

V volumen del prismoide ( $m^3$ )

A1: Área de la sección transversal extrema inicial ( $m^2$ )

A2: Área de la sección transversal extrema final ( $m^2$ )

L: Distancia entre las secciones transversales (m)

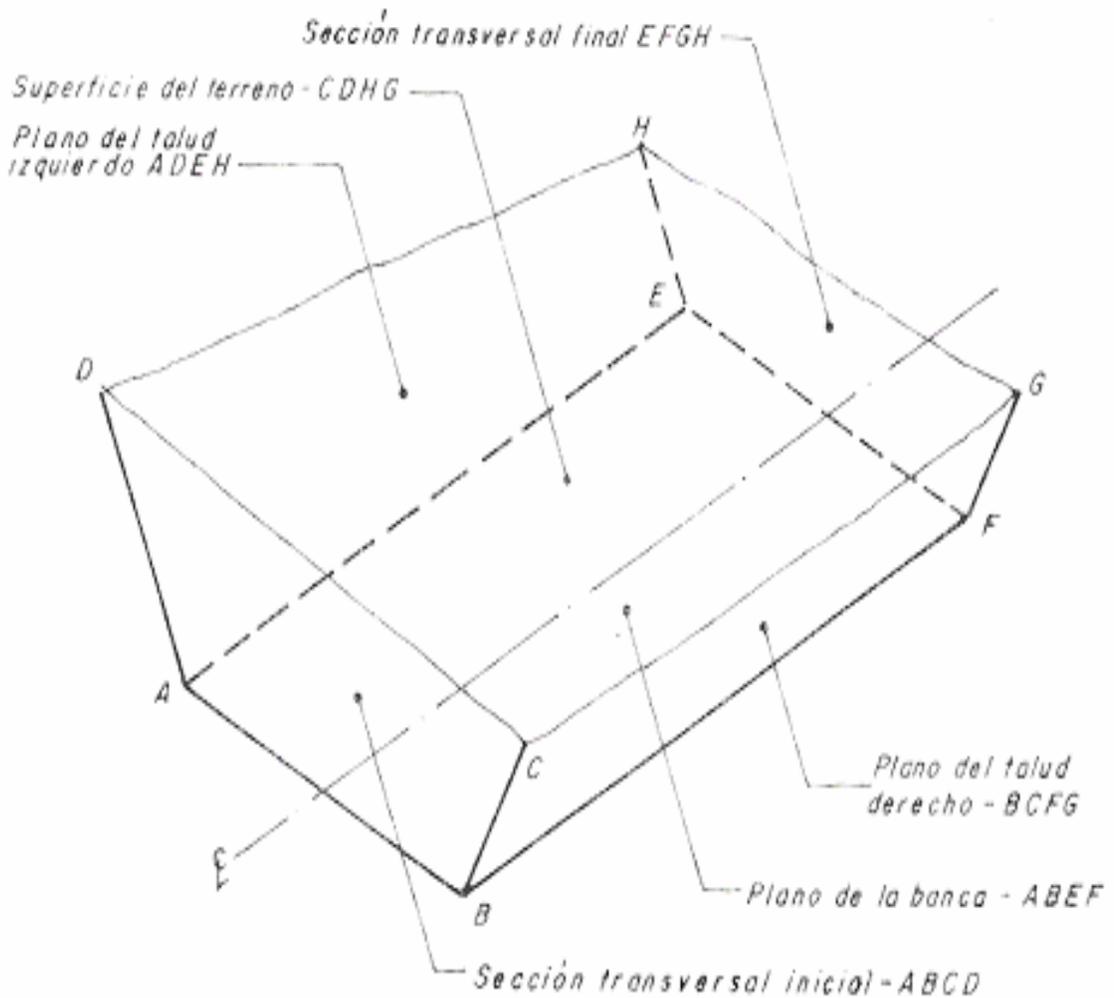
AM: Área de la sección media ( $m^2$ ). Es aquella sección situada exactamente a L/2

En el caso de secciones compuestas los volúmenes se calculan de la siguiente forma.

Volumen de corte = Tronco de piràmide =  $L^2/3*(A2+A3+\sqrt{(A2*A3)})$ .

Volumen en terraplén = piramoide=  $A4*L^2/3$ .

**Figura 42. Determinación de Volúmenes (prismoide)**



### El prismoide

El volumen en curvas tienen un tratamiento especial por cuanto se debe considerar la excentricidad de las secciones y los volúmenes deben tener una corrección, pues se deberían calcular geoméricamente como sólidos de revolución de acuerdo con el teorema de Pappus; sin embargo, el sistema usual en Colombia para este cálculo es el denominado de las áreas medias que se aplica para volúmenes tanto en tangentes como en curvas sin hacer ningún tipo de corrección por excentricidad. Este sistema es aceptado bajo el criterio de que no es posible la aplicación de cálculos, dadas las irregularidades del terreno y los errores alternantes pueden compensarse y no acumularse en un solo sentido. Además se debe tener en cuenta que no existe información sobre el material presente, por lo cual no se puede llegar a una conclusión exacta, el cálculo de

áreas y volúmenes en corte y terraplén se consignan en el cuadro 19, Áreas y volúmenes

#### **8.4 DIAGRAMA DE MASAS**

El proyecto de alineamiento vertical o de diseño de la subrasante en el perfil debe realizarse bajo un doble punto de vista: la aplicación de especificaciones sobre el diseño geométrico tanto en pendientes y distancias de visibilidad y de economía en el costo de movimiento de tierras.

Cuando se diseña el perfil longitudinal de una vía se trata de lograr que el volumen de corte y terraplén sean aproximadamente iguales, para hacer un análisis de esta situación se hace una grafica continua que representa el volumen acumulado neto del material, desde una estación inicial dada tomando los cortes positivos y los rellenos negativos se dibuja el perfil para comparar los movimientos de tierra y su compensación; como ya se dijo anteriormente el proyecto presenta un volumen de corte mucho mayor que el terraplén razón por la cual se debe analizar las posibilidades de transporte de material y en el caso de continuar en la siguiente fase del proyecto se debe identificar el tipo de material para determinar si se puede o no utilizar. Por otro lado también se debe obtener un coeficiente de expansión de suelo presente para sustituir el teórico.

La cartera de masas muestra la gran diferencia entre cortes y rellenos, por obvias razones el volumen acumulado es de  $1416130.97 \text{ m}^3$  con signo positivo lo que indica que todo este material se debe cortar, esto es causado por las irregularidades del terreno que se deben adecuar para tratar de conseguir las especificaciones del proyecto, que en uno de los tramos mas críticos no se pudieron lograr, viéndose la necesidad de utilizar pendientes mayores para terminar el diseño de la vía por esta ruta.

Del diagrama de masas que representa este volumen acumulado se observa que existe una leve compensación, el diagrama de masas se hace en base a una cartera obtenida de los volúmenes de corte y relleno que se van acumulando a lo largo de las abscisas. Para nuestro cálculo se adopto valores de variación de volúmenes para corte y relleno de 0.75, valores que cuando no se cuenta con el estudio de suelos se pueden adoptar y están aceptados por el Ministerio de Obras públicas para un prediseño. El diagrama de masas presentado es a título informativo y no se debe tomar para un diseño definitivo. Anexo I. Cartera de masas.

En una segunda opción de diseño se puede observar una compensación entre relleno y corte aceptable, que implica utilizar un mayor volumen de relleno en varios tramos de la vía, enfrentándose así a bases de gran magnitud para conformar el talud. Lo cual traería incomodidad en los sectores poblados y mayor

cuidado en la construcción de terraplenes, se debe analizar también al igual que en la primera opción la posibilidad de utilizar el material de corte.

**Cuadro 19. Áreas y volúmenes**

CALCULO DE ÁREAS			CALCULO DE VOLÚMENES	
ABSCISA	CORTE	RELLENO	CORTE (+)	RELLENO (-)
0	15.0777	0.2469	198.89	18.73
20	5.5821	1.8811	77.72	72.75
40	2.4089	5.7437	16.06	194.70
60		14.3747		434.415
80		29.0668		628.279
100		33.7611		630.471
120		29.286		692.036
140		39.9176		802.818
160		40.3642		740.989
180		33.7347		643.509
200		30.6162		618.294
220		31.2132		624.318
240		31.2186		644.37
260		33.2184		545.14
280		21.2956		310.338
300		9.7382	11.27	64.92
320	5.7979		178.514	
340	12.0535		339.977	
360	21.9442		604.184	
380	38.4742		797.079	
400	41.2337		831.674	
420	41.9337		758.928	
440	33.9591		584.841	
460	24.525		558.93	
480	31.368		668.906	
500	35.5226		745.428	
520	39.0202		801.682	
540	41.148		836.697	
560	42.5217		827.324	
580	40.2107		791.924	
600	38.9817		701.595	
620	31.1778		487.362	
640	17.5584		256.79	5.30
660	8.6422	0.7947	224.08	5.30
680	13.9782		294.85	5.08
700	15.5199	0.7617	299.21	9.96
720	14.4077	0.2748	275.96	2.80
740	13.1976	0.0401	338.26	0.27
760	20.9239		388.44	2.93
780	17.9576	0.4393	227.70	25.95
800	5.9023	2.4222	189.86	45.81

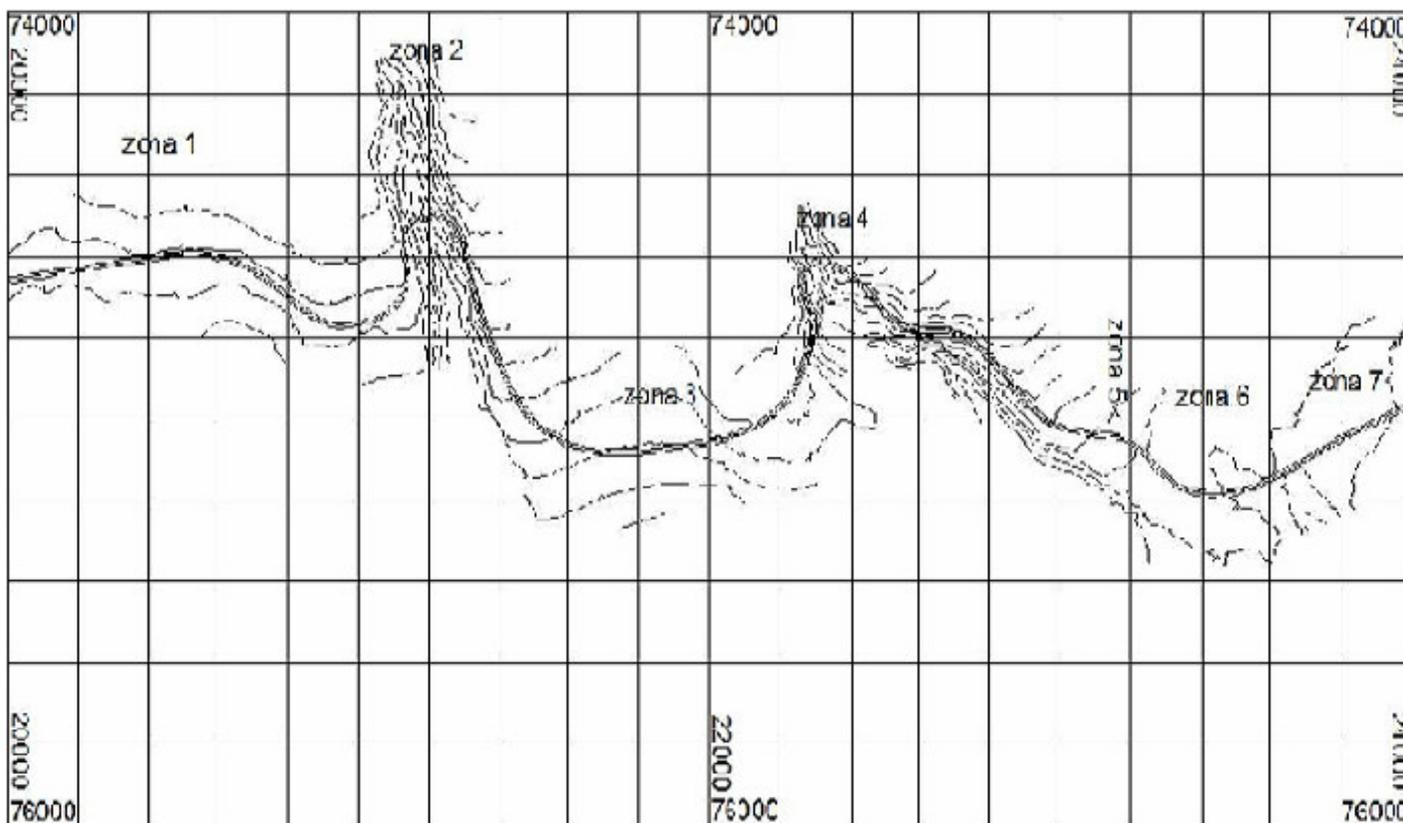
## 9. COSTO APROXIMADO DE PREDIOS AFECTADOS

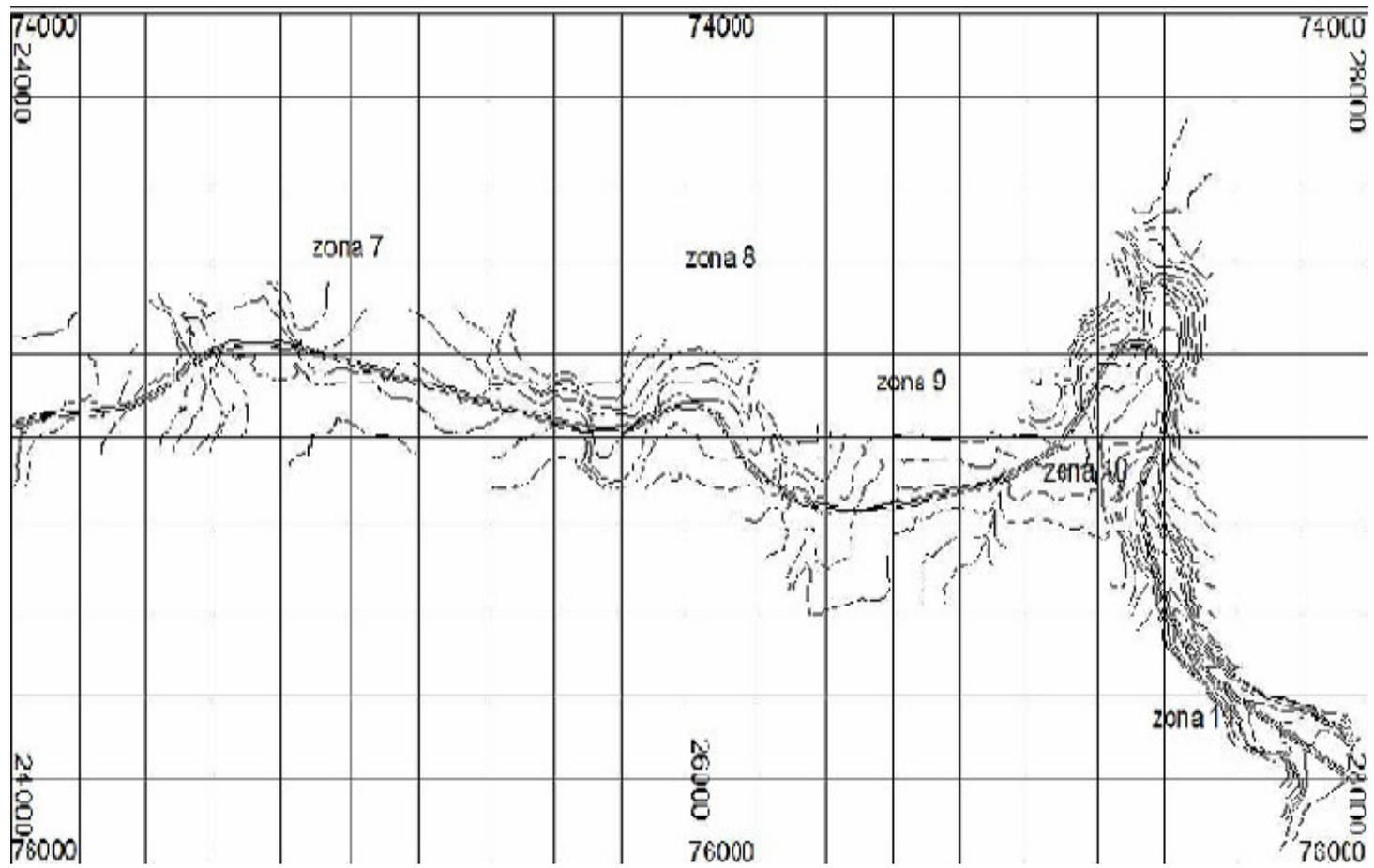
Para la valoración económica de los predios afectados se dividió la longitud total del proyecto en zonas homogéneas de acuerdo a la productividad, actividades económicas y la topografía, factores que pueden incrementar o disminuir el valor del metro cuadrado o hectárea de terreno.

Bajo estas consideraciones se pueden distinguir las siguientes zonas:

- ❖ Zona 1: ubicada entre la vía Panamericana y Catambuco, por tratarse de haciendas dedicadas a la ganadería tienen un mayor valor por hectárea
- ❖ Zona 2: corresponde a zonas de mayor pendiente y menor fertilidad donde la actividad agrícola no es muy importante (Cañón Quebrada Catambuco).
- ❖ Zona 3: son tierras relativamente planas dedicadas al cultivo de trigo
- ❖ Zona 4: similar a la zona 2 (Quebrada Gualmatán)
- ❖ Zona 5: son tierras con las mismas características iguales a la zona 3
- ❖ Zona 6: corresponde a una zona de problemática social pues la vía afecta algunas construcciones y al valor del predio se adiciona el valor de las construcciones que en este caso no son muy valiosas por sus materiales y antigüedad
- ❖ Zona 7: se presentan cultivos de trigo en tierras de fertilidad media se presenta gran cantidad de rocas volcánicas
- ❖ Zona 8: es una zona de problemática social, en este caso la vía atraviesa la vereda Anganoy en un sector casi urbano, razón por la cual un gran número de viviendas se ve afectado, se debe tener en cuenta el valor del terreno y de la construcción, además en el futuro la problemática que se generaría con la reubicación.
- ❖ Zona 9: son tierras muy productivas dedicadas al cultivo de hortalizas y la ganadería, a diferencia de los predios de Catambuco además de haciendas se encuentran pequeñas parcelas que en algunos casos se deberían comprar en su totalidad.
- ❖ Zona 10: Cañón del Cuscungo es una zona bastante escarpada y rocosa de poco valor, sin embargo, se debe tener en cuenta el aspecto ambiental pues se trata de una reserva de agua
- ❖ Zona 11: es un sector que forma parte del perímetro urbano por lo cual tiene un valor económico mayor. Figura 43 y 44.

Figura 43 y 44. Valoración económica de predios afectados





El valor del metro cuadrado o hectárea de terreno en las diferentes zonas, y la longitud de las mismas se presentan en el cuadro 20.

El costo aproximado para la compra de predios a lo largo de todo el proyecto es de 3298032000 pesos, para estimar este valor se midió los metros cuadrados de terreno utilizados por la vía; en el caso de lotes construidos se tomo un 50 % como valor base para metro cuadrado de construcción.

**Cuadro 20. Valor aproximado de predios**

VALOR APROXIMADO DE PREDIOS AFECTADOS VIA VARIANTE OCCIDENTAL				AREA AFECTADA		
ZONAS	LONGITUD D	LONGITUD HASTA	VALOR	valor en m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	Costo Aprox. de terreno
1	0	1050	45-60 Millones/Ha	5250	25200	132300000
2	1050	1900	3 Millones/Ha	300	17000	5100000
3	1900	2580	15-20 Millones/Ha	1750	13800	23800000
4	2580	4080	2-3 Millones/Ha	250	29800	7400000
5	4080	4280	15-20 Millones/Ha	1750	4000	7000000
6	4280	4600	50000-80000 m <sup>2</sup> Terreno y	65000	4800	312000000
			60000 m <sup>2</sup> de Construcción	60000		144000000
7	4600	6800	15-20 Millones/Ha	1750	46000	80500000
8	6800	7700	50000-80000 m <sup>2</sup> de Terreno y	65000	18000	1170000000
			60000 m <sup>2</sup> de Construcción	60000		540000000
9	7700	8600	15000-20000 m <sup>2</sup> de Terreno	17500	18000	315000000
10	8600	9730	2-3 Millones/Ha	250	22800	5650000
11	9730	10126,63	60000-80000 m <sup>2</sup> de Terreno	70000	7932,6	555282000
TOTAL				348800	206732,6	3298032000

## 10. DISEÑO DE DRENAJES

El drenaje es una variable fundamental que determina la durabilidad de la vía, pues previene los daños que el agua pueda causar en la estructura, disminuyendo la resistencia al corte de los suelos provocando fallas en taludes, terraplenes y superficies de rodamiento.

Para este caso consideramos el drenaje superficial que se clasifica en drenaje longitudinal que corresponde a las cunetas, sumideros, contracunetas, entre otros.

Las cunetas son canales situados al lado de la banca de la vía en corte y tiene como función, interceptar el agua que escurre de la corona del talud, para llevarla a zonas que no afecten la vía. El diseño de cunetas se hace con la fórmula de Manning.

El drenaje transversal tiene por objeto dar paso al agua que cruza de un lado a otro de la vía, corresponden principalmente a las alcantarillas, los puentes y la pendiente transversal de la vía. Para el diseño de alcantarillas se utilizó el Método Racional, que tiene por objeto estimar el caudal máximo de aguas lluvias que llega a una estructura; este caudal es proporcional a:

- El área desaguada afectada por un coeficiente de reducción llamado de Escorrentía.
- La intensidad promedio de lluvia caída en un periodo de tiempo llamado Periodo de Concentración.

La fórmula se expresa de la siguiente manera

$$Q = 2.78 * C * I * A$$

Donde:

Q = Caudal máximo de aguas lluvias, expresado en L/s.

A = Área tributaria de drenaje, en Ha.

I = Intensidad promedio de la lluvia en mm/h.

C = Coeficiente de escorrentía.

La ubicación de alcantarillas se hizo con base en la topografía ubicando las zonas bajas del terreno donde el agua llega por escorrentía. Se estimó el área tributaria alrededor de estos puntos de manera que todas las curvas de nivel sean más altas para garantizar el escurrimiento.

El coeficiente de escorrentía se tomó de acuerdo a la norma RAS que indica que para pendientes moderadas en laderas sin vegetación **C = 0.6**. el periodo de retorno para este tipo de estructuras es 5 años, con este valor se obtiene la intensidad de las curvas Intensidad – Frecuencia – Duración de la estación de Obonuco. Con esto se hace el cálculo hidráulico teniendo en cuenta que el tubo no trabaje más del 85% y que conserve las pendientes y velocidades recomendadas.

En los puentes el agua drena por la cuneta y cae directamente a los cursos de agua. Los cálculos se resumen en el cuadro 21.

**Cuadro 21. Drenajes vía Occidental**

CALCULO ALCANTARILLAS VIA PERIMETRAL OCCIDENTAL																										
ABSCISA	Tramo	Abscisa (m)		Área tributaria (Ha)			Coeficiente de escorrente	Tiempo de concentración (min)			Período de retorno (años)	Intensidad de lluvias (lts/Ha)	Qdiseño (lts)	Longitud (m)	Ø (plg)		Material	n	Pendiente (%)	Condiciones a tubo lleno			Relaciones hidráulicas			Condición Real
		Origen	Extremo	Superior	Tramo	Acumul		C	Entrada	Recorrido					Total	Caudal (lts)				Velocidad (m/s)	F. Tractiva (Kg/m2)	q/Q	v/V	Y/D	Velocidad (m/s)	
																Nomin	Real									
K0 + 381.71	A1	K0+000.00	K0+014.00		13.310	13.31	0.60	5.00	0.05	5.05	5.00	159.72	1,275.59	14.00	36	36	Concreto	0.013	4.00%	3,777.17	5.75	9.14	0.34	0.756	0.5%	4.35
K1 + 0.35	A2	K0+00.00	K0+014.00		18.0000	18.00	0.60	5.00	0.05	5.05	5.00	159.74	1,725.15	14.00	36	36	Concreto	0.013	3.50%	3,533.22	5.38	8.00	0.49	0.845	0.6%	4.55
K1 + 418.16	A3	K0+00.00	K0+059.00		12.0000	12.00	0.60	8.24	0.25	8.50	5.00	135.59	976.25	59.00	36	36	Concreto	0.013	3.50%	3,533.22	5.38	8.00	0.28	0.717	0.4%	3.86
K2 + 480	A4	K0+000.00	K0+014.00		30.0000	30.00	0.60	5.00	0.05	5.05	5.00	159.77	2,875.89	14.00	40	40	Concreto	0.013	3.00%	4,332.29	5.34	7.62	0.66	0.927	0.7%	4.95
K3 + 200	A5	K0+00.00	K0+051.00		7.0000	7.00	0.60	7.66	0.19	7.85	5.00	133.50	595.88	51.00												
K3 + 620	A6	K0+000.00	K0+014.00		6.0000	6.00	0.60	5.00	0.07	5.07	5.00	159.60	574.56	14.00	36	36	Concreto	0.013	4.00%	3,777.17	5.75	9.14	0.15	0.600	0.3%	3.45
K4 + 000	A7	K0+00.00	K0+014.00		7.0000	7.00	0.60	5.00	0.07	5.07	5.00	159.58	670.22	14.00	36	36	Concreto	0.013	3.00%	3,271.12	4.98	6.86	0.20	0.665	0.4%	3.31
K4 + 620	A8	K0+000.00	K0+014.00		15.0000	15.00	0.60	5.00	0.05	5.05	5.00	159.73	1,437.57	14.00	36	36	Concreto	0.013	4.00%	3,777.17	5.75	9.14	0.38	0.780	0.5%	4.49
K5 + 700	A9	K0+00.00	K0+014.00		20.0000	20.00	0.60	5.00	0.05	5.05	5.00	159.76	1,917.12	14.00	40	40	Concreto	0.013	4.00%	5,002.49	6.17	10.16	0.38	0.780	0.5%	4.81
K5 + 780	A10	K0+000.00	K0+014.00		6.0000	6.00	0.60	5.00	0.07	5.07	5.00	159.55	574.38	14.00	36	36	Concreto	0.013	3.00%	3,271.12	4.98	6.86	0.18	0.638	0.3%	3.18
K6 + 285	A11	K0+00.00	K0+014.00		14.0000	14.00	0.60	5.00	0.06	5.06	5.00	159.70	1,341.48	14.00	36	36	Concreto	0.013	3.50%	3,533.22	5.38	8.00	0.38	0.780	0.5%	4.20
K6 + 870	A12	K0+000.00	K0+014.00		5.5000	5.50	0.60	5.00	0.08	5.08	5.00	159.53	526.43	14.00	36	36	Concreto	0.013	3.00%	3,271.12	4.98	6.86	0.16	0.613	0.3%	3.05
K6 + 950	A13	K0+00.00	K0+014.00		5.0000	5.00	0.60	5.00	0.07	5.07	5.00	159.58	478.74	14.00	36	36	Concreto	0.013	4.00%	3,777.17	5.75	9.14	0.13	0.580	0.2%	3.34
K7 + 620	A14	K0+000.00	K0+014.00		11.0000	11.00	0.60	5.00	0.06	5.06	5.00	159.69	1,053.97	14.00	36	36	Concreto	0.013	4.00%	3,777.17	5.75	9.14	0.28	0.717	0.4%	4.12
K7 + 925	A15	K0+00.00	K0+014.00		10.6000	10.60	0.60	5.00	0.06	5.06	5.00	159.66	1,015.46	14.00	36	36	Concreto	0.013	3.50%	3,533.22	5.38	8.00	0.29	0.723	0.4%	3.89
K8 + 520	A16	K0+000.00	K0+014.00		7.2000	7.20	0.60	5.00	0.07	5.07	5.00	159.61	689.53	14.00	36	36	Concreto	0.013	3.50%	3,533.22	5.38	8.00	0.20	0.657	0.4%	3.53
K9 + 250	A17	K0+00.00	K0+014.00		8.0000	8.00	0.60	5.00	0.07	5.07	5.00	159.59	766.03	14.00	36	36	Concreto	0.013	3.00%	3,271.12	4.98	6.86	0.23	0.681	0.4%	3.39
K9 + 800	A18	K0+000.00	K0+014.00		8.5000	8.50	0.60	5.00	0.07	5.07	5.00	159.60	813.97	14.00	36	36	Concreto	0.013	3.00%	3,271.12	4.98	6.86	0.25	0.697	0.4%	3.47

## 11. MEDIDAS AMBIENTALES

La construcción de una nueva vía implica un gran impacto ambiental y social en la zona, en primer lugar se debe tener en cuenta la movilización de la maquinaria y los materiales requeridos para el proyecto.

Se debe establecer también las vías de acceso, y mantenerlas constantes durante la ejecución del proyecto; para este caso la utilización de vías existentes es un factor que influye positivamente dentro del daño que se pueda provocar en la zona, es así como se lograran mantener las condiciones originales y reducir riesgos de accidentalidad lo mismo que molestias en la comunidad.

Se debe tener cuidado especial con la ubicación de especies vegetales afectadas por el proyecto y con la remoción y descapote, actividades en las cuales se debe buscar una zona para llevar el material que no se pueda utilizar, posteriormente se debe llevar a cabo un plan de revegetalización de taludes con el fin de disminuir derrumbes y erosiones en los mismos.

Otro aspecto a tener en cuenta en este tipo de proyectos son los daños a estructuras, servicios públicos, cultivos o propiedades. Cuya intervención esta prevista en el plano general de la vía, se debe pensar entonces en la reubicación y manejo adecuado de la demolición cuando esta sea necesaria.

Se deberá además identificar las obras de drenaje requerida para proporcionar una adecuada evacuación de lluvias y el manejo de los cursos de agua presentes a lo largo de la vía.

En lo que se refiere a movimientos de tierra, los cortes y terraplenes deben ser ejecutados cumpliendo estrictamente los parámetros de diseño, conociendo previamente los tipos de suelo manejado y los problemas que la excavación puede traer.

## **12. PROYECTO DISEÑO GEOMÉTRICO Y DEL PAVIMENTO VIA SAN EZEQUIEL – ANCIANATO ASPECTOS GENERALES**

### **12.3 ENTIDAD ENCARGADA**

La solicitud de Pavimentación de los barrios ubicados en la salida al norte: SAN EZEQUIEL, CARLOS PIZARRO y sector ANCIANATO realizada por la junta de acción comunal y el comité de obras del barrio, fue atendida por la entidad competente: El Instituto de valorización Municipal. Este proyecto hace parte del plan de obras de interés publico y social denominado “OBRA POR TU CIUDAD“ que busca brindar a dichos barrios una mejor calidad de vida al contar con la vía que cumple con los requerimientos básicos de las vías urbanas.

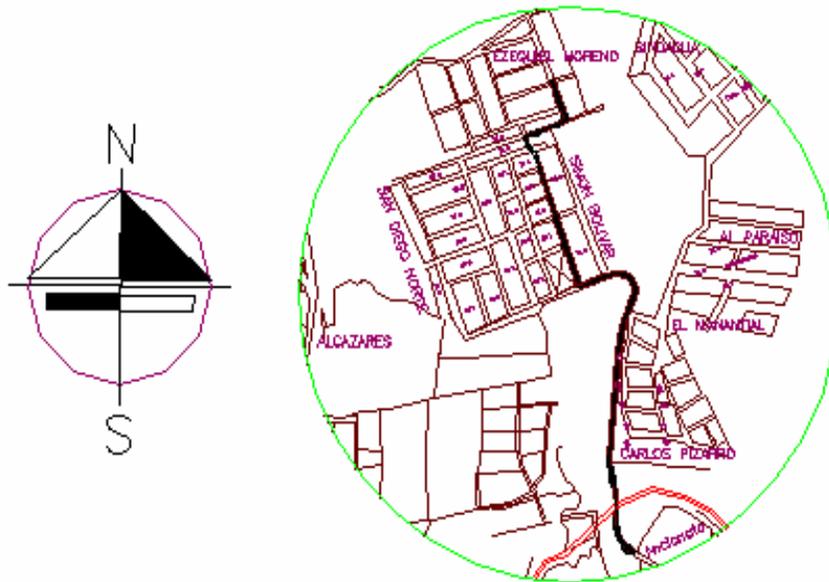
### **12.4 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA**

El estado actual de la vía SAN EZEQUIEL – ANCIANATO afecta las distintas actividades socio-económicas que se desarrollan en estos sectores, debidas a la limitación en la movilidad vehicular y peatonal, provocando un impacto ambiental perjudicial para el bienestar social y urbanístico, situación que afecta la prestación del servicio de transporte urbano, puesto que las condiciones de la vía, tanto en superficie de rodadura como en geometría, no permiten que el transporte se haga de forma rápida y eficiente desde este sector hacia otros puntos de la ciudad.

### **12.5 LOCALIZACIÓN**

El proyecto esta localizado en el sector Sur - Oriental, de la ciudad entre la calle 29 A y Cra. 18 Barrio San Ezequiel Moreno y Calle 26 entre Barrio San Diego Norte y Ancianato sobre la Cra 4.

**Figura 45. Localización del proyecto barrios San Ezequiel – Ancianato**



Fuente: Plan de Ordenamiento Territorial, febrero 2003, Pasto

## **12.6 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

El proyecto inicia haciendo el reconocimiento del sector, realizando una inspección ocular de las vías existentes, redes eléctricas, redes hidráulicas, y telefónicas, tipo de construcciones, el perfil del terreno entre otras.

El Levantamiento topográfico se realiza sobre el eje de la vía destapada, detallando las obras existentes, y posteriormente se realiza el diseño geométrico en planta y en perfil.

Después se realizan los apiques ubicados en zonas homogéneas y se hacen los ensayos correspondientes para diseñar la estructura del pavimento rígido y elaborar el presupuesto de obra.

## **12.7 DELIMITACIÓN DEL PROYECTO**

El proyecto tiene una longitud de 794 mts. El ancho de calzada utilizado es de 7 metros, con andén a cada lado de 1.5 mts y zona verde de 1 mt.

## 12.6 VISITA AL SITIO DE LA OBRA

Se realizó una visita al sector para informarse de las condiciones topográficas, geológicas, características de los lotes, localización general, normatividad de planeación municipal (esquema básico, líneas paraméntales, etc.), Identificando la necesidad de ampliar algunas curvas y adquirir algunos lotes para lograr las especificaciones del proyecto.

Se puede identificar dos zonas dentro del proyecto, la primera corresponde a un sector totalmente urbanizado donde se manejan curvas de noventa grados, en la segunda parte, las curvas son espirales que se adaptan a la topografía y se puede prever la necesidad de un muro de contención. La superficie de la vía se encuentra en recebo, el cual se encuentra deteriorado en algunos sectores.

**Figura 46. Visita al sector Barrio San Ezequiel.**



**Figura 47. Visita al sector Carlos Pizarro.**



## **12.7 DIAGNÓSTICO DE REDES EXISTENTES**

Se realizaron visitas a las diferentes empresas prestadoras de servicios públicos para obtener información sobre el estado actual de las redes de servicios públicos que se encuentran en estos sectores. La información se maneja internamente entre entidades estatales, por lo cual el Instituto de Valorización Municipal revisará el diseño de redes.

Además, se hace una solicitud al Departamento Administrativo de Planeación Municipal para determinar las especificaciones mínimas requeridas para el diseño, como es el ancho de carril, andenes, etc. Información que maneja éste departamento de acuerdo a la normatividad establecida en el Plan de Ordenamiento Territorial.

## 13. TOPOGRAFÍA Y DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA

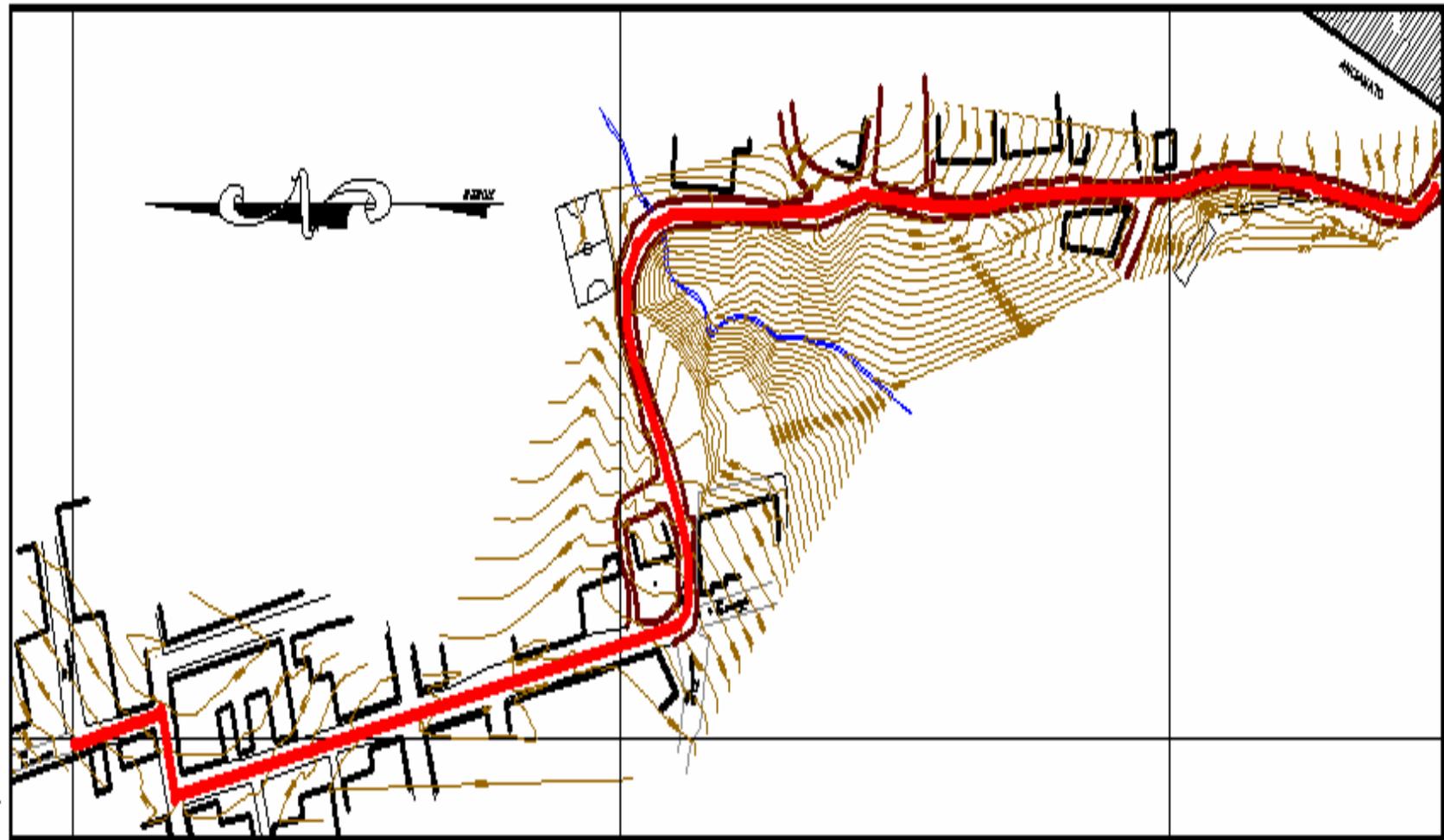
### 13.1 TOPOGRAFÍA (ALTIMETRÍA Y PLANIMETRÍA)

El levantamiento topográfico, se realizó con una estación total, equipo de alta tecnología muy exacto, necesario para el desarrollo de un proyecto de esta importancia. Figura 56. Dentro del levantamiento quedaron registrados: el eje de la vía, lotes y predios cercanos al eje, variables que son determinantes en el diseño geométrico y el diseño planimétrico. El manejo del equipo y la dirección del levantamiento, se realizaron bajo la dirección del Ingeniero Civil y profesional en Topografía, Simón Gómez. En la figura 48 se detalla el plano que se obtuvo del levantamiento topográfico.

**Figura 48. Levantamiento Topográfico**



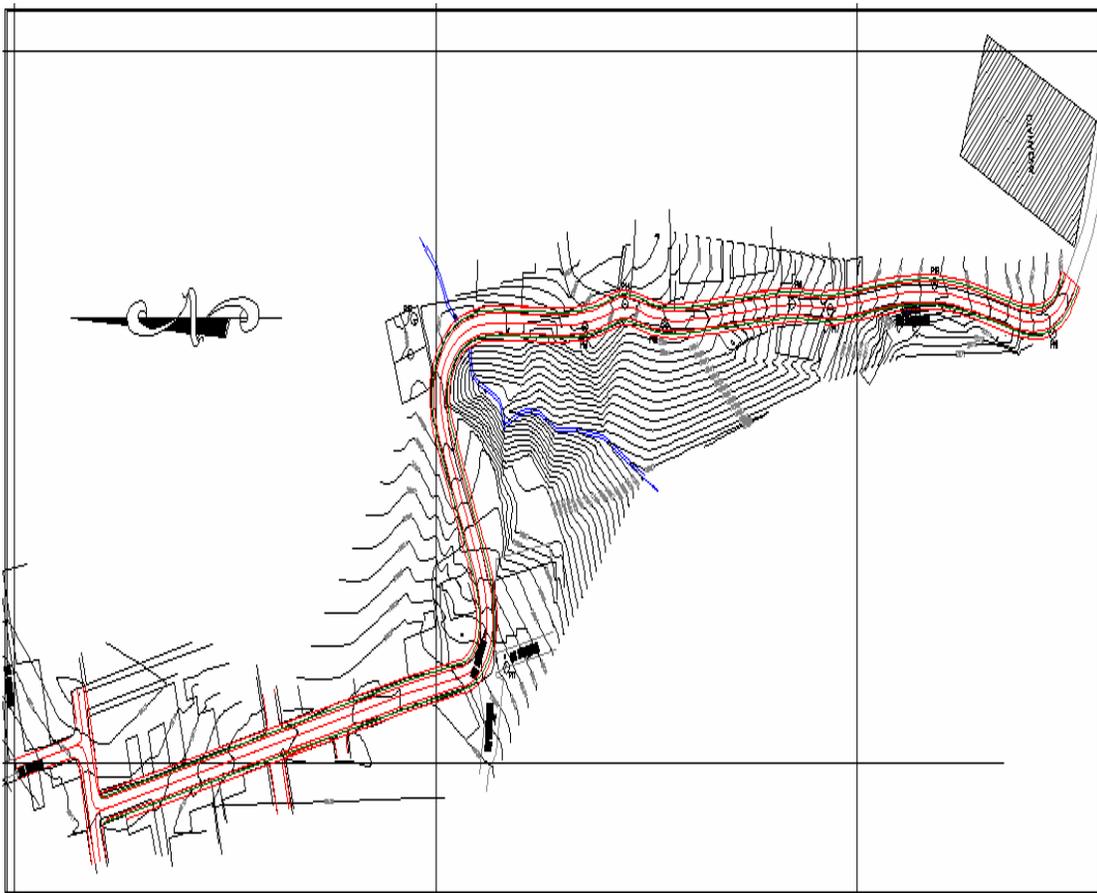
Figura 49. Plano topográfico



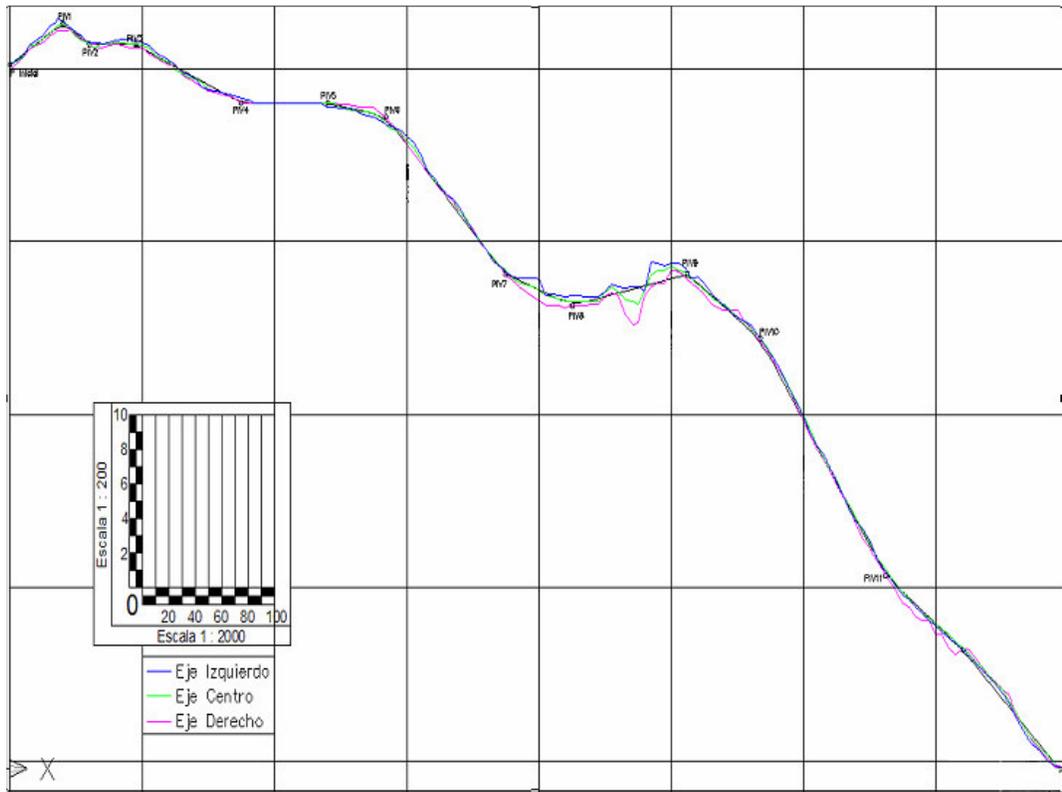
### 13.2 DISEÑO GEOMÉTRICO EN PLANTA Y PERFIL

El diseño de la vía en planta se debe adecuar a la vía destapada, lo mismo que el diseño en perfil, ya que debe seguir las pendientes de la vía para no cambiar su geometría, lo cual se debe ajustar a la vía existente, por ser un sector habitado, teniendo gran variedad de construcciones, que no se deben ser afectadas: eje: andenes, paramentos, redes existentes, muros de contención y polideportivo, entre otros.

**Figura 50. Diseño en Planta Proyecto de pavimentación “San Ezequiel – Ancianato**



**Figura 51. Diseño en perfil proyecto de pavimentación “San Ezequiel - Ancianato**



Para el diseño de Intersecciones, se utilizan las Especificaciones para Vías Urbanas del Ingeniero Germán Arboleda Vélez.

- Velocidad de diseño = 50 Km/h
- Radio Mínimo de Intersecciones = 10 metros

De acuerdo con el Plan de Ordenamiento Territorial el Departamento de Planeación Municipal recomienda las siguientes especificaciones, en cuanto a dimensiones mínimas:

- Ancho de Calzada = 7.00 metros
- Zona verde = 1 metro a cada lado
- Anden = 1.5 metros a cada lado

Se debe anotar que, en los barrios San Diego y San Ezequiel, es imposible utilizar el radio especificado por la existencia de construcciones nuevas que impiden radios amplios y que, por sugerencia del Instituto de Valorización, se debe tratar de evitar al máximo los daños en estas construcciones. Otro problema presentado

en el diseño es que, en el mismo sector no se pudo cumplir con las especificaciones del Departamento de Planeación porque el ancho de la vía se ve reducido por las cercanías de las construcciones a los dos lados del eje de la vía, se ubicó el ancho total de calzada y se redujo la zona verde y en algunos casos el andén.

Para las intersecciones se utilizan curvas circulares cuyos elementos y coordenadas se encuentran en el cuadro 22.

En la segunda parte del proyecto se utilizan curvas espirales con radios más grandes, las carteras de localización se muestran en el Anexo J.

**Cuadro 22. Cartera de tránsito, curva circular simple**

<b>CARTERA DE TRANSITO</b>											
<b>PI #1 Abscisa K0 + 41,35</b>											
<b>CURVA CIRCULAR SIMPLE</b>											
<b>ABSCISA</b>	<b>COORDENADAS RECTANGULARES</b>			<b>Deflexiones</b>			<b>ELEMENTOS GEOMÉTRICOS</b>		<b>COORDENADAS</b>		
	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>p</b>	<b>o</b>	<b>'</b>	<b>''</b>	<b>Δ</b>	<b>90,00</b>	<b>NORTE</b>	<b>ESTE</b>	
PT 51,9	0,17	10,00	10,00	45	0	0	R	5,00	2042,63	2002,216	
50	2,00	9,58	9,79	39	31	25	Cuerda	5,00	2042,33	2003,122	
45	4,94	5,79	7,61	25	2	46	G	28,96	2040,79	2005,09	
40	3,33	1,27	3,57	10	34	7	T	5,00	2038,49	2006,065	
PC 36	0,00	0,00	0,00	0	0	0	L	15,54	2036,66	2005,997	

<b>CARTERA DE TRANSITO</b>											
<b>PI #2 Abscisa K0 + 66,5</b>											
<b>CURVA CIRCULAR SIMPLE</b>											
<b>ABSCISA</b>	<b>COORDENADAS RECTANGULARES</b>			<b>Deflexiones</b>			<b>ELEMENTOS GEOMÉTRICOS</b>		<b>COORDENADAS</b>		
	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>p</b>	<b>o</b>	<b>'</b>	<b>''</b>	<b>Δ</b>	<b>90,00</b>	<b>NORTE</b>	<b>ESTE</b>	
PT 77,0	0,2	10,0	10,0	45	0	0	R	5,00	2051,93	1983,15	
75	2,14	9,52	9,76	39	5	21	Cuerda	5,00	2050,91	1983,53	
70	4,96	5,64	7,51	24	36	42	G	28,96	2048,48	1984,12	
65	3,22	1,18	3,43	10	8	3	T	5,00	2046,64	1985,81	
PC 61,50	0,00	0,00	0,00	0	0	0	L	15,54	2045,95	1987,43	

## **14. ESTUDIO DE SUELOS**

Para el diseño de un pavimento, se debe considerar el suelo como una unidad fundamental ya que, de su estabilidad y capacidad portante, dependen las variaciones en el espesor de cada una de sus capas, y la vida útil que pueda tener la estructura. Por esta razón, se deben realizar los estudios de suelos en este tipo de obras y en cualquier obra civil.

Un estudio de suelos tiene como objetivo determinar las características del suelo a través de los ensayos de humedad, límites de consistencia y granulometría entre otros. Obteniendo de esta manera las recomendaciones para el diseño estructural del pavimento.

Los estudios de suelos fueron solicitados por el Instituto de Valorización Municipal (INVAP) y realizados por los laboratorios de suelos de la Ingeniera Hilda Maigual Botina.

### **14.1 PERFIL DE APIQUES**

Se hicieron dos apiques a cielo abierto sobre las abscisas K0 + 320 Y K0 + 540 con profundidad de 1.50 metros, para determinar los diferentes estratos del suelo obteniendo el siguiente:

Figura 52. Detalle Apique 1.



Figura 53. Perfil Apique 1.

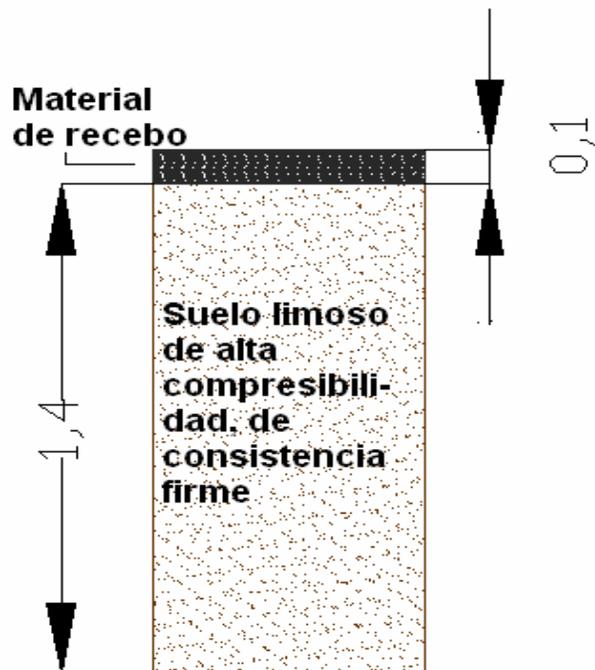
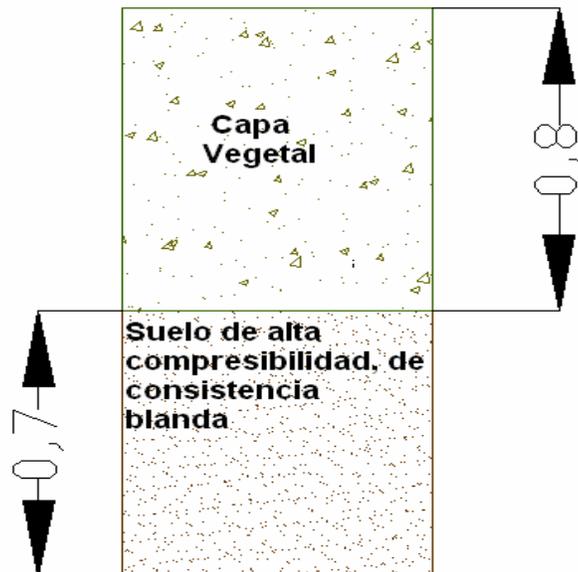


Figura 54. Detalle Apique 2.



Figura 55. Perfil Apique 2



En el primer apique se encontró un primer estrato de 0.1 metros de espesor constituido por material de recebo, desde esta capa hasta 1.5 mts. de profundidad se encuentra un suelo limoso de alta compresibilidad, de consistencia muy firme, con un color negro con betas café grisáceo.

El segundo apique tiene un primer estrato de 0.8 metros constituido por capa vegetal, desde esta capa hasta 1.5 mts de profundidad se encuentra un suelo limoso de alta compresibilidad, de consistencia blanda, con un color negro con betas café grisáceo similar al primer apique.

Las características del suelo encontradas en cada uno de los apiques son las siguientes:

	APIQUE 1	APIQUE2
• Humedad natural	28.79%	47.5%
• Límite líquido	60%	62%
• Límite plástico	29.04%	30.69%
• Índice de plasticidad	30.96%	31.31%
• C.B.R	70%	7.5%
• Peso específico ( $\gamma$ ) gr./cm <sup>3</sup>	1.75	1.75

## 14.2 CLASIFICACIÓN DEL SUELO

Se realiza mediante dos métodos:

**14.2.1 AASTHO.** Este sistema utiliza un índice de grupo para comparar diferentes suelos. De acuerdo al estudio, la clasificación del suelo en ambos apiques A-7-5.

**14.2.2 SUSC.** El Sistema Unificado de Suelos tiene en cuenta en la clasificación el tipo de suelo y sus características. De esta forma se clasifica la muestra del apique 1 como MH; es decir, suelo limoso de alta plasticidad, consistencia firme. La muestra del segundo apique se clasifica también como MH; Suelo limoso de alta plasticidad, consistencia blanda.

En el siguiente cuadro se presenta un resumen de los resultados obtenidos con el Estudio de Suelos.

**Cuadro 23. Resumen clasificación suelo y valores de CBR.**

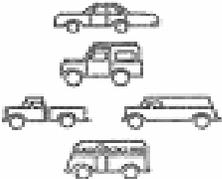
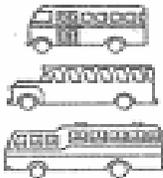
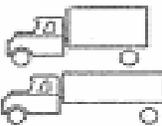
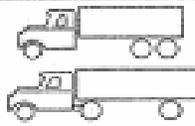
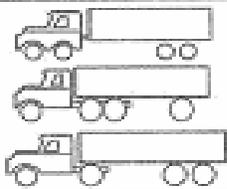
APIQUE	MUESTRA	CLASIFICACION		CBR	PROFUNDIDAD Mts.
		AASHTO	SUCS		
1	1	A – 7 – 5	MH	7.5	1.5
2	1	A-7-5	MH	70	1.5

Se anexan los resultados del estudio de Suelos y la gráfica con la cual se determinó los valores de C.B.R. en el laboratorio. Anexo M.

## 15. ANÁLISIS DEL TRÁNSITO

Una variable indispensable para tener en cuenta en el diseño de un pavimento es el tránsito. Una mala valoración de esta variable puede conllevar a equivocaciones en el establecimiento de la vida útil de un pavimento. La nomenclatura empleada para el análisis se muestra en la Figura 64.

Figura 56. Clasificación de vehículos

VEHICULOS LIVIANOS (NO SE TIENEN EN CUENTA PARA EL DISEÑO)	A	AUTOMÓVIL CAMPERO PICK UP - CAMIONETA MICROBUS	
	B	BUSETA BUS BUS METROPOLITANO	
VEHICULOS COMERCIALES (SE TIENEN EN CUENTA PARA EL DISEÑO)	C <sub>1</sub>	CAMION C <sub>2</sub> PEQUEÑO F - 300 CAMION C <sub>2</sub> GRANDE F - 600	
	C <sub>2</sub>	CAMION C <sub>3</sub> TRACTO - CAMION C <sub>2</sub> - S <sub>1</sub>	
	C <sub>3</sub>	CAMION C <sub>4</sub> TRACTO - CAMION C <sub>3</sub> - S <sub>2</sub> TRACTO - CAMION C <sub>3</sub> - S <sub>3</sub>	
	C <sub>4</sub>	TRACTO - CAMION C <sub>3</sub> - S <sub>3</sub>	
	V C <sub>5</sub>	TRACTO - CAMION C <sub>3</sub> - S <sub>3</sub>	

## 15.1 OBTENCIÓN TPD

A continuación, se presenta el procedimiento empleado en la determinación del tránsito de diseño del pavimento rígido, donde se obtiene el número de repeticiones de carga por eje que circularán en el carril de diseño durante el período de diseño para los diferentes tipos de ejes: simple, tándem y trídem. El pavimento rígido se adopta por encontrarse la vía en una zona urbana muy transitada, por tanto, esta zona no es viable para reparaciones y mantenimiento continuo como se requiere en el pavimento asfáltico.

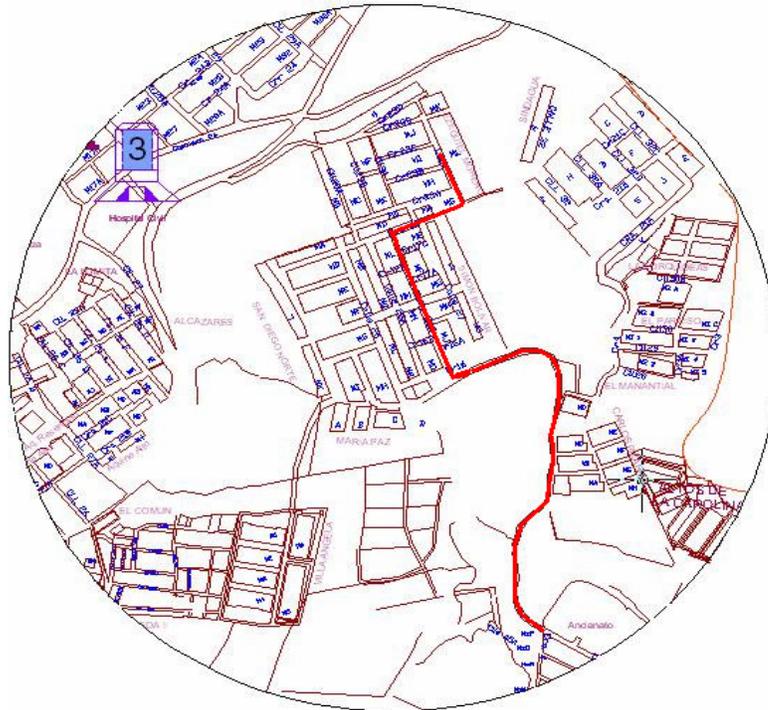
Para este efecto se toma como referencia los conteos realizados por la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Tunja dentro del Estudio “Caracterización de la Movilidad Urbana del Municipio de Pasto”

**15.1.1 Descripción aforos.** La Universidad de Tunja realizó diferentes aforos en la ciudad de Pasto, ubicados en sitios estratégicos, por su flujo vehicular

Para el Diseño del Pavimento se utilizó el tránsito de una vía cercana con características similares; el aforo tomado como referencia es el número 3 ubicado entre la carrera 24 con calle 28, Barrio Corazón de Jesús. Figuras 57 y 58.

En este punto se toman para el diseño los movimientos Norte y Sur considerando que los vehículos que circulan en estas direcciones utilizaran la vía mejorada.

**Figura 57. Ubicación de la estación de conteo No. 3.**



**Figura 58. Aspecto general de la intersección Carrera 24 con Calle 28**



**15.1.2 Resumen vehicular.** El Tránsito Promedio Diario, se consigna en el cuadro 24.

**Cuadro 24. Tránsito promedio diario y composición general del tránsito.**

AÑO 2004.		TPDS	AUTOS	BUSES	BUSETAS	CAMIONES
Norte - Sur	No.	561	498	26	25	12
	%	50.0	44.4	2.3	2.2	1.1
Sur - Norte	No.	561	434	5	107	14
	%	50.0	38.7	0.4	9.5	1.3

Entonces el porcentaje de vehículos comerciales será:

$$T = (26+25+12+14+107+5) / 1122 = 16.85\%$$

## 15.2 PERIODO DE DISEÑO

El periodo de diseño elegido afecta el diseño de espesores puesto que determina cuántos años y, consecuentemente, cuántos vehículos comerciales podrán circular sobre el pavimento, en ese tiempo. La selección del periodo de diseño para un proyecto debe basarse tanto en el criterio del ingeniero, como en un análisis económico de los costos del pavimento y el servicio que éste proporcione a lo largo de todo el periodo.

Según el tipo de carreteras, se sugiere los períodos de diseño indicados en el cuadro 25.

**Cuadro 25. Periodos de diseño a adoptar en función del tipo de carretera**

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

FUENTE: PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRAULICO, GUILLERMO MUÑOZ

La vía se considera interurbana de tránsito elevado y, por lo tanto, el período de diseño es de 20 años.

### 15.3 COMPOSICIÓN DE TRÁNSITO

- Aforo vehicular: 1122 vehículos día
- Periodo de diseño: 20 años.  
El período de construcción se considera a partir del año 2005 y el período de operación será a partir del año 2005 hasta el año 2025.
- Tránsito promedio diario de vehículos comerciales (TPDC):  
TPDC = 26+25+12+14+107+5 = 189

### 15.4 PROYECCIÓN DEL TRÁNSITO

Estimar un tránsito futuro durante el periodo de diseño de un proyecto (normalmente 20 a 30 años para un pavimento rígido) implica cuantificar el tránsito normal, el tránsito desviado y el tránsito generado, de cuya suma resulta el tráfico inicial para el diseño de un pavimento. Para proyectar el Tránsito inicial hacia el futuro, se debe estimar el índice de crecimiento que el parque automotor ha tenido en los últimos años. El crecimiento del parque automotor en los últimos años se presenta en los siguientes cuadros:

**Cuadro 26. Crecimiento parque automotor 2002**

CLASE	OFICIAL	PARTICULAR	PUBLICO	TOTAL
Ambulancia	1	1		2
Automóvil		471	203	674
Bus			3	3
Buseta			52	52
Camión		2	38	40
Camioneta		15	83	98
Campero	1	17		18
Dobletroque				0
Maq. Agrícola				0
Microbús		1	10	11
Minibús				0
Motocarro				0
Motocicleta		829		829
Motortriciclo				0
Tractocamión			3	3
Tractomula				0
Tractor				0
Van				0
Volqueta				0
<b>TOTAL</b>	<b>2</b>	<b>1336</b>	<b>392</b>	<b>1730</b>

Fuente: Secretaria de Transporte y Tránsito Municipio de Pasto

**Cuadro 27. Crecimiento parque automotor 2003**

CLASE	OFICIAL	PARTICULAR	PUBLICO	TOTAL
Ambulancia		1		1
Automóvil		381	116	497
Bus			8	8
Buseta		1	46	47
Camión		1	40	41
Camioneta	1	31	128	160
Campero		18		18
Dobletroque			1	1
Maq. Agrícola				0
Microbús			6	6
Minibús				0
Motocarro				0
Motocicleta	6	1213		1219
Motortriciclo				0
Tractocamión			6	6
Tractomula				0
Tractor		1		1
Van				0
Volqueta	1	1		2
<b>TOTAL</b>	<b>8</b>	<b>1648</b>	<b>351</b>	<b>2007</b>

Fuente: Secretaria de Transporte y Tránsito Municipio de Pasto

**Cuadro 28. Crecimiento parque automotor 2004**

CLASE	OFICIAL	PARTICULAR	PUBLICO	TOTAL
Ambulancia				0
Automóvil	1	425	55	481
Bus			8	8
Buseta			63	63
Camión		3	14	17
Camioneta	1	33	77	111
Campero	3	45		48
Dobletroque				0
Maq. Agrícola				0
Microbús			2	2
Minibús				0
Motocarro				0
Motocicleta	5	1672		1677
Motortriciclo				0
Tractocamión			1	1
Tractomula				0
Tractor				0
Van				0
Volqueta				0
<b>TOTAL</b>	<b>10</b>	<b>2178</b>	<b>220</b>	<b>2408</b>

Fuente: Secretaria de Transporte y Tránsito Municipio de Pasto

**Cuadro 29. Distribución acumulada del parque automotor hasta el año 2004**

CLASE	OFICIAL	PARTICULAR	PUBLICO	TOTAL
Ambulancia	18	17		35
Automóvil	12	10673	4210	14895
Bus	4	106	699	809
Buseta	4	19	362	385
Camión	11	294	1081	1386
Camioneta	73	2465	1317	3855
Campero	56	3374	304	3734
Dobletroque			19	19
Maq. Agrícola		3		3
Microbús	1	36	244	281
Minibús		11	7	18
Motocarro		20	56	76
Motocicleta	47	21959		22006
Motortriciclo		2	1	3
Tractocamión		3	188	191
Tractomula		1	86	87
Tractor		24		24
Van		30	2	32
Volqueta	11	126	245	382
<b>TOTAL</b>	<b>237</b>	<b>39163</b>	<b>8821</b>	<b>48221</b>

Fuente: Secretaria de Transporte y Tránsito Municipio de Pasto

**Cuadro 30. Determinación del Índice de Crecimiento**

AÑO	CANTIDAD (vehículos)	
2002	42076	
2003	43806	
2004	45813	
2004*	48221	
Índice de crecimiento	0,04	4,11
Índice de crecimiento	0,05	4,58
Índice de crecimiento	0,04	4,35
Índice de crecimiento	0,10	10,08
Índice Promedio	0,06	5,78

\* Valor acumulado del parque automotor hasta el 2004

Se considera que para la vía en estudio el tránsito atraído y el tránsito generado serán igual al 5%.

- El factor de Proyecto es igual a:

$$F = 1 + (Cnt + Ta + Tg)$$

Donde,

F : Factor de proyecto

CNT: Crecimiento normal del tránsito

Ta : Tránsito atraído

Tg: Tránsito generado

Calculando se obtiene:

$$F = 1 + (0.0578 + 0.5 + 0.5)$$

$$F = 1.1578$$

- Distribución direccional:

$$\text{Total carril norte - sur (1-1)} = 561$$

$$\text{Total carril sur - norte (1-1)} = 561$$

$$\text{Total} = 1122$$

$$Fd_{1-1} = Fd_{1-2} = \frac{561}{1122} = 50.0\%$$

Por consiguiente se adopta 50% para diseño

- Tránsito promedio diario de vehículos comerciales (TPDC) por sentido:

$$TPDC_{\text{por sentido}} = 189 \times 0.5 = 94,5$$

Para proyectar el total de vehículos comerciales para el periodo de diseño en el carril de diseño:  $94.5 \times 365 \times 20 \times 1.1578 = 798705$  vehículos

## 16. DISEÑO DEL PAVIMENTO EN CONCRETO HIDRÁULICO

Los pavimentos rígidos están constituidos por una losa de concreto hidráulico apoyada sobre la subrasante o sobre una capa de material seleccionado, denominada sub-base o base. Además, posee un elemento antifriccional y juntas.

Uno de los elementos que mayores problemas causa a las vías es el agua, ya que, en general, provoca la disminución de la resistencia al corte de los suelos, por los que se presentan fallas en terraplenes, taludes y superficie de rodamiento. De esta manera, para evitarlo se colocan cunetas, sumideros, alcantarillas y pendientes transversales.

### 16.2 MÉTODOS PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTOS

Se utilizan diferentes métodos, los cuales son aplicados de acuerdo con la experiencia y dominio que se tenga respecto a cada uno de ellos. Los métodos más usuales son:

- Método PCA (1984)
- Método AASHTO (1986)

En este diseño se utiliza el método de la PCA, que se describe a continuación.

**16.1.1 Método de la Portland Cement Association PCA.** Este método es aplicable a los diversos tipos de pavimentos rígidos. En este diseño se emplea concreto simple con varillas de transferencia de carga (pasadores).

#### 16.1.2 Factores de diseño.

##### A. Factores de seguridad de carga.

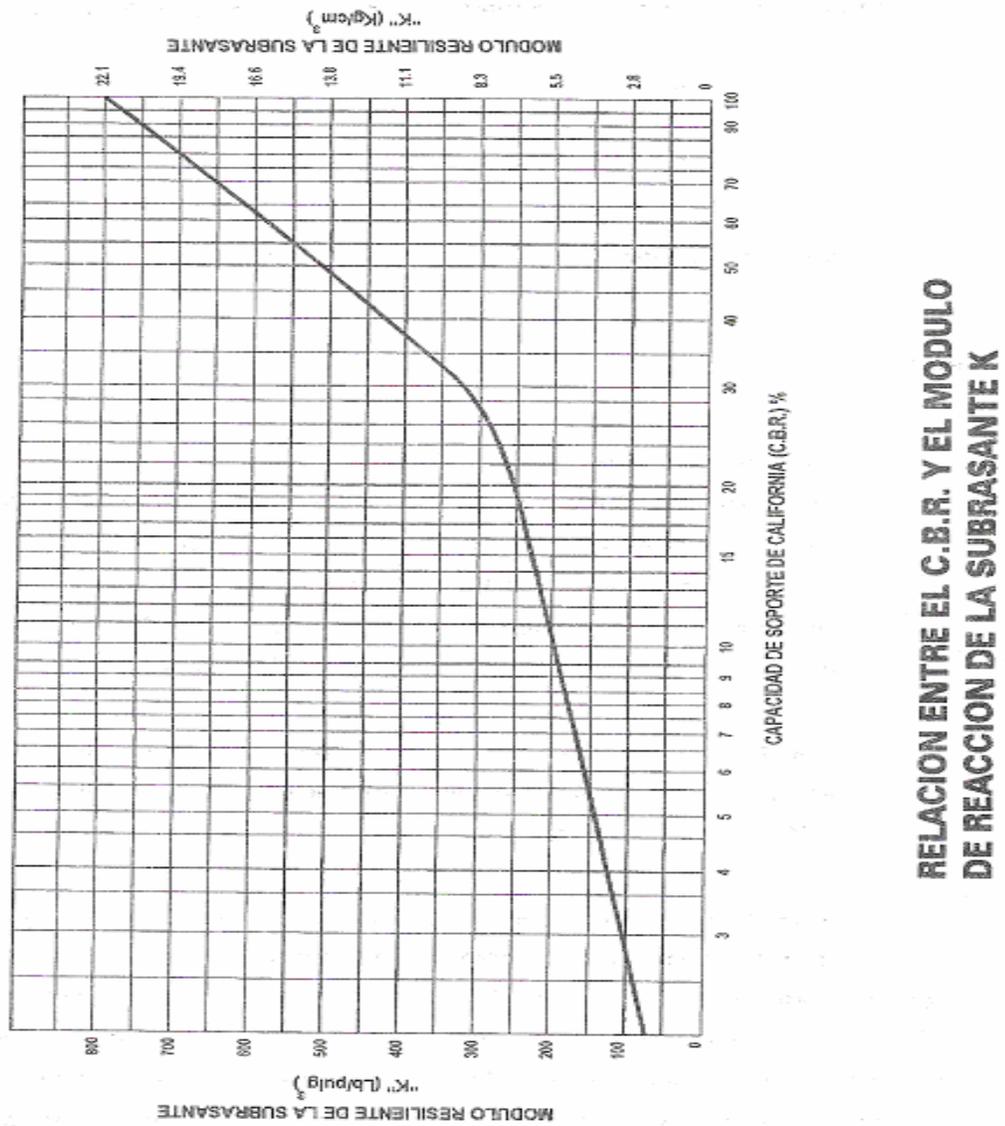
- ↪ Para vías de carriles múltiples, en las cuales se espera un flujo de tránsito interrumpido con un elevado volumen de tránsito pesado,  $F_{sc} = 1.2$
- ↪ Para vías Urbanas arterias en las que se espera un volumen moderado de tránsito de vehículos pesados,  $F_{sc} = 1.1$
- ↪ Para calles residenciales y otras vías que vayan a soportar bajos volúmenes de tránsito de camiones,  $F_{sc} = 1.0$ .

Para realizar el diseño del pavimento se utiliza un factor de seguridad de carga de 1,1 por que se trata de una vía arteria con un volumen de transito moderado

**B. Resistencia del diseño del concreto.** Para el diseño de pavimentos rígidos se utiliza el módulo de rotura del concreto entre 35 y 45 Kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días.

**C. Capacidad de soporte de la sub-rasante y de la sub-base.** El módulo de reacción de la sub-rasante  $k$ , se determina mediante el ensayo de placa. En la región los ingenieros optan por no usar este ensayo, en cambio usan tablas que relacionan otros valores del estudio de suelos con la capacidad de soporte  $k$ , por consiguiente los laboratorios de suelos no tienen el equipo disponible para realizarlo. La capacidad de soporte se puede obtener de manera aproximada con la ayuda de gráficas, que tienen como datos de entrada el C.B.R de diseño y el tipo de suelo como se indica en la Figura 59.

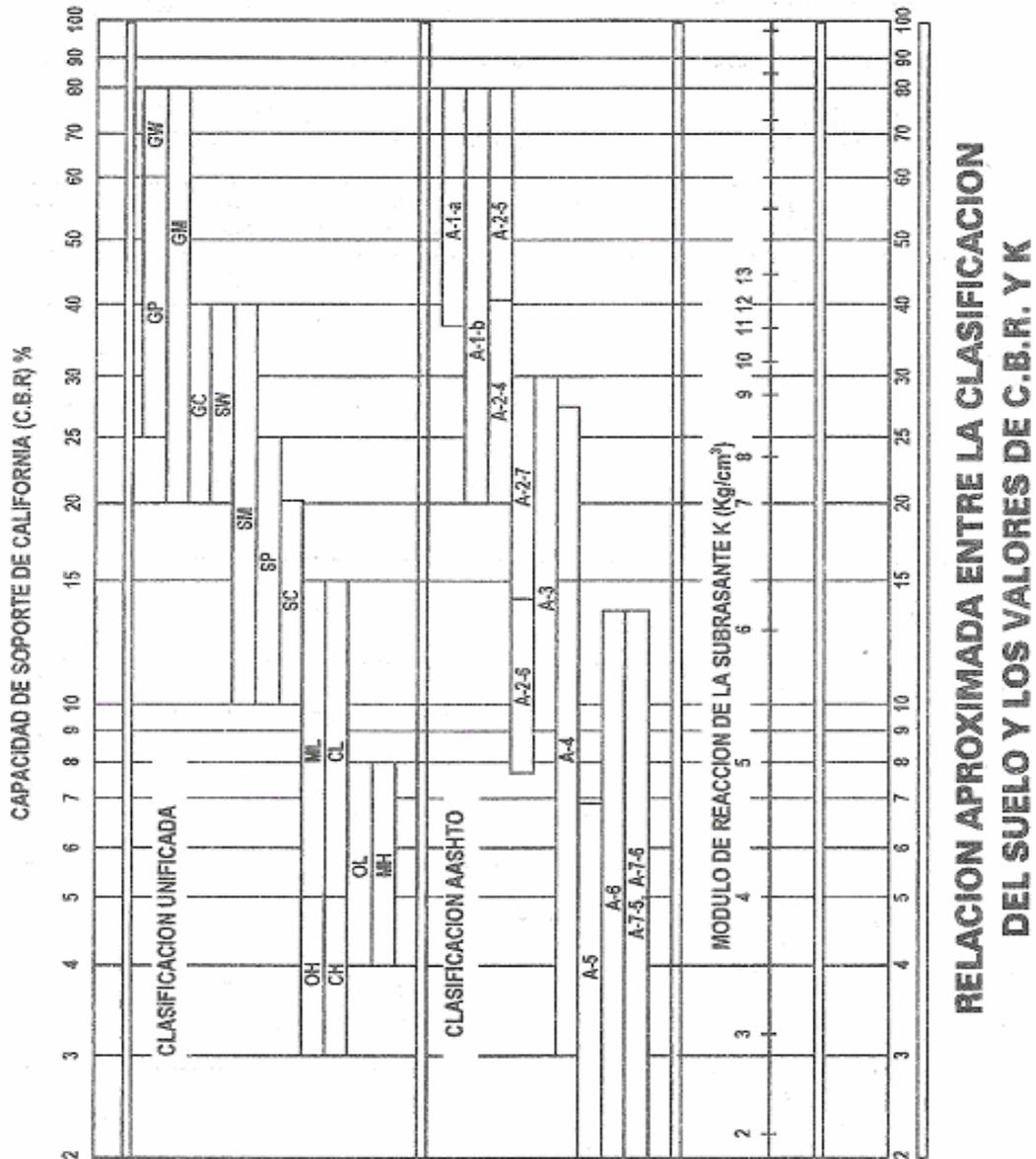
Figura 59. Relación C.B.R y el modulo de reacción K.



Fuente: Pavimentos de Concreto Hidráulico. Guillermo Muñoz.

También se puede obtener el valor de k en función de la clasificación del suelo y el C.B.R de diseño como se indica en la figura 60.

Figura 60. Relación entre clasificación de suelo y modulo K.



Fuente: Pavimentos de Concreto Hidráulico. Guillermo Muñoz.

con base en esta gráfica, se obtiene un módulo de reacción de la sub-rasante de 18 kg/cm<sup>3</sup> para un C.B.R. de 70% en el primer apique y de 4.8 kg/cm<sup>3</sup> para un C.B.R. de diseño de 7.5% en el segundo, En el cuadro 31. Se puede estimar la calidad de sub-rasante en función del valor del C.B.R.

**Cuadro 31. Relación entre el C.B.R. y la calidad de sub-rasante**

Valor de CBR	Calidad de la sub-rasante
3 - 5	Mediocre, aceptable con reparos
6 - 10	Aceptable
11 - 20	Buena
> 20	Extraordinaria

FUENTE: PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRAULICO. GUILLERMO MUÑOZ.

**D. Criterio de fatiga.** Sirve para mantener los esfuerzos del pavimento producidos por la acción repetida de las cargas dentro de límites de seguridad, con el fin de prevenir la fatiga por agrietamiento. La sumatoria de todos los consumos de fatiga nunca deberá ser mayor al 100%. La PCA utiliza el cuadro 32, para obtener los esfuerzos equivalentes para eje simple y tándem.

**Cuadro 32. Esfuerzo equivalente – sin berma de concreto (Eje simple / eje tándem)**

Espesor de losa (mm)	K de la subrasante -sub-base (Mpa/m)					
	20	40	60	80	140	180
130	3,75/3,14	3,30/2,68	3,06/2,46	2,89/2,33	2,59/2,13	2,46/2,05
140	3,37/2,87	2,97/2,43	2,76/2,23	2,61/2,10	2,34/1,90	2,23/1,83
150	3,06/2,64	2,70/2,23	2,51/2,04	2,37/1,92	2,13/1,72	2,03/1,65
160	2,79/2,45	2,47/2,06	2,29/1,87	2,17/1,76	1,95/1,57	1,86/1,50
170	2,56/2,28	2,26/1,91	2,10/1,74	1,99/1,63	1,80/1,45	1,71/1,38
180	2,37/2,14	2,09/1,79	1,94/1,62	1,84/1,51	1,66/1,34	1,58/1,27
190	2,19/2,01	1,94/1,67	1,80/1,51	1,71/1,41	1,54/1,25	1,47/1,18
200	2,04/1,90	1,80/1,58	1,67/1,42	1,59/1,33	1,43/1,17	1,37/1,11
210	1,91/1,79	1,68/1,49	1,56/1,34	1,48/1,25	1,34/1,10	1,28/1,04

FUENTE: PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRAULICO, GUILLERMO MUÑOZ

Con los esfuerzos equivalentes, se determina el factor de relación de esfuerzos y con la ayuda del nomograma de la figura 61, Se obtienen las repeticiones de carga permisibles; en caso de que el número de repeticiones permisibles se localicen fuera de las límites contemplados en la gráfica, se asume que tal número es ilimitado.

**E. Criterio de erosión.** Sirve para evitar los efectos de la deflexión del pavimento en los bordes de las losas, juntas y esquinas, para controlar así la erosión de la

fundación y de los materiales de las bermas. Se exige que la sumatoria de consumo de todos los grupos de carga no sea mayor al 100%.

En el diseño del pavimento de esta vía se utiliza el cuadro 33, La cual presenta factores de erosión para el caso de pavimento con pasadores, sin bermas de concreto. Además en la figura 61, se obtienen las repeticiones de carga permisibles para este criterio.

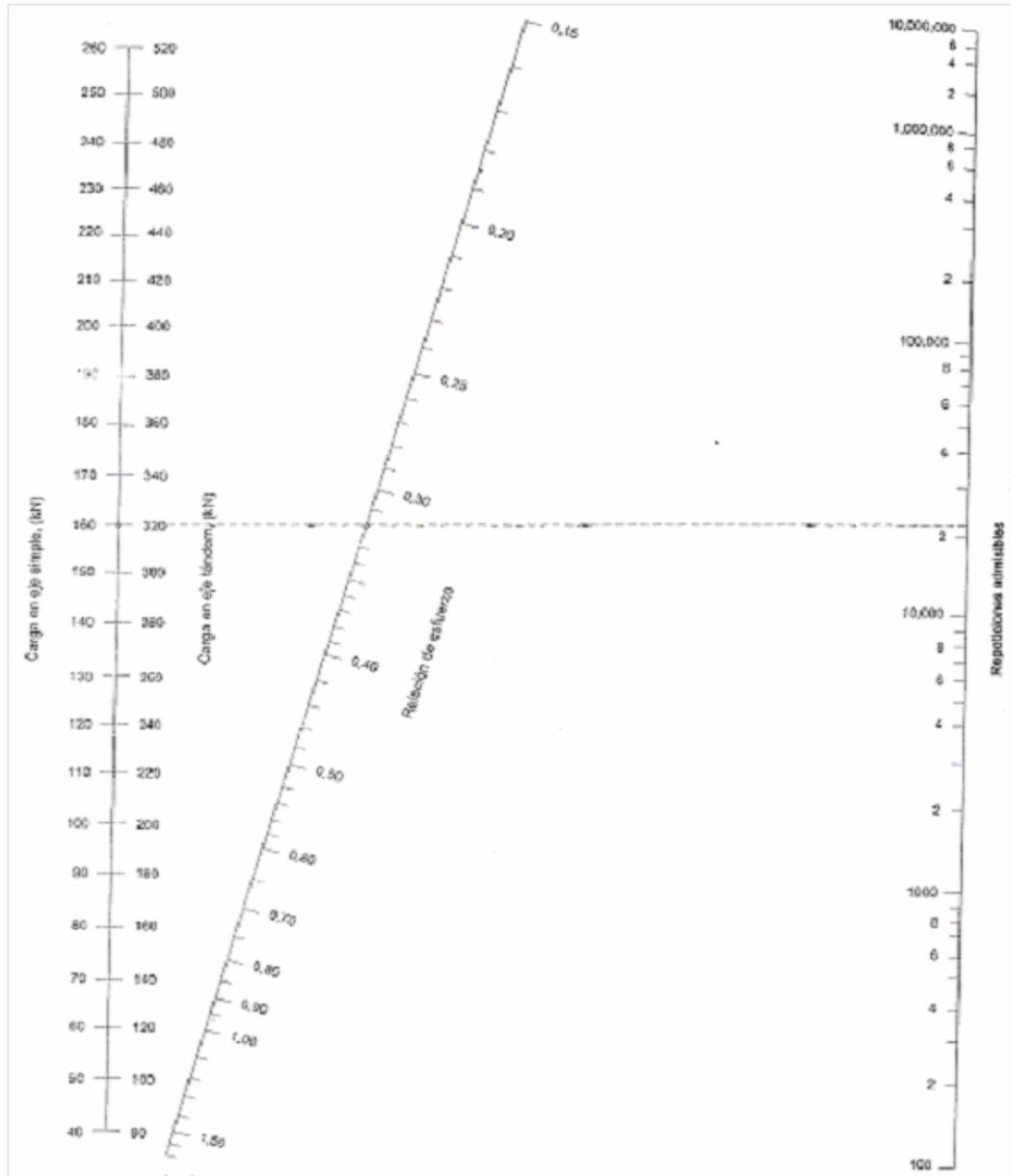
**Cuadro 33. Factores de erosión - Juntas con pasadores sin berma de concreto**

**(Eje simple / eje tándem).**

Espesor de losa (mm)	K de la subrasante -sub-base (Mpa/m)					
	20	40	60	80	140	180
130	3,41/3,52	3,39/3,47	3,39/3,44	3,38/3,43	3,37/3,39	3,35/3,37
140	3,31/3,43	3,30/3,38	3,29/3,35	3,28/3,33	3,27/3,30	3,26/3,28
150	3,22/3,36	3,21/3,30	3,20/3,27	3,19/3,25	3,17/3,21	3,16/3,19
160	3,14/3,28	3,12/3,22	3,11/3,19	3,10/3,17	3,09/3,13	3,08/3,12
170	3,06/3,22	3,04/3,15	3,03/3,12	3,02/3,10	3,01/3,06	3,00/3,04
180	2,99/3,16	2,97/3,09	2,96/3,06	2,95/3,03	2,93/2,99	2,92/2,97
190	2,92/3,10	2,90/3,03	2,88/2,99	2,88/2,97	2,86/2,93	2,85/2,91
200	2,85/3,05	2,83/2,97	2,82/2,94	2,81/2,91	2,79/2,87	2,78/2,85
210	2,79/2,99	2,77/2,92	2,75/2,88	2,75/2,86	2,73/2,81	2,72/2,79

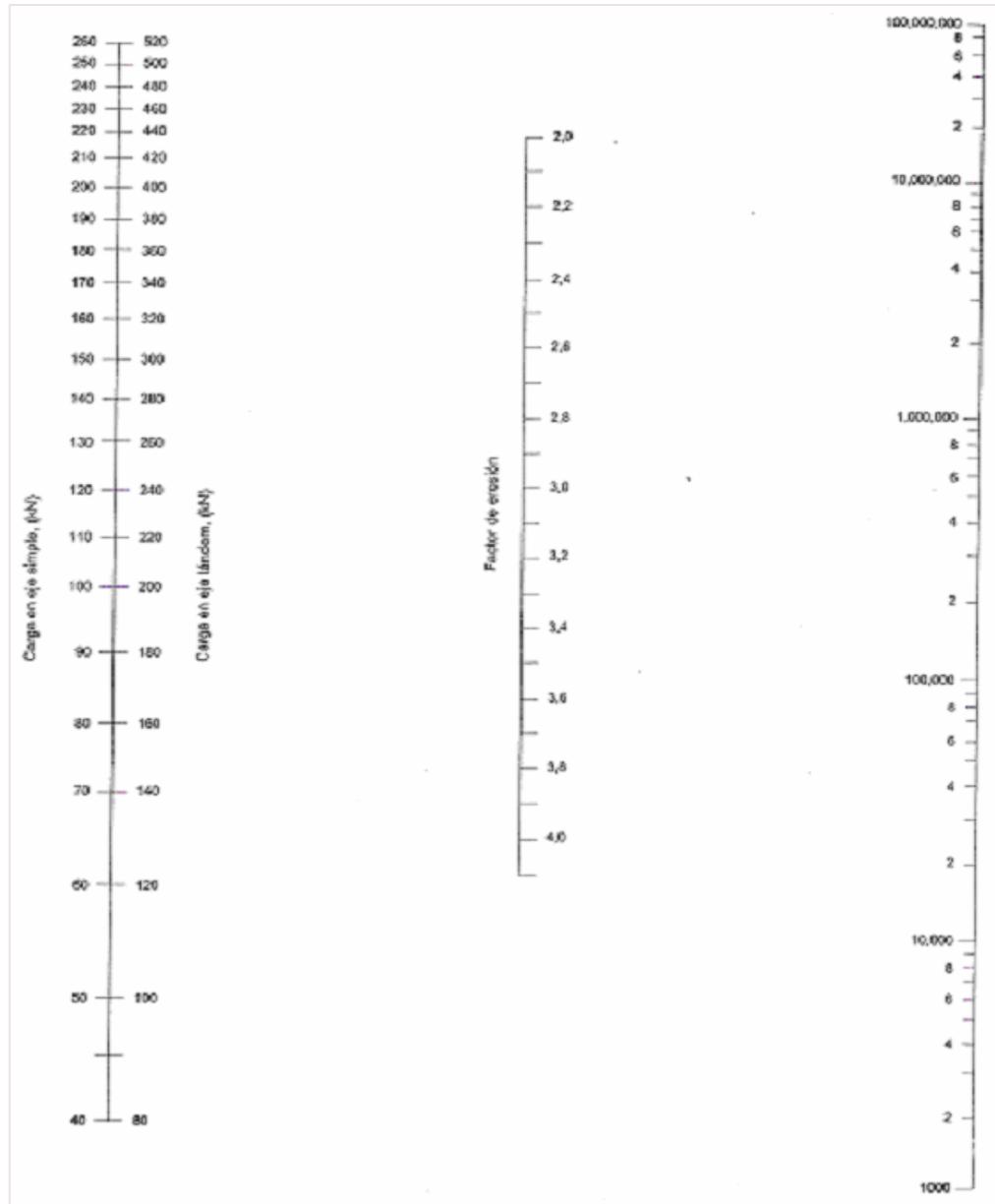
FUENTE: PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRAULICO, GUILLERMO MUÑOZ

**Figura 61. Análisis de Fatiga – Repeticiones de carga permisibles con base al factor de relación de esfuerzos (con y sin berma de concreto)**



Fuente: Pavimentos de Concreto Hidráulico, Guillermo Muñoz.

**Figura 62. Análisis de Erosión – Repeticiones de carga permisibles con base al factor de erosión (sin berma de concreto)**



Fuente: Pavimentos de Concreto Hidraulico, Guillermo Muñoz.

## 16.2 DISEÑO DEL PAVIMENTO RIGIDO

Para obtener el espesor de la losa se utiliza el método de la Portland Cement Association "PCA", siguiendo el procedimiento de diseño cuando se conoce la distribución de cargas por ejes.

Se establecen los siguientes datos de entrada:

- La vía se considera arteria con volumen de tránsito pesado moderado y por lo tanto el período de diseño es de 20 años
- El período de construcción se considera a partir del año 2005
- El período de operación será a partir del año 2005 hasta el 2025
- Tránsito proyectado a 20 años = 798705 vehículos
- CBR de diseño = 70 y 7.5%
- Módulo de reacción de la sub-rasante  $K = 4.8$  y  $18 \text{ kg/cm}^3$   
Módulo de reacción de conjunto  $k_{\text{conjunto}} = 6.8$  y  $18 \text{ kg/cm}^3$
- Módulo de rotura del concreto =  $36.23 \text{ kg/cm}^2$
- Factor de seguridad de carga,  $F_{SC} = 1.1$
- Se asume que el pavimento se construirá sin bermas de concreto y con pasadores.

Los ejes que se manejan para el diseño de pavimentos se dividen en Sencillos, Tándem y trídem. Para nuestro caso, la vía solo se vio afectada por los vehículos con ejes de carga sencillos que adoptan las cargas y distribuciones que se aprecian en el cuadro 34.

**Cuadro 34. Distribución de carga del vehículo**

Distribución de carga					
Tipo de vehículo Vehículo	Peso vehículo (ton)	Carga eje delantero		Carga eje trasero	
		%	(ton)	%	(ton)
Buses	7	35	3,5	65	6,5
Busetas	10	35	2,45	65	4,55
Camiones	14	37.5	4,9	62.5	8,75

FUENTE: ESPECIFICACIONES INVIAS

Con los porcentajes y valores en toneladas, se llega a otra tabla donde se puede determinar el número final de repeticiones para cada carga.

Para determinar la distribución de vehículos comerciales, utilizamos el cuadro 35.

**Cuadro 35. Distribución de vehículos comerciales**

Carga por eje (Ton)	Número de ejes unidades simples		Tipo y número Total de ejes		Tipo y número total de ejes (por cada 1000)	
	Camiones	Buses	Camiones	Camiones y Buses	Camiones	Camiones y Buses
Ejes sencillos	1	2	3	4	5	6
<4		51		51		812
4 - 5		25		25		398
4 - 5	12		12	12	1000	191
5 - 6						
6 - 7		26		26		408
7 - 8						
8 - 9	12		12	12	1000	191
Total Camiones y buses pesados	12	51	12	63		

Fuente: Especificaciones para Construcción de Vías. INVIAS.

La número y distribución de los diferentes vehículos y cargas por eje se muestra en las columnas 1 a 4, y el número de ejes por cada 1000 vehículos comerciales se encuentra en la columna 6. Para determinar los valores de esta columna, basta dividir cada una de las cantidades de la columnas 4 por el número total de camiones y buses y luego multiplicar por 1000.

Combinando los valores de la columna 6 de la tabla anterior, con el tránsito de vehículos comerciales esperado, se calculan las cargas por eje en la vida de diseño, como lo muestra el cuadro 36.

**Cuadro 36. Cálculo del número total de ejes para el carril de diseño para el periodo de diseño**

Carga por eje (Ton)		Tipo y número total de ejes (por cada 1000 vehíc. comerciales)	*Repeticiones esperadas para el periodo de diseño
Ejes sencillos			
<4	3 - 4	812	648286
4,55	4 - 5	398	317787
4,9	4 - 5	191	152538
	5 - 6	0	
6,50	6 - 7	408	326261
	7 - 8	0	
8,75	8 -9	191	152538

Fuente: Especificaciones para Construcción de Vías. INVIAS.

Se asume un espesor de losa y se calcula el esfuerzo que cada eje le produce a esta, multiplicando por el factor de seguridad de carga correspondiente.

Se establece el número de repeticiones admisibles de cada eje, obtenido de la relación entre el esfuerzo producido y el modulo de rotura del concreto MR; con esto, se determina el *consumo de fatiga*, que consiste en calcular la relación porcentual entre el número de ejes previstos durante el periodo de diseño para cada carga y el admisible correspondiente. Se suman estos consumos y se comparan con el máximo admisible que es 125% (MR a 28 días).

Para determinar el *daño por erosión*, se calcula el factor de erosión (está en función del espesor de losa asumido y el C.B.R de diseño) y se establece el número de repeticiones admisibles de cada eje. A continuación se calcula la relación porcentual, entre el número de ejes previstos para cada carga y el admisible. La suma es el daño total por erosión.

Si el porcentaje total de consumo de fatiga o el porcentaje total de daño por erosión es semejante a 100%, el espesor supuesto de la losa de concreto es correcto. El espesor de losas escogidos para el tanteo se considera inadecuado si los totales de fatiga o erosión superan el 100 %. En este caso se hará otro tanteo

con un espesor mayor. Si los totales son muy inferiores al 100 %, se hará un nuevo tanteo con un espesor menor. Figura 63.

El siguiente es el procedimiento para calcular el formato:

- **COLUMNA 1.** Cargas tomadas de los datos de tránsito en orden decreciente
- **COLUMNA 2.** Se multiplica la columna 1 por el factor de seguridad de carga
- **COLUMNA 3.** Repeticiones esperadas para un periodo de 20 años
- **COLUMNA 4.** Se obtiene de la figura 61. Entrando con los datos de la columna 2 y el factor de relación de esfuerzos para cada tipo de eje. Dicho factor se encuentra dividiendo el esfuerzo equivalente para cada tipo de eje por el módulo de rotura del concreto (MR).
- **COLUMNA 5.** Columna 3 dividido columna 4 y tomada en porcentaje. La suma de la columna 5 es el porcentaje total del consumo de fatiga.
- **COLUMNA 6.** Se obtiene de la figura 62. Entrando con los datos de la columna 2 y el factor de erosión para cada tipo de eje.
- **COLUMNA 7:** Columna 3 dividida columna 6 y tomada en porcentaje. La suma de la columna 7 es el porcentaje total de daño por erosión.

Se presenta una tabla con los resultados obtenidos utilizando el método de la PCA.

Figura 63. Cálculo del espesor del pavimento método PCA

<b>FORMATO</b>						
<b>CÁLCULO ESPESOR DE PAVIMENTO METODO PCA</b>						
PRYECTO _____ ESPESOR LOS (SUPUESTO) _____ JUNTAS CON PASADOR _____ ESPESOR SUB-BASE _____ BERMA DE CONCRETO _____ SUBBASE-SUBRASANTE(K) _____ PERIODO DE DISEÑO _____ ANCHO DE CARRIL _____ F.S.C _____ CONCRETO (MR) _____						
CARGA POR EJE (KN)	CARGA POR EJE x F.S.C	REPETICIONES ESPERADAS	ANALISIS DE FATIGA		ANALISIS DE EROSION	
			REPETICIONES PERMISIBLES	% FATIGA	REPETICIONES PERMISIBLES	% DAÑO
1	2	3	4	5	6	7
<b>EJES SIMPLES</b>						
8. ESFUERZO EQUIVALENE _____			10. FACTOR DE EROSION _____			
9. FACTOR DE RELACION DE ESFUERZOS _____						
<b>EJES TANDEM</b>						
11. ESFUERZO EQUIVALENTE _____			13. FACTOR DE EROSION _____			
12. FACTOR DE RELACION DE ESFUERZOS _____						
<b>EJES TRIDEM</b>						
11. ESFUERZO EQUIVALENTE _____			13. FACTOR DE EROSION _____			
12. FACTOR DE RELACION DE ESFUERZOS _____						
$\Sigma$			$\Sigma$			
<b>CONSUMO ADMISIBLE:</b> %						
FUENTE: PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRAULICO, GUILLERMO MUÑOZ						

Para los datos obtenidos con el estudio de suelos aplicando el método descrito se obtienen los siguientes valores:

**Cuadro 37. Resultados Apique 1 y Apique 2**

		Apique 1	Apique 2
Tipo de suelo según clasificación AASHTO		A-7-5	A-7-5
Tipo de suelo según clasificación unificada		MH	MH
CBR		70	7,5
Resistencia K del apoyo:	k/cm <sup>3</sup>	18	6.8
Módulo de rotura de la losa:	kg/cm <sup>2</sup>	36.23	36.23
Factor de Mayoración de repeticiones:		1.1	1.1
Factor de seguridad de carga:		1	1
<b>Sin Bermas. Con pasadores</b>			
<b>Con estos datos se obtuvieron los siguientes valores:</b>			

**APIQUE 1**

**EJES SIMPLES**

		4	4.55	4.9	6.5	8.75	Total
Carga	ton	4	4.55	4.9	6.5	8.75	
Repeticiones esperadas		713115	349566	167792	358887	167792	
Repeticiones admisibles por fatiga		Infinito	Infinito	Infinito	Infinito	657189	
Consumo fatiga	%	0	0	0	0	25.53	25.53
Repeticiones admisibles por erosión		Infinito	Infinito	Infinito	5,6E+07	5137013	
Consumo erosión	%	0	0	0	0.64	3.7	3.9
Espesor de losa adoptado:		17.5 cm					

**APIQUE 2**

**EJES SIMPLES**

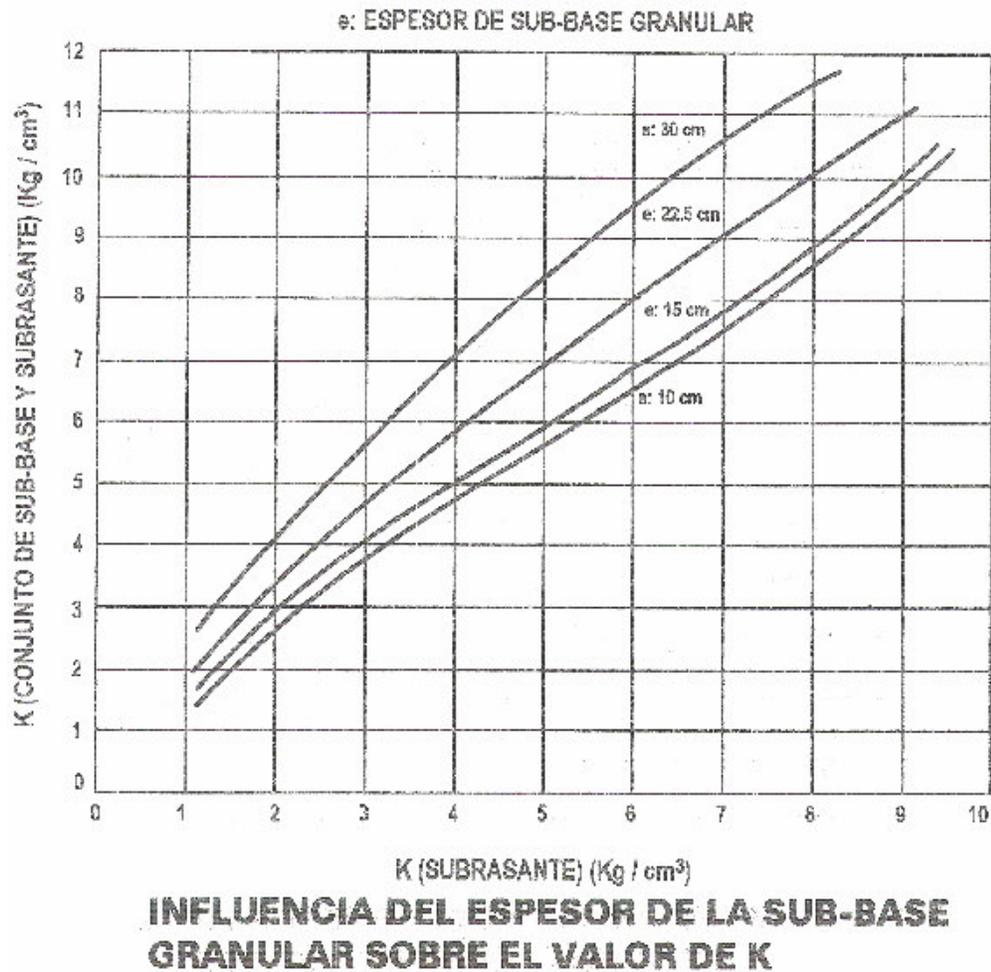
		4	4.55	4.9	6.5	8.75	Total
Carga	ton	4	4.55	4.9	6.5	8.75	
Repeticiones esperadas		713115	349566	167792	358887	167792	
Repeticiones admisibles por fatiga		Infinito	Infinito	Infinito	Infinito	680275	
Consumo fatiga	%	0	0	0	0	24.67	24.67
Repeticiones admisibles por erosión		Infinito	Infinito	Infinito	9,2E+08	1,7E+07	
Consumo erosión	%	0	0	0	0,04	0,98	1.02
Espesor de losa adoptado:		20 cm					

**16.3 DETERMINACION DE ESPESOR DE SUB-BASE**

Cuando se trata de suelos con valores de C.B.R. > 20% que son considerados como excelentes para material de sub-base, se especifican espesores de 10 a 15 cm, para garantizar de una manera práctica el espesor mínimo de 5 a 7.5 cm, que es el espesor mínimo para prevenir el bombeo. En caso contrario, si el C.B.R. es < de 20%, con el módulo de reacción de la sub-rasante, se obtiene un K de conjunto que sale de la figura 64, el cual nos permite mediante el método del tanteo asumir distintos valores de espesor de sub-base y calcular el espesor del pavimento, si la capa de pavimento es muy grande, entonces se usa un espesor de sub-base mayor. Se debe aclarar que no se debe aumentar mucho la capa de sub-base, con el fin de disminuir el espesor del pavimento.

Por esta razón, se emplea una sub-base granular que dentro de sus especificaciones, debe ser un material granular constituido por: arena, grava arenosa, agregado, triturado y materiales locales, se debe verificar el contenido del material que pasa por el tamiz No. 200 y evitar los agregados blandos, porque pueden generar finos por abrasión. En la cuadro 38, se tiene los requisitos mínimos para materiales de sub-base granular.

**Figura 64. Influencia del espesor de la sub-base granular sobre el valor de k.**



Fuente: Pavimentos de Concreto Hidraulico, Guillermo Muñoz.

**Cuadro 38. Materiales de sub-base según la AASHTO**

ESPECIFICACION	REQUISITOS PARA MATERIALES DE SUB-BASE SEGUN LA AASHTO			
	TIPO A (Gradación abierta)	TIPO B (Gradación densa)	TIPO C (Suelo - cemento)	TIPO F (Granular)
1. GRADACION				
% PASA				
1 1/2"	100	100	100	100
3/4"	60 - 90	85 - 100	-	-
Nº 4	35 - 60	50 - 80	65 - 100	65 - 100
Nº 40	10 - 25	20 - 35	25 - 50	25 - 50
Nº 200	0 - 7	5 - 12	5 - 20	0 - 15
2. PLASTICIDAD				
Límite líquido	25 máximo	25 máximo	-	25 máximo
Índice plástico	N.P	6 máximo	10 máximo	6 máximo
3. RESISTENCIA (Compresión a 28 días)				
	-	-	400 - 750 psi	-
4. COMPACTACION				
	Mínimo 100% de la máxima según Próctor Estándar (AASHTO T 99)			

NOTA: En proyectos con grandes volúmenes de tráfico pesado, la densidad especificada no debería ser menor del 105% del próctor estándar o 98 a 100% del próctor modificado (AASHTO 180)

Fuente: Pavimentos de Concreto Hidráulico. Guillermo Muñoz.

Se utilizó para nuestro caso un espesor de 0.10 metros en el tramo donde el suelo tiene consistencia blanda y 0.15 mts donde el suelo es mas firme.

## 16.4 DISEÑO FINAL

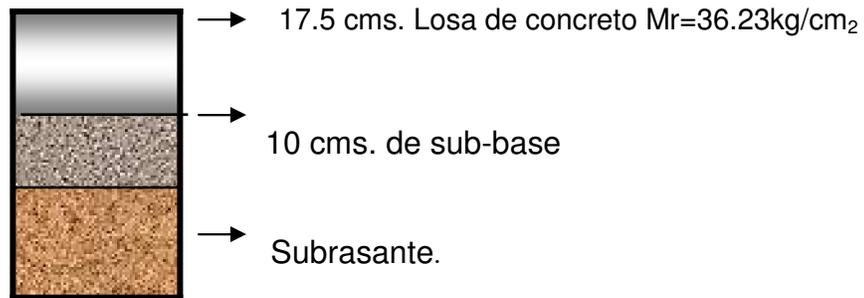
La estructura del pavimento queda conformada por las siguientes capas en longitud = 565,73 m con espesor de 17.5 cm y longitud = 228 m con espesor = 20 cm.

El dimensionamiento de paños se hace teniendo en cuenta que la relación entre el ancho y el largo sea igual o mayor a 1.5, se tiene entonces una longitud del paño

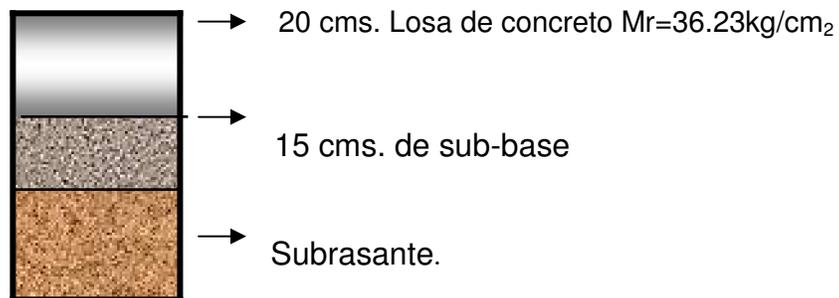
$$l = 1.5 * 3.5 = 5.25mts$$

Se adoptando una longitud de 6mts. Estas dimensiones ayudan a prevenir el agrietamiento y reducen los costos de la construcción en lo referente a formaletas y corte de acero de refuerzo.

**Figura 65. Capas que conforman el pavimento espesor = 17.5 cm**



**Figura 66. Capas que conforman el pavimento espesor = 20 cm**

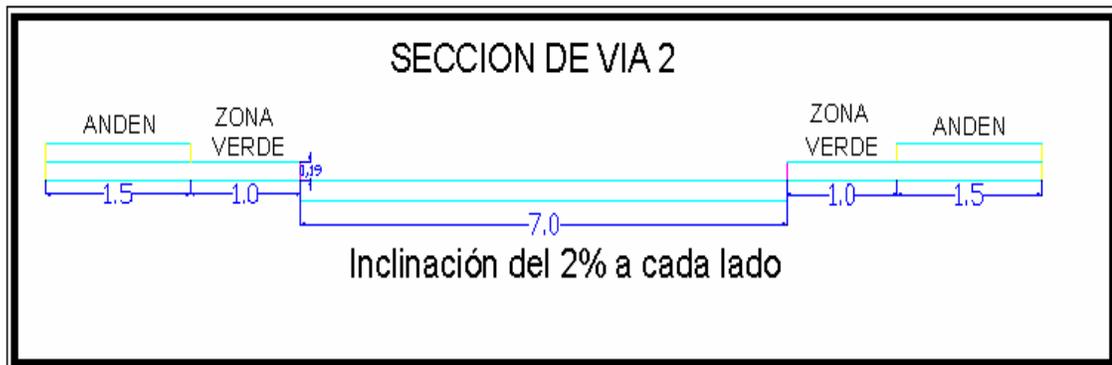
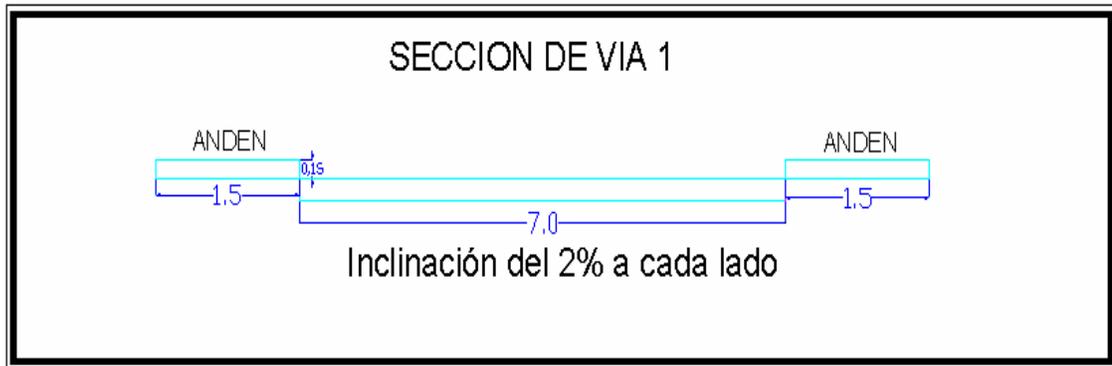


### Vistas en corte transversal

Se presentan dos secciones de vía, una con las especificaciones que ordena el Plan de Ordenamiento Territorial y otra que limita la zona verde por existir construcciones que apenas permiten tener la calzada más andenes.

La sección 1 se presenta entre las abscisas :K0 + 00 a K0 + 77 y k0+ 620 a K0+680, y la segunda entre: k0 + 77 a k0 + 620 y k0 + 680 a k0 + 791.86. Figura 75.

**Figura 67. Vistas en corte transversal**



## 16.6 DISEÑO DE JUNTAS

Además de los esfuerzos generados por el tránsito, se debe controlar esfuerzos causados por los movimientos de contracción o expansión del concreto y los gradientes por temperatura y humedad entre la superficie y el apoyo de la losa. Dichos esfuerzos se controlan diseñando las juntas del pavimento.

**16.5.1 Juntas Longitudinales.** Es una junta de construcción para hacer el pavimento carril por carril, se Utiliza una varilla de transferencia corrugada de diámetro ½”, longitud 85 cm cada 1.20 metros, para un espesor de 17.5 cm, estos requisitos de esta junta también se puede utilizar para un pavimento de 20 cm.

**16.5.2 Juntas Transversales.** Se proyecta para interrupciones de trabajo pre-establecidas como emergencias por lluvias o daños de equipo, se Utiliza una varilla lisa de 7/8", longitud 35 cm cada 30 cm, para un espesor de 17.5 cm. Para 20 cm los requisitos que se utilizan son varilla lisa o diámetro del pasador de 1", longitud total de 35 cm y la separación entre centros es cada 30 cm.

Los diámetros y separaciones utilizados en los dos tipos de juntas se obtienen de acuerdo a los siguientes cuadros 39 y 40.

**Cuadro 39. Requisitos para Juntas Longitudinales**

CARACTERISTICAS DE BARRAS DE ANCLAJE CORRUGADAS												
ESPESOR DE LOSA	BARRAS DE $\phi$ 9,5 mm (3/8")				BARRAS DE $\phi$ 12,7 mm (1/2")				BARRAS DE $\phi$ 15,9 mm (5/8")			
	Longitud (cm)	SEPARACIÓN ENTRE BARRAS (cm)			Longitud (cm)	SEPARACIÓN ENTRE BARRAS (cm)			Longitud (cm)	SEPARACIÓN ENTRE BARRAS (cm)		
		Carril de	Carril de	Carril de		Carril de	Carril de	Carril de		Carril de	Carril de	Carril de
		3,65 m	3,35 m	3,65 m		3,65 m	3,35 m	3,65 m		3,65 m	3,65 m	3,35 m
ACERO $f_y = 40,000$ psi												
15	45	80	75	65	60	120	120	120	60	120	120	120
17,5		70	60	55		120	110	100		120	110	100
20		60	55	50		105	100	90		120	120	120
22,5		55	50	45		95	85	80		120	120	120
25		45	45	40		85	80	70		120	120	110
ACERO $f_y = 60,000$ psi												
15	65	120	110	100	85	120	120	120	100	120	120	120
17,5		105	95	85		120	120	120		120	120	120
20		90	80	75		120	120	120		120	120	120
22,5		80	75	65		120	120	120		120	120	120
25		70	65	60		120	115	110		120	120	120

FUENTE: PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRAULICO, GUILLERMO MUÑOZ

**Cuadro 40. Requisitos para Juntas Transversales**

REQUISITOS MÍNIMOS PARA PASADORES DE ACERO EN JUNTAS DE PAVIMENTOS				
ESPESOR DEL PAVIMENTO (cm)	DIAMETRO DEL PASADOR		LONGITUD TOTAL (cm)	SEPARACIÓN ENTRE CENTROS (cm)
	(cm)	(pulg)		
10	1,27	1/2	25	30
11 - 13	1,59	5/8	30	30
14 - 15	1,91	3/4	35	30
16 - 18	2,22	7/8	35	30
19 - 20	2,54	1	35	30
21 - 23	2,86	1 1/8	40	30
24 - 25	3,18	1 1/4	45	30
26 - 28	3,49	1 3/8	45	30
29 - 30	3,81	1 1/2	50	30

FUENTE: PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRAULICO, GUILLERMO MUÑOZ

**Figura 68. Detalle de junta longitudinal, espesor 17.5 cm**

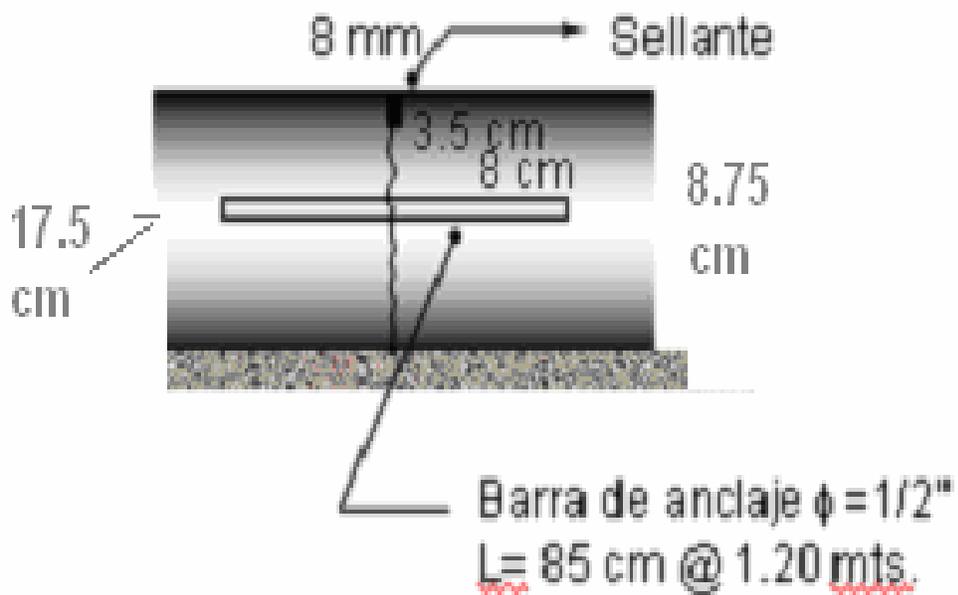


Figura 69. Detalle transversal, espesor 17,5 cm.

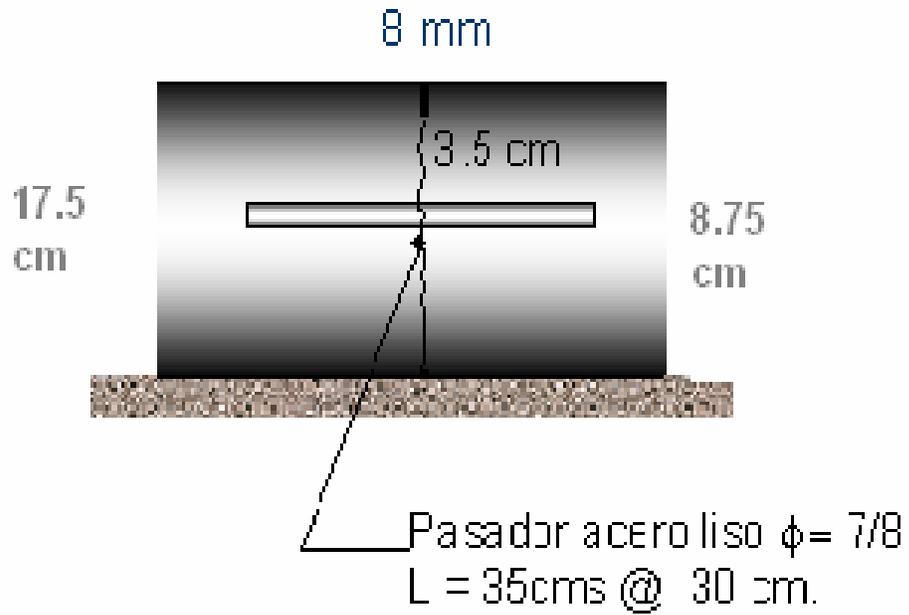


Figura 70. Detalle junta de expansión, espesor 17.5 cm.

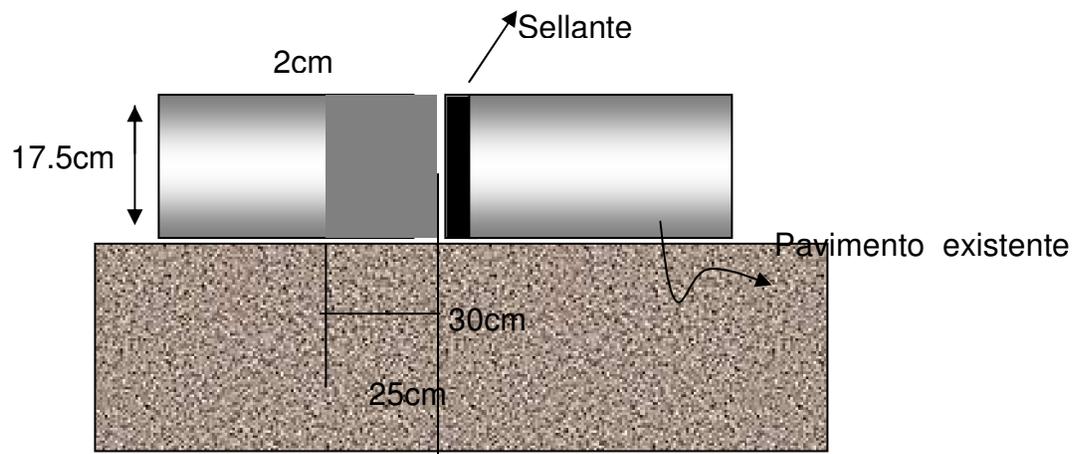


Figura 71. Detalle de junta longitudinal, espesor 20 cm

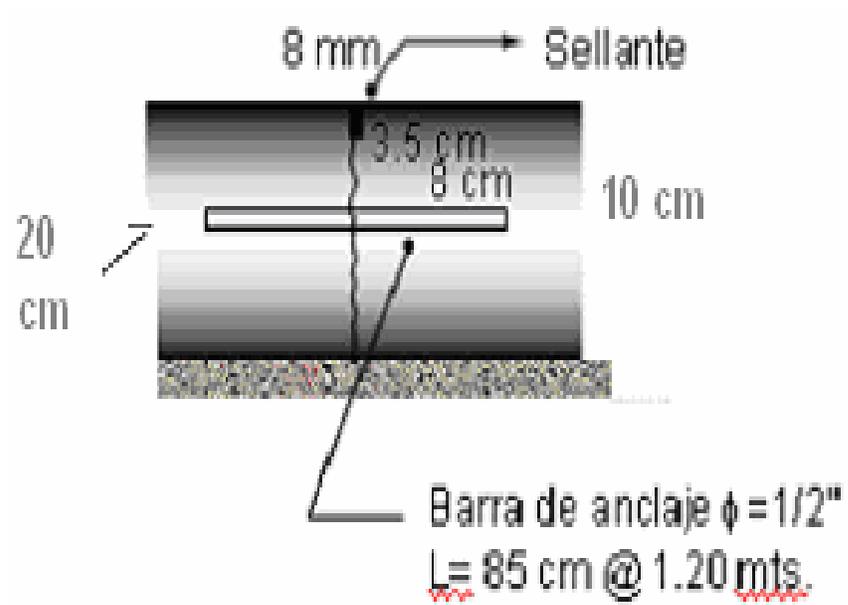


Figura 72. Detalle transversal, espesor 20 cm

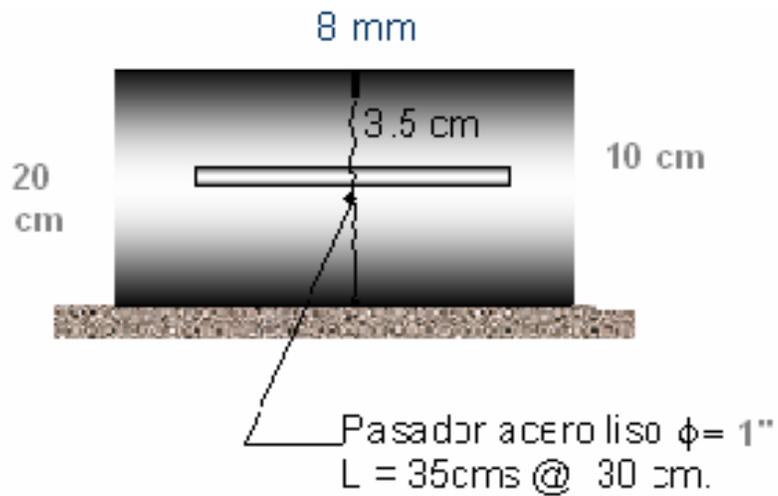
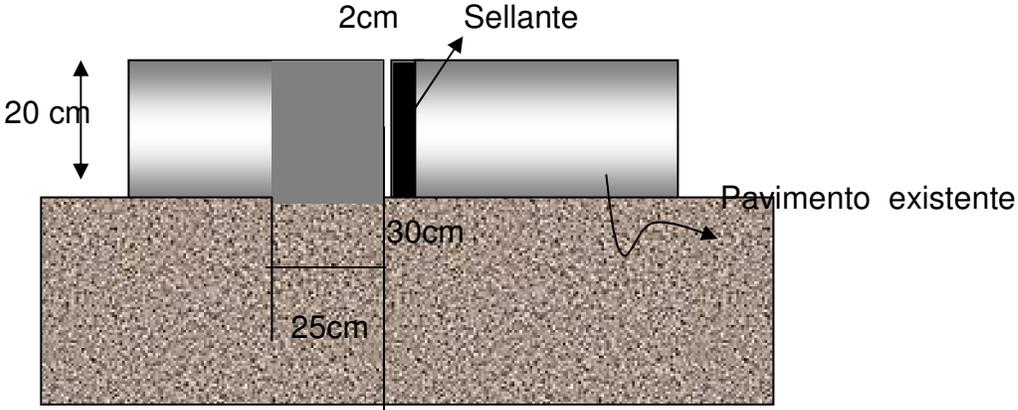


Figura 73. Detalle junta de expansión, espesor 20 cm



## **17. MURO DE CONTENCIÓN EN GAVIONES**

Se prediseña un muro de contención en gaviones con lo cual se busca que la estructura a base de gaviones permita deformaciones sin perder eficiencia en caso de una falla de mecánica de suelos, o bien permite desplantar una obra desde una base con poca resistencia a la carga y de esta forma evitar costosas excavaciones para cimentación buscando una capa de suelo con mayor resistencia a la carga.

Las estructuras a base de gaviones, han demostrado ser una buena solución a los problemas originados por la fuerza erosiva del agua. Lo mismo protegiendo vías de comunicación como carreteras y vías férreas o bien tuberías diversas, agua potable y drenaje. Así mismo los podemos usar ventajosamente en obras de conservación de suelos, recarga de acuíferos, obras de irrigación y control de ríos. Descripción del gavión. Un gavión consiste en una caja de forma prismática rectangular, elaborada con enrejado metálico de mallas hexagonales, confeccionado con alambre galvanizado reforzado. Estos gaviones se llenan con rajón o piedra de cantera o material adecuado del que más a mano se disponga.

### **17.1 CARACTERÍSTICAS DE LAS OBRAS CON GAVIONES**

- No precisan cimentación.
- Adaptación al terreno.
- Fácil diseño.
- Mano de obra no especializada.
- Trabajan por gravedad.

### **17.2 VENTAJAS DE LOS MUROS EN GAVIONES**

- Flexibles
- Drenantes
- Montaje rápido
- Durabilidad
- Económicos

## 17.3 MATERIALES

**17.3.1 Canastas metálicas.** Las canastas metálicas estarán formadas de alambre de hierro galvanizado de triple torsión, con huecos hexagonales de abertura no mayor de diez centímetros (10 cm).

Se utilizará alambre galvanizado de diámetro superior a dos milímetros (2 mm), excepto en las aristas y los bordes del gavión que estarán formados por alambres galvanizados cuyo diámetro será, como mínimo, un veinticinco por ciento (25 %) mayor que el del enrejado.

**17.3.2 Material de relleno.** Podrá consistir de canto rodado, rajón, material de cantera o material de desecho adecuado, teniendo cuidado de no utilizar materiales que se desintegren por la exposición al agua o a la intemperie, que no contengan óxido de hierro, con excesiva alcalinidad con compuestos salinos, cuya composición pueda atacar el alambre de la canasta.

El peso unitario del material deberá ser, cuando menos, de un mil doscientos cincuenta kilogramos por metro cúbico (1250 kg/m<sup>3</sup>).

Deberá cumplir, además, los siguientes requisitos:

- ❖ **Granulometría:** El tamaño mínimo de las piedras deberá ser, por lo menos, treinta milímetros (30 mm) mayor que las aberturas de la malla de la canasta.
- ❖ **Resistencia a la abrasión:** El desgaste del material al ser sometido a ensayo en la máquina de Los Ángeles, según la norma INV E-219, deberá ser inferior a cincuenta por ciento (50%).
- ❖ **Absorción:** Su capacidad de absorción de agua será inferior al dos por ciento (2%) en peso. Para determinarla, se fragmentará una muestra representativa de las piedras y se ensayará de acuerdo con la norma INV E-223.

## 17.5 PREDISEÑO DEL MURO DE CONTENCIÓN EN GAVIONES

Debido a que en el sector cercano al Ancianato no se contó con un estudio de suelos detallado, el cual proporcionara la información necesaria para realizar un diseño completo de los muros de contención en gaviones, esta actividad quedará en etapa de prediseño.

Los datos del prediseño son los siguientes:

**Cuadro 41. Dimensiones de un muro en gaviones**

<b>Muro 1</b>	
H	2 m
L	28 m
$\gamma$	1.75 Kg/cm <sup>2</sup>
<b>Ubicación</b>	K0 + 390.59 hasta K0 + 418.59

<b>Muro 2</b>	
H	4 m
L	14 m
$\gamma$	1.75 Kg/cm <sup>2</sup>
<b>Ubicación</b>	K0 +682.66 hasta K0 +696.66

<b>MURO DE CONTENCIÓN 1</b> <b>INSTITUTO DE VALORIZACION MUNICIPAL</b> <b>DIMENSIONES (M) Y CANTIDADES POR METRO LINEAL</b>											
H	b1	b2	b3	b4	T	h	B	Vol (m <sup>3</sup> )	PRESIONES (Kg/cm <sup>2</sup> )		
									$\sigma_1$	$\sigma_2$	
2.00	0,25	0,3	0,7	0,25	0,25	1,75	1,5	1,55	0,63	0,2	

- ❖ Clasificación del suelo: AASHTO: A-7-5, SUCS: MH
- ❖ Descripción: Suelo limoso de alta plasticidad muy alta, consistencia muy firme, color café grisáceo.

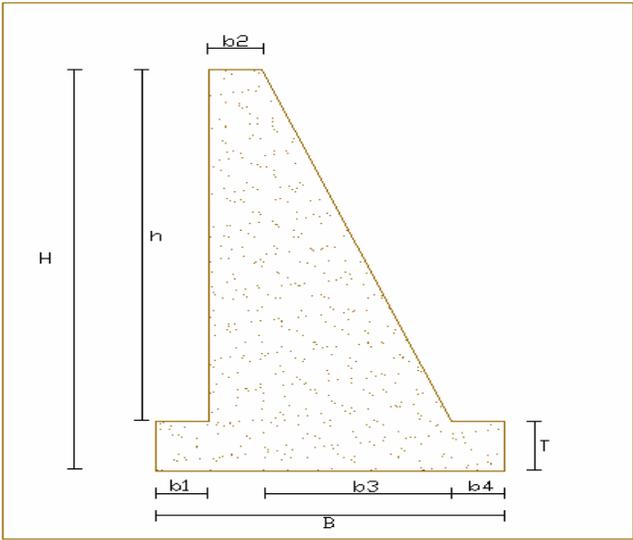
Las dimensiones se calculan para un muro a gravedad obteniéndose los siguientes valores. Cuadro 42.

**Cuadro 42. Dimensionamiento de muro a gravedad**

<b>MURO DE CONTENCIÓN</b> <b>INSTITUTO DE VALORIZACION MUNICIPAL</b> <b>DIMENSIONES (M) Y CANTIDADES POR METRO LINEAL</b>											
H	b1	b2	b3	b4	T	h	B	Vol(m <sup>3</sup> )	Presiones(kg/cm <sup>2</sup> )		
									$\sigma_1$	$\sigma_2$	
4,00	0,40	0,40	1,40	0,40	0,50	3,50	2,60	5,15	1,32	0,23	

Se recomienda la utilización de un muro en gaviones que se ajuste a las dimensiones calculadas, Figura 68.

**Figura 74. Muro de gravedad**



**Figura 75. Muro en gaviones**

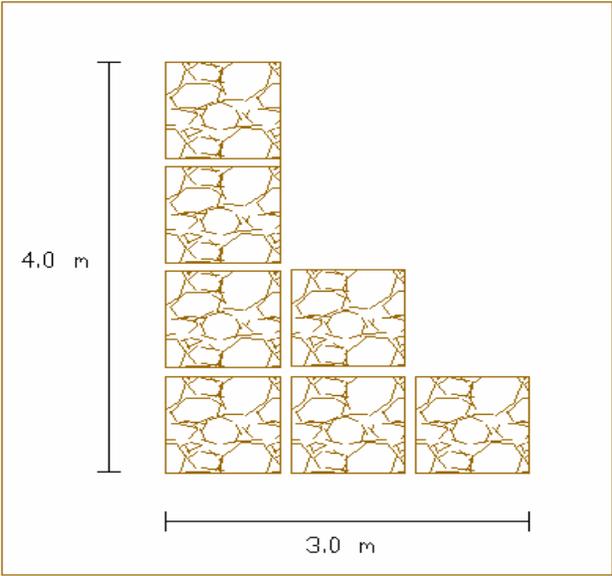


Figura 76. Dimensiones de los gaviones

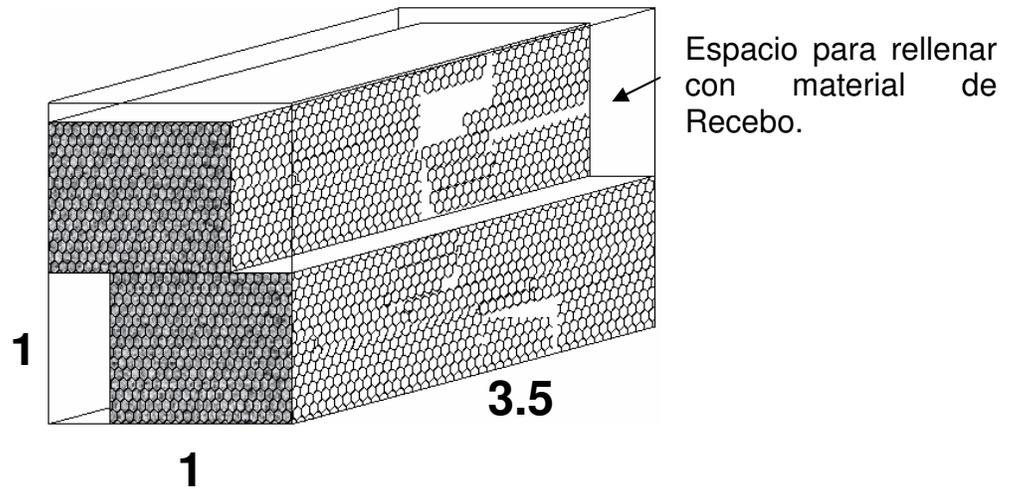
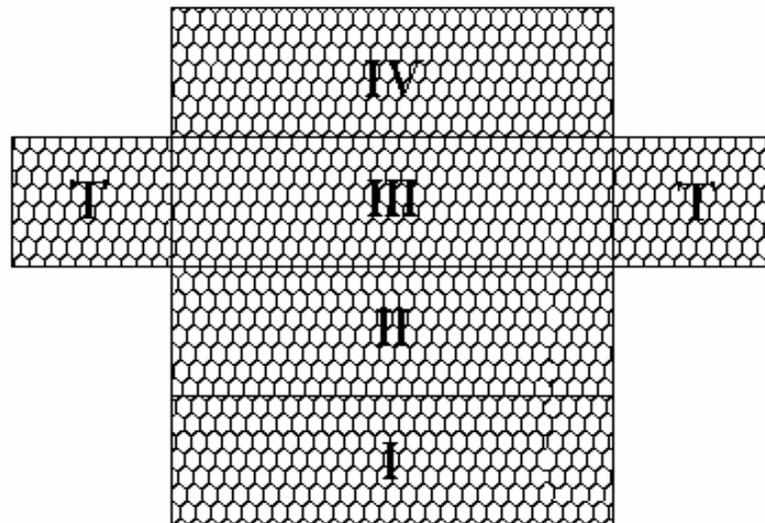


Figura 77. Esquema malla en secciones.



## **18. DISEÑO DE DRENAJES**

Como ya se menciona en el proyecto vía perimetral occidental el drenaje constituye el conjunto de obras que sirven para captar, conducir y alejar del camino el agua que puede causarle problemas.

En el caso de la vía San Ezequiel anciano se hace necesario la utilización de sumideros a lo largo de toda la vía, por la característica netamente urbanas de la zona; como en el levantamiento se tomo detalles de la ubicación de pozos de inspección, la ubicación de sumideros en la vía se hace conservando una distancia de 15 metros de acuerdo a la normatividad.

El calculo del caudal se hace utilizando el método racional relacionando los factores : intensidad de lluvias y áreas tributarias. Las áreas tributarias se toman de acuerdo a la topografía y el coeficiente de escorrentía tiene un valor de 0.8 en centros poblados los cálculos se resumen a continuación

Cuadro 43. Diseño de drenajes

CALCULO DIAMETRO PARA CONEXIONES DE SUMIDEROS VIA SAN EZEQUIEL-ANCIANATO																						
Tramo	Área tributaria (Ha)		Coeficiente de escorrente	Tiempo de concentración (min)			Período de retorno (años)	Intensidad de lluvias (l/s/ha)	Qdiseño (l/s)	Longitud (m)	Ø (plg)		Material	n	Pendiente (%)	Condiciones a tubo lleno			Relaciones hidráulicas			Condición Real
				Entrada	Recurrido	Total					Caudal (l/s)	Velocidad (m/s)				F. Tractiva (Kg/m <sup>2</sup> )	q/Q	v/V	Y/D	Velocidad (m/s)		
	Tramo	Acumul	C								Nomin	Real										
A1	0,0593	0,06	0,80	5,00	0,13	5,13	5,00	<b>159,10</b>	7,55	7,29	10	10	Concreto	0,013	3,00%	107,45	2,12	1,91	0,07	0,450	0,2%	0,95
A2	0,0723	0,07	0,80	5,00	0,15	5,15	5,00	158,94	9,19	8,75	10	10	Concreto	0,013	2,50%	98,09	1,94	1,59	0,09	0,516	0,2%	1,00
A3	0,0250	0,03	0,80	5,00	0,12	5,12	5,00	<b>159,20</b>	3,18	6,44	10	10	Concreto	0,013	3,50%	116,06	2,29	2,22	0,03	0,405	0,2%	0,93
A4	0,899	0,90	0,80	5,00	0,11	5,11	5,00	159,28	114,55	15,90	10	10	Concreto	0,013	4,00%	124,08	2,45	2,54	0,92	1,024	0,8%	2,51
A5	0,1413	0,14	0,80	5,00	0,15	5,15	5,00	<b>158,91</b>	17,96	11,13	10	10	Concreto	0,013	2,50%	98,09	1,94	1,59	0,18	0,638	0,3%	1,24
A6	0,1413	0,14	0,80	5,00	0,20	5,20	5,00	158,48	17,91	14,98	10	10	Concreto	0,013	2,50%	98,09	1,94	1,59	0,18	0,638	0,64	1,24
A7	0,4300	0,43	0,80	5,00	0,06	5,06	5,00	<b>159,62</b>	54,91	7,06	10	10	Concreto	0,013	3,00%	107,45	2,12	1,91	0,51	0,855	0,6%	1,81
A8	0,0380	0,04	0,80	5,00	0,13	5,13	5,00	159,12	4,84	7,17	10	10	Concreto	0,013	3,00%	107,45	2,12	1,91	0,05	0,450	0,2%	0,95
A9	0,2827	0,28	0,80	5,00	0,10	5,10	5,00	<b>159,37</b>	36,04	8,56	10	10	Concreto	0,013	2,50%	98,09	1,94	1,59	0,37	0,774	0,5%	1,50
A10	1,2600	1,26	0,80	5,00	0,05	5,05	5,00	159,74	161,02	8,34	12	12	Concreto	0,013	4,00%	201,76	2,77	3,05	0,80	0,985	0,8%	2,72
A11	0,4800	0,48	0,80	5,00	0,01	5,01	5,00	160,07	61,47	1,42	10	10	Concreto	0,013	4,00%	124,08	2,45	2,54	0,50	0,845	0,6%	2,07
A12	0,6640	0,66	0,80	5,00	0,04	5,04	5,00	159,81	84,89	5,27	10	10	Concreto	0,013	3,00%	107,45	2,12	1,91	0,79	0,982	0,8%	2,08
A13	0,9000	0,90	0,80	5,00	0,06	5,06	5,00	159,70	114,99	8,34	10	10	Concreto	0,013	4,00%	124,08	2,45	2,54	0,93	1,024	0,8%	2,51
A13	0,0376	0,04	0,80	5,00	0,18	5,18	5,00	158,67	4,78	11,86	10	10	Concreto	0,013	4,50%	131,60	2,60	2,86	0,04	0,425	0,2%	1,10
A14	0,0437	0,04	0,80	5,00	0,10	5,10	5,00	159,33	5,57	5,68	10	10	Concreto	0,013	3,00%	107,45	2,12	1,91	0,05	0,450	0,2%	0,95
A15	0,0479	0,05	0,80	5,00	0,10	5,10	5,00	159,35	6,11	5,85	10	10	Concreto	0,013	3,00%	107,45	2,12	1,91	0,06	0,470	0,2%	1,00

## 19. PRESUPUESTO

### Presupuesto pavimento en concreto rígido vía San Ezequiel - ancianato

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR. PARCIAL
1	Excavacion a maquina	M3	400,20	2083,33	833745,48
2	Relleno	M3	347,11	1416,80	491787,85
3	Excavacion a mano	M3	50	4048,00	202400,00
4	Retiro de sobrantes	M3	53,09	6771,00	359446,24
5	Relleno de zanjas con material aprovechable	M3	30	1416,80	42504,00
6	Conexiones para sumideros	ML	130	20837,46	2708870,36
7	Arreglo de camaras de alcantarillado	UN	3	181137,33	543412,00
8	Construccion de sumideros	UN	10	400000,00	4000000,00
9	Base compactada con maerial seleccionado	M3	1050,02	39000,33	40950993,51
10	Base para anden	M3	625,72	39000,33	24403249,57
11	Losa de concreto 39.13 Kg/cm2 espesor 0,20 m	M3	693,02	295053,84	204477988,12
12	Losa de concreto 39.13 Kg/cm2 espesor 0,175 m	M3	319,20	297259,15	94885120,84
13	Sardinell de confinamiento	ML	1587,46	15329,89	24335584,00
14	Anden 1.5 mts 2500 psi	M3	357,18	223856,32	79956664,10
15	Zona verde	M2	716,73	2500,00	1791825,00
16	Muro de contencion en gaviones	M3	98	61750	6051500
<b>COSTO TOTAL</b>					<b>486035091,07</b>

## CONCLUSIONES

### DISEÑO VÍA PERIMETRAL OCCIDENTAL

- ❖ Terminado el estudio de tránsito como fase preliminar del diseño de la vía perimetral occidental, se puede afirmar que la ciudad de San Juan de Pasto necesita una vía acorde con las necesidades vehiculares actuales, por ser la capital del Departamento de Nariño y estar ubicada en la zona fronteriza, tiene un flujo vehicular constante que esta incrementándose. La demanda de vehículos que tiene esta ciudad se debe a que es un punto obligatorio para desplazamiento hacia el norte y sur del país; además la rata de crecimiento del parque automotor municipal es relativamente alto y tiende a incrementarse. La necesidad de trasladarse desde corregimientos y municipios aledaños hacia Pasto y viceversa, aporta un número significativo de vehículos, que no necesariamente tiene que pasar por las vías de Pasto.

Todos estos factores crean problema de congestión vehicular, afectando a la vía Panamericana en su tramo urbano. El proyecto denominado Vía Perimetral Occidental se constituye en una solución para este problema.

- ❖ Es de vital importancia realizar en un proyecto de esta magnitud un estudio de prefactibilidad denominado fase 1. Este nos da desde una serie de opciones de trazado, hasta un diseño muy aproximado, que puede ser tomado como definitivo, ayudando a identificar las ventajas y desventajas que puede presentar en la ruta del proyecto, esto previamente a la inversión real.
- ❖ En el diseño en planta se observó que hay algunas dificultades para el desarrollo de esta vía, utilizando en algunos tramos especificaciones no aptas para el diseño de una vía de estas características. Para tratar de mitigar estos percances las curvas espiralizadas son la mejor opción ya que estas son fáciles de adaptar a la topografía. Además para este tipo de vía no son muy recomendadas las curvas circulares por la incomodidad para los conductores. Las curvas espiralizadas permiten un desarrollo gradual de peralte dando comodidad y estética a la vía.

La vía Perimetral Occidental en el tramo que corresponde al cañón del Cuscungo se debe integrar a otras vías secundarias existentes, para esto se deben utilizar intersecciones que cumplen con las especificaciones recomendadas.

En forma general el diseño en planta por la ruta seleccionada tiene la ventaja de utilizar tramos de vías existentes que actualmente comunican veredas y corregimientos de la zona occidental pero que son muy restringidas en cuanto a pendientes y radios de curvatura por tratarse de vías rurales es necesario entonces mejorar estos tramos y ampliar las vías pues sus secciones son inferiores a la especificada.

- ❖ El tramo más crítico se presenta en la quebrada los Chilcos o cañón del Cuscungo que tiene una pendiente natural muy alta esto se ve representado en la gran magnitud de los volúmenes de corte, lo mismo sucede en otros tramos críticos correspondientes también a cañones donde se aprecian cortes elevados, que hacen que la opción adoptada pueda tener mejoras y disminuirlos un poco con mayores longitudes de vía, pero las especificaciones aplicadas al sector occidental obligan a realizar estos cortes, además si se considera la utilización de vías existentes el sentido de las pendientes debe adaptarse a dichas vías; se debe analizar en el diseño definitivo si es mas viable una mayor longitud de vía o cortes grandes y pensar en estructuras de mayor complejidad como viaductos.
- ❖ Con respecto a la información predial se tiene que es una zona muy heterogénea en cuanto a productividad y topografía. Los predios afectados por el proyecto van desde pequeños lotes hasta grandes latifundios, donde el valor es variable y será importante el poder de negociación que tiene la Alcaldía Municipal, teniendo en cuenta la ubicación de la vía con respecto al predio se puede encontrar entonces que en algunos tramos la vía utilizará los extremos de las tierras mientras que en otros casos pasa por la mitad de los mismos, también se debe analizar que en muchos casos prácticamente se deberá comprar la totalidad de los lotes .

Adicionalmente se presenta el caso de compra de edificaciones en los cuales se adiciona el valor de construcción. Estos casos son restringidos de estricta necesidad y con alto grado de importancia para el desarrollo del proyecto pues generan una problemática socioeconómica a raíz de la necesidad de reubicación

- ❖ Analizando las secciones transversales de la zona, se maneja un alto número de corte y pocos rellenos, para obtener datos más certeros respecto a los cortes y rellenos es indispensable realizar los estudios de suelos correspondientes, para poder utilizar una pendiente de talud real en el terreno y determinar la posibilidad de utilizar el material de corte en aquellas obras que requieren un relleno.
- ❖ En lo que se refiere a la parte ambiental, es importante la conservación de las quebradas existentes, especialmente en la quebrada los Chilcos porque

se puede considerar como una reserva natural y el proyecto tiene un gran impacto sobre esta para ello se debe considerar la reforestación y el manejo adecuado del material en corte en este tramo de la vía el cual tiene que utilizar las medidas adecuadas en cuanto a excavación y desalojo.

- ❖ Al finalizar este estudio se puede concluir que las condiciones topográficas en la zona que corresponde al Cañón del Cuscungo generan problemas para lograr las especificaciones propuestas, se ha observado que las pendientes utilizadas en algunos tramos restringen la utilización de la vía por algunos tipos de vehículos, hecho que conlleva a pensar en una vía de menor categoría con características urbanas que sirva de alivio a la avenida panamericana como ya se había previsto
- ❖ El planteamiento de una segunda alternativa implica la conformación de grandes terraplenes que en algunos casos se podrían remplazar por viaductos y obras de mayor complejidad esto trae como consecuencia el aumento del costo del proyecto, pero mejoraría las especificaciones de la vía y en el mejor de los casos

#### **VÍA SAN EZEQUIEL – ANCIANATO:**

- ❖ La vía en contemplación, considerada como arteria menor dentro del Plan de Ordenamiento Territorial tiene un importante flujo vehicular, en la cual su mejoramiento daría mayor comodidad de manejo y se atraería mayor flujo vehicular de barrios aledaños mejorando la movilidad del eje estructurante oriental y beneficiando a los habitantes de la zona con facilidad en su desplazamiento y mejorando la estética del tamo.
- ❖ Para la realización de la topografía se debe tomar la mayor cantidad de detalles posibles en lo que se refiere a paramentos, andenes, redes, pozos de inspección, etc. Estos son de gran importancia y determinantes en el diseño.
- ❖ Cuando se tiene una vía existente y se va a realizar un diseño de pavimento, el diseño geométrico se debe adaptar a las condiciones actuales, pues este tipo de vías se encuentran urbanizadas en gran porcentaje y se debe tratar de reducir al máximo el afectar construcciones.
- ❖ El diseño en perfil de la vía sirve como base para establecer las pendientes que utiliza la vía y permiten compararlas con las especificadas, en la vía San Ezequiel- Ancianto las pendientes están de acuerdo a las especificaciones por lo cual el paso siguiente al diseño es la conformación de la base de acuerdo a las recomendaciones del estudio de suelos.

## BIBLIOGRAFÍA

ALVARADO SANTANDER, Eduardo. PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL, DE PASTO. Pasto 2002 Realidad Posible. San Juan de Pasto: Alcaldía Municipal, 2003. 224 pág.

BRAVO, Paulo Emilio. Trazado y Localización de Carreteras. Bogotá: Editorial Carvajal, 1984.300 pág.

CHOCONT Á ROJAS, Pedro Antonio. Diseño Geométrico de Vías. Bogotá: Escuela Colombiana de ingeniería, 1998. 200 pág.

DELGADO GUERRERO, Raúl, Plan de Desarrollo. Pasto Mejor 2004 - 2007. San Juan de Pasto: Alcaldía Municipal, 2004. 77 pág.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS, Normas Colombianas para la presentación de trabajos de investigación. Segunda actualización. Santa Fé de Bogotá D.C.: ICONTEC, 1996. 126P NTC 1307.

MERRIT, Frederick; LOFTIN, Kent, y RICKETTS, Jonathan. Manual del ingeniero Civil, tomo 111. Cuarta Edición. México, D.F. : McGraw- Hill Editores, 1999.380 pág.

MUÑOZ RIGAUARTE, Guillermo. Pavimentos de Concreto Hidráulico, Diseño y "Construcción: San Juan de Pasto: Universidad de Nariño, 2002. 239 pág.

# **ANEXOS**

# Anexo A. Formato de conteo vehicular

Regional: \_\_\_\_\_

Estación: \_\_\_\_\_

Fecha Día \_\_\_ Mes \_\_\_ Año \_\_\_

HORA	AUTOMOVIL, TAXI, CAMPERO, MICROBUS, COLECTIVOS, PICK-UP																				BUS - BUSETA					CAMIONES															
	CATEGORIA I																				CATEGORIA II					2 EJES PEQUEÑO		2 EJES GRANDE			3 Y 4 EJES		5 EJES		6 O MAS EJES						
	CATEGORIA I																				CATEGORIA II					CAT. III		CATEGORIA IV			CAT.V		CAT. VI		CATEGORIA VII						
7-8 am	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	1	2	3	4	5	1	2	3	1	2	3	4	1	2	1	2	1	2	3	4	5
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	6	7	8	9	10	4	5	6	5	6	7	8	3	4	3	4	6	7	8	9	10
	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	11	12	13	14	15	7	8	9	9	10	11	12	5	6	5	6	11	12	13	14	15
	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	16	17	18	19	20	10	11	12	13	14	15	16	7	8	7	8	16	17	18	19	20
	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	21	22	23	24	25	13	14	15	17	18	19	20	9	10	9	10	21	22	23	24	25
	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	26	27	28	29	30	16	17	18	21	22	23	24	11	12	11	12	26	27	28	29	30
	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	31	32	33	34	35	19	20	21	25	26	27	28	13	14	13	14	31	32	33	34	35
141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	36	37	38	39	40	22	23	24	29	30	31	32	15	16	15	16	36	37	38	39	40	
161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	41	42	43	44	45	25	26	27	33	34	35	36	17	18	17	18	41	42	43	44	45	
181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200	46	47	48	49	50	28	29	30	37	38	39	40	19	20	19	20	46	47	48	49	50	
HORA	CATEGORIA I																				CATEGORIA II					CAT. III		CATEGORIA IV			CAT.V		CAT. VI		CATEGORIA VII						
8-9 am	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	1	2	3	4	5	1	2	3	1	2	3	4	1	2	1	2	1	2	3	4	5
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	6	7	8	9	10	4	5	6	5	6	7	8	3	4	3	4	6	7	8	9	10
	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	11	12	13	14	15	7	8	9	9	10	11	12	5	6	5	6	11	12	13	14	15
	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	16	17	18	19	20	10	11	12	13	14	15	16	7	8	7	8	16	17	18	19	20
	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	21	22	23	24	25	13	14	15	17	18	19	20	9	10	9	10	21	22	23	24	25
	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	26	27	28	29	30	16	17	18	21	22	23	24	11	12	11	12	26	27	28	29	30
	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	31	32	33	34	35	19	20	21	25	26	27	28	13	14	13	14	31	32	33	34	35
141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	36	37	38	39	40	22	23	24	29	30	31	32	15	16	15	16	36	37	38	39	40	
161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	41	42	43	44	45	25	26	27	33	34	35	36	17	18	17	18	41	42	43	44	45	
181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200	46	47	48	49	50	28	29	30	37	38	39	40	19	20	19	20	46	47	48	49	50	
HORA	CATEGORIA I																				CATEGORIA II					CAT. III		CATEGORIA IV			CAT.V		CAT. VI		CATEGORIA VII						
9-10 am	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	1	2	3	4	5	1	2	3	1	2	3	4	1	2	1	2	1	2	3	4	5
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	6	7	8	9	10	4	5	6	5	6	7	8	3	4	3	4	6	7	8	9	10
	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	11	12	13	14	15	7	8	9	9	10	11	12	5	6	5	6	11	12	13	14	15
	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	16	17	18	19	20	10	11	12	13	14	15	16	7	8	7	8	16	17	18	19	20
	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	21	22	23	24	25	13	14	15	17	18	19	20	9	10	9	10	21	22	23	24	25
	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	26	27	28	29	30	16	17	18	21	22	23	24	11	12	11	12	26	27	28	29	30
	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	31	32	33	34	35	19	20	21	25	26	27	28	13	14	13	14	31	32	33	34	35
141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	36	37	38	39	40	22	23	24	29	30	31	32	15	16	15	16	36	37	38	39	40	
161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	41	42	43	44	45	25	26	27	33	34	35	36	17	18	17	18	41	42	43	44	45	
181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200	46	47	48	49	50	28	29	30	37	38	39	40	19	20	19	20	46	47	48	49	50	



### Anexo C. Distribución horaria

OCCIDENTE - ORIENTE REGIONAL Briceño								
HORA	CATEGORIA							Total hora
	I	II	III	IV	V	VI	VII	
7 - 8	130	15	5	6	2	0	0	158
8 - 9	71	12	8	4	1	0	0	96
9 - 10	63	8	1	0	3	0	0	75
10 - 11	65	8	5	2	0	0	0	80
11 - 12	62	12	1	1	0	0	0	76
12 - 1	50	6	9	1	1	0	0	67
1 - 2	61	9	7	2	2	0	0	81
2 - 3	59	10	6	2	1	1	0	79
3 - 4	54	9	1	1	0	0	0	65
4 - 5	61	12	3	6	0	0	0	82
5 - 6	70	8	5	1	0	0	0	84
6 - 7	60	8	3	1	0	0	0	72
<b>Total dia</b>	<b>806</b>	<b>117</b>	<b>54</b>	<b>27</b>	<b>10</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1015</b>
%	79,41	11,53	5,32	2,66	0,99	0,10	0	100

ORIENTE - OCCIDENTE REGIONAL Briceño								
HORA	CATEGORIA							Total hora
	I	II	III	IV	V	VI	VII	
7 - 8	56	8	5	0	2	0	0	71
8 - 9	66	9	3	3	1	0	0	82
9 - 10	58	10	8	1	1	0	0	78
10 - 11	62	8	6	3	0	0	0	79
11 - 12	61	15	8	6	0	0	0	90
12 - 1	64	19	6	4	1	0	0	94
1 - 2	63	6	6	3	0	1	0	79
2 - 3	65	13	6	0	1	0	0	85
3 - 4	71	12	7	3	0	0	0	93
4 - 5	85	13	3	2	0	0	0	103
5 - 6	84	13	6	1	2	0	0	106
6 - 7	61	11	4	1	0	0	0	77
<b>Total dia</b>	<b>796</b>	<b>137</b>	<b>68</b>	<b>27</b>	<b>8</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1037</b>
%	77	13	7	3	1	0	0	100

<b>TOTAL</b>	1602	254	122	54	18	2	0	<b>2052</b>
--------------	------	-----	-----	----	----	---	---	-------------

OCCIDENTE - ORIENTE REGIONAL Briceño								
HORA	CATEGORIA							Total hora
	I	II	III	IV	V	VI	VII	
7 - 8	130	15	5	6	2	0	0	158
8 - 9	71	12	8	4	1	0	0	96
9 - 10	63	8	1	0	3	0	0	75
10 - 11	65	8	5	2	0	0	0	80
11 - 12	62	12	1	1	0	0	0	76
12 - 1	50	6	9	1	1	0	0	67
1 - 2	61	9	7	2	2	0	0	81
2 - 3	59	10	6	2	1	1	0	79
3 - 4	54	9	1	1	0	0	0	65
4 - 5	61	12	3	6	0	0	0	82
5 - 6	70	8	5	1	0	0	0	84
6 - 7	60	8	3	1	0	0	0	72
<b>Total dia</b>	<b>806</b>	<b>117</b>	<b>54</b>	<b>27</b>	<b>10</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1015</b>
%	79,41	11,53	5,32	2,66	0,99	0,10	0	100

ORIENTE - OCCIDENTE REGIONAL Briceño								
HORA	CATEGORIA							Total hora
	I	II	III	IV	V	VI	VII	
7 - 8	56	8	5	0	2	0	0	71
8 - 9	66	9	3	3	1	0	0	82
9 - 10	58	10	8	1	1	0	0	78
10 - 11	62	8	6	3	0	0	0	79
11 - 12	61	15	8	6	0	0	0	90
12 - 1	64	19	6	4	1	0	0	94
1 - 2	63	6	6	3	0	1	0	79
2 - 3	65	13	6	0	1	0	0	85
3 - 4	71	12	7	3	0	0	0	93
4 - 5	85	13	3	2	0	0	0	103
5 - 6	84	13	6	1	2	0	0	106
6 - 7	61	11	4	1	0	0	0	77
<b>Total dia</b>	<b>796</b>	<b>137</b>	<b>68</b>	<b>27</b>	<b>8</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1037</b>
%	77	13	7	3	1	0	0	100
<b>TOTAL</b>	<b>1602</b>	<b>254</b>	<b>122</b>	<b>54</b>	<b>18</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>2052</b>

ESTE-NORTE		REGIONAL			SENA			TOTAL
HORA	CATEGORIA							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	
7 - 8	123	11	3	2	1	0	0	140
8 - 9	11	14	4	2	0	0	0	31
9 - 10	88	13	7	6	3	0	0	117
10 - 11	69	12	2	6	0	0	0	89
11 - 12	85	15	5	9	0	0	0	114
12 - 1	74	14	0	6	0	0	0	94
1 - 2	89	15	2	4	0	0	0	110
2 - 3	102	16	3	8	1	0	0	130
3 - 4	108	23	8	3	1	0	0	143
4 - 5	113	15	4	5	2	0	0	139
5 - 6	133	17	9	3	0	0	0	162
6 - 7	93	16	3	3	0	0	0	115
<b>Total dia</b>	<b>1088</b>	<b>181</b>	<b>50</b>	<b>57</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1384</b>
	78,61	13,08	3,61	4,12	0,58	0,00	0,00	100
<b>TOTAL</b>	<b>2446</b>	<b>372</b>	<b>93</b>	<b>117</b>	<b>9</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3037</b>

ESTE-NORTE		REGIONAL			SENA			TOTAL
HORA	CATEGORIA							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	
7 - 8	116	10	1	0	0	0	0	127
8 - 9	13	14	3	1	0	0	0	31
9 - 10	69	13	8	5	2	0	0	97
10 - 11	54	11	0	5	0	0	0	70
11 - 12	77	13	4	6	0	0	0	100
12 - 1	65	10	1	8	1	0	0	85
1 - 2	89	14	3	3	1	0	0	110
2 - 3	91	13	1	7	0	0	0	112
3 - 4	101	19	5	2	1	0	0	128
4 - 5	103	15	2	4	0	0	0	124
5 - 6	111	14	7	2	0	0	0	134
6 - 7	94	12	1	2	1	0	0	110
<b>Total dia</b>	<b>983</b>	<b>158</b>	<b>36</b>	<b>45</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1228</b>
%	80,05	12,87	2,93	3,66	0,49	0,00	0,00	100
<b>TOTAL</b>	<b>2182</b>	<b>328</b>	<b>62</b>	<b>90</b>	<b>7</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2669</b>

NORTE-ESTE		REGIONAL			SENA			Total hora
HORA	CATEGORIA							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	
7 - 8	113	17	0	4	0	0	0	134
8 - 9	105	15	1	3	1	0	0	125
9 - 10	101	13	3	6	0	0	0	123
10 - 11	121	17	5	5	0	0	0	148
11 - 12	116	17	3	5	0	0	0	141
12 - 1	101	12	5	3	0	0	0	121
1 - 2	116	16	2	4	0	0	0	138
2 - 3	119	18	4	6	0	0	0	147
3 - 4	133	17	8	5	0	0	0	163
4 - 5	122	17	3	4	0	0	0	146
5 - 6	126	18	4	11	0	0	0	159
6 - 7	85	14	5	4	0	0	0	108
<b>Total dia</b>	<b>1358</b>	<b>191</b>	<b>43</b>	<b>60</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1653</b>
%	82,15	11,55	2,60	3,63	0,06	0,00	0,00	100

NORTE-ESTE		REGIONAL			SENA			Total hora
HORA	CATEGORIA							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	
7 - 8	107	15	0	3	0	0	0	125
8 - 9	99	13	0	4	0	0	0	116
9 - 10	80	11	1	5	0	0	0	97
10 - 11	100	16	3	3	0	0	0	122
11 - 12	93	18	0	5	0	0	0	116
12 - 1	91	9	7	2	1	0	0	110
1 - 2	102	16	0	3	0	0	0	121
2 - 3	105	15	2	3	0	0	0	125
3 - 4	123	13	5	7	0	0	0	148
4 - 5	119	11	0	0	0	0	0	130
5 - 6	117	18	5	8	0	0	0	148
6 - 7	63	15	3	2	0	0	0	83
<b>Total dia</b>	<b>1199</b>	<b>170</b>	<b>26</b>	<b>45</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1441</b>
%	83,21	11,80	1,80	3,12	0,07	0,00	0,00	100

**DISTRIBUCION HORARIA DEL TRANSITO**

HORA	CATEGORIA							Total hora
	I	II	III	IV	V	VI	VII	
7 - 8	172	30	11	5	5	3	11	247
8 - 9	128	25	7	10	5	0	4	179
9 - 10	125	16	6	13	1	0	2	163
10 - 11	64	20	10	13	0	1	1	109
11 - 12	93	21	5	14	1	2	5	141
12 - 1	99	11	2	9	2	1	3	127
1 - 2	96	14	9	10	3	2	5	139
2 - 3	100	5	5	9	3	3	6	141
3 - 4	60	16	4	5	0	1	5	111
4 - 5	162	16	10	6	1	1	4	220
5 - 6	167	27	5	11	2	2	1	225
6 - 7	162	24	10	10	3	1	1	231
<b>Total día</b>	<b>1488</b>	<b>235</b>	<b>94</b>	<b>125</b>	<b>26</b>	<b>17</b>	<b>48</b>	<b>2033</b>
<b>%</b>	<b>73.19</b>	<b>11.56</b>	<b>4.62</b>	<b>6.15</b>	<b>1.28</b>	<b>0.84</b>	<b>2.36</b>	<b>100.00</b>

HORA	CATEGORIA							Total hora
	I	II	III	IV	V	VI	VII	
7 - 8	171	28	11	9	3	5	0	227
8 - 9	102	16	2	11	0	5	1	137
9 - 10	101	13	2	25	0	1	2	144
10 - 11	50	19	11	5	1	0	2	98
11 - 12	80	16	5	14	2	1	6	134
12 - 1	60	38	12	14	1	2	1	128
1 - 2	112	32	13	9	2	3	5	176
2 - 3	110	25	9	12	3	3	3	165
3 - 4	92	27	1	16	1	0	6	143
4 - 5	89	19	7	11	1	1	7	135
5 - 6	72	18	11	12	2	2	5	122
6 - 7	98	5	5	7	1	3	2	131
<b>Total día</b>	<b>1137</b>	<b>268</b>	<b>99</b>	<b>155</b>	<b>17</b>	<b>26</b>	<b>40</b>	<b>1740</b>
<b>%</b>	<b>65.34</b>	<b>15.29</b>	<b>5.69</b>	<b>8.91</b>	<b>0.98</b>	<b>1.49</b>	<b>2.30</b>	<b>100.00</b>
<b>TOTAL</b>	<b>2625</b>	<b>501</b>	<b>193</b>	<b>280</b>	<b>43</b>	<b>43</b>	<b>88</b>	<b>3773</b>

NORTE - SUR		REGIONAL						Chimayó	Jueves
HORA	CATEGORIA							Total hora	
	I	II	III	IV	V	VI	VII		
7-8	182	32	13	17	6	3	12	265	
8-9	132	25	6	8	6	1	5	184	
9-10	130	15	5	10	1	2	2	165	
10-11	82	13	11	14	0	1	2	108	
11-12	98	20	6	14	1	0	5	144	
12-1	102	10	3	9	3	1	2	130	
1-2	98	15	8	10	3	2	5	142	
2-3	95	17	8	9	3	1	4	137	
3-4	83	13	5	5	0	1	7	119	
4-5	181	20	13	6	2	0	4	226	
5-6	170	25	19	11	2	2	1	231	
6-7	187	24	10	10	2	1	2	236	
Total día	1520	242	107	123	29	15	51	2087	
%	72.83	11.60	5.13	5.89	1.39	0.72	2.44	100.00	

SUR - NORTE		REGIONAL						Chimayó	Jueves
HORA	CATEGORIA							Total hora	
	I	II	III	IV	V	VI	VII		
7-8	171	25	12	8	4	5	0	225	
8-9	102	15	3	9	1	5	0	135	
9-10	101	10	2	22	0	1	3	139	
10-11	80	15	10	14	2	0	2	104	
11-12	80	14	15	13	2	1	7	133	
12-1	70	32	10	14	1	2	1	130	
1-2	112	30	15	9	2	3	6	177	
2-3	110	20	7	10	0	3	3	153	
3-4	92	23	2	15	3	0	7	142	
4-5	89	23	7	11	1	1	7	139	
5-6	85	19	12	13	2	2	5	138	
6-7	98	13	5	5	3	3	3	135	
Total día	1170	246	101	143	21	26	44	1751	
%	66.82	14.05	5.77	8.17	1.20	1.48	2.51	100.00	
<b>TOTAL</b>									
	2690	488	208	266	50	41	95	3838	

HORA	CATEGORIA							Total hora
	I	II	III	IV	V	VI	VII	
7-8	190	32	15	18	6	4	12	277
8-9	145	28	6	10	5	0	4	198
9-10	136	18	5	15	2	1	3	180
10-11	70	26	11	13	0	1	1	122
11-12	98	22	4	17	1	3	6	148
12-1	88	9	2	10	2	1	3	115
1-2	81	20	9	12	3	2	7	134
2-3	98	19	8	9	2	3	2	138
3-4	104	22	6	6	0	2	5	145
4-5	187	16	10	9	2	1	2	227
5-6	175	32	18	13	2	3	1	244
6-7	194	29	13	12	3	1	1	253
Total día	1556	273	107	144	28	22	47	2177
%	71.47	12.54	4.92	6.61	1.29	1.01	2.16	100.00

HORA	CATEGORIA							Total hora
	I	II	III	IV	V	VI	VII	
7-8	181	29	12	9	4	4	0	239
8-9	120	14	4	11	0	5	1	155
9-10	111	12	3	25	1	1	2	155
10-11	65	20	12	15	1	2	2	117
11-12	90	16	16	14	2	0	6	144
12-1	70	38	11	14	2	0	1	136
1-2	122	32	10	9	2	3	5	183
2-3	120	24	10	12	2	2	3	173
3-4	108	23	2	16	1	0	6	156
4-5	110	24	7	11	2	2	7	163
5-6	84	18	13	12	2	2	5	136
6-7	108	15	4	7	1	3	2	140
Total día	1289	265	104	155	20	24	40	1897
%	67.95	13.97	5.48	8.17	1.05	1.27	2.11	100.00
<b>TOTAL</b>	<b>2845</b>	<b>538</b>	<b>211</b>	<b>299</b>	<b>48</b>	<b>46</b>	<b>87</b>	<b>4074</b>

NORTE - SUR		REGIONAL		Chimayuy		Sábado		
HORA	CATEGORIA							Total hora
	I	II	III	IV	V	VI	VII	
7 - 8	192	30	14	16	5	3	13	273
8 - 9	134	26	6	8	6	1	5	186
9 - 10	129	16	5	13	0	1	4	168
10 - 11	65	25	11	11	2	0	3	117
11 - 12	61	20	4	18	2	3	7	135
12 - 1	80	7	2	7	1	0	4	101
1 - 2	72	16	9	9	3	2	7	118
2 - 3	90	17	8	8	2	2	3	130
3 - 4	105	20	6	5	0	3	5	144
4 - 5	177	15	10	9	3	2	3	219
5 - 6	185	26	18	11	2	2	3	249
6 - 7	180	26	13	12	2	1	1	235
Total día	1490	246	106	127	28	20	58	2075
%	71.81	11.86	5.11	6.12	1.35	0.96	2.80	100.00

SUR - NORTE		REGIONAL		Chimayuy		Sábado		
HORA	CATEGORIA							Total hora
	I	II	III	IV	V	VI	VII	
7 - 8	172	30	13	11	5	5	0	236
8 - 9	122	12	3	9	0	5	2	153
9 - 10	101	11	4	14	1	1	2	134
10 - 11	66	25	16	15	1	2	0	125
11 - 12	91	15	12	25	2	0	6	151
12 - 1	71	35	9	14	2	2	1	134
1 - 2	120	36	8	9	2	3	2	180
2 - 3	125	25	10	16	2	0	3	181
3 - 4	106	18	4	16	2	0	7	153
4 - 5	108	20	4	11	2	2	7	154
5 - 6	86	21	13	10	1	0	6	137
6 - 7	109	19	7	5	1	3	2	146
Total día	1277	267	103	155	21	23	38	1884
%	67.78	14.17	5.47	8.23	1.11	1.22	2.02	100.00
<b>TOTAL</b>								
	2767	513	209	282	49	43	95	3959

NORTE - SUR		REGIONAL		Chimayú		Domingo		
HORA	CATEGORIA							Total hora
	I	II	III	IV	V	VI	VII	
7 - 8	201	35	15	14	4	3	13	288
8 - 9	158	25	6	6	5	1	6	207
9 - 10	133	19	5	15	0	1	5	179
10 - 11	75	24	11	13	0	0	3	126
11 - 12	89	18	4	15	2	3	7	138
12 - 1	85	11	2	6	0	0	2	106
1 - 2	74	14	9	8	3	2	7	117
2 - 3	106	15	8	7	3	2	5	146
3 - 4	115	25	6	3	1	3	5	158
4 - 5	197	17	10	11	2	2	3	242
5 - 6	195	35	18	15	2	2	1	268
6 - 7	194	29	13	17	3	1	3	260
Total día	1622	268	108	131	25	20	60	2234
%	72.61	12.00	4.83	5.86	1.12	0.90	2.69	100.00

SUR - NORTE		REGIONAL		Chimayú		Domingo		
HORA	CATEGORIA							Total hora
	I	II	III	IV	V	VI	VII	
7 - 8	189	35	11	10	5	4	0	255
8 - 9	134	15	2	7	0	1	2	161
9 - 10	121	14	3	11	1	5	2	157
10 - 11	165	28	15	15	1	2	0	227
11 - 12	98	15	11	20	2	0	5	152
12 - 1	73	38	6	13	2	2	1	135
1 - 2	132	39	7	15	2	3	2	201
2 - 3	126	28	9	6	2	0	2	173
3 - 4	109	25	4	8	2	0	7	155
4 - 5	107	24	12	12	2	2	5	164
5 - 6	92	25	5	15	1	0	3	141
6 - 7	119	22	7	8	1	3	2	162
Total día	1465	310	92	142	21	22	31	2083
%	70.33	14.88	4.42	6.82	1.01	1.06	1.49	100.00
<b>TOTAL</b>	<b>3087</b>	<b>578</b>	<b>200</b>	<b>273</b>	<b>46</b>	<b>42</b>	<b>91</b>	<b>4317</b>

NORTE - SUR		REGIONAL		Cotam buco		Microcos		
HORA	CATEGORIA							Total hora
	I	II	III	IV	V	VI	VII	
7 - 8	350	45	25	13	8	5	13	459
8 - 9	310	35	15	15	9	2	6	392
9 - 10	220	29	14	14	4	2	5	288
10 - 11	150	34	21	24	4	1	3	237
11 - 12	154	28	14	25	6	5	2	234
12 - 1	148	21	12	15	4	0	2	202
1 - 2	134	24	16	21	7	3	7	214
2 - 3	156	34	17	16	7	2	3	235
3 - 4	166	26	15	13	5	5	3	233
4 - 5	239	17	20	19	7	3	4	309
5 - 6	255	35	22	25	4	3	2	346
6 - 7	254	29	21	40	3	1	1	349
Total día	2536	357	214	240	68	32	51	3498
%	72.50	10.21	6.12	6.86	1.94	0.91	1.46	100.00

SUR - NORTE		REGIONAL		Cotam buco		Microcos		
HORA	CATEGORIA							Total hora
	I	II	III	IV	V	VI	VII	
7 - 8	264	46	20	32	7	4	2	375
8 - 9	207	30	9	25	2	1	3	277
9 - 10	171	24	11	35	3	5	3	252
10 - 11	215	35	24	26	3	2	1	306
11 - 12	148	35	21	35	4	0	6	249
12 - 1	123	42	15	26	4	2	2	215
1 - 2	182	45	17	24	6	3	1	278
2 - 3	172	38	15	20	6	0	1	252
3 - 4	159	39	10	20	4	0	6	238
4 - 5	157	34	21	22	4	2	8	248
5 - 6	142	32	5	36	2	0	3	220
6 - 7	169	40	11	28	2	3	2	255
Total día	2109	440	180	329	47	22	38	3165
%	66.64	13.90	5.69	10.39	1.48	0.70	1.20	100.00
TOTAL	4645	797	394	569	115	54	89	6663

NORTE - SUR		REGIONAL		Costa buco		Jueves		
HORA	CATEGORIA							Total hora
	I	II	III	IV	V	VI	VII	
7 - 8	252	50	14	25	9	4	11	365
8 - 9	192	46	5	16	9	1	5	284
9 - 10	182	45	5	19	2	0	3	266
10 - 11	114	38	21	18	5	0	3	199
11 - 12	131	30	10	25	5	3	7	211
12 - 1	130	17	9	20	4	0	4	184
1 - 2	122	25	5	23	6	4	5	200
2 - 3	140	26	10	27	5	2	2	212
3 - 4	155	25	12	26	3	3	5	229
4 - 5	227	34	16	25	2	4	3	301
5 - 6	235	35	19	26	1	2	3	323
6 - 7	230	38	13	29	1	1	1	313
Total día	2110	399	169	281	52	24	52	3087
%	68.35	12.93	5.47	9.10	1.68	0.78	1.68	100.00

SUR - NORTE		REGIONAL		Costa buco		Jueves		
HORA	CATEGORIA							Total hora
	I	II	III	IV	V	VI	VII	
7 - 8	189	38	20	21	10	6	0	284
8 - 9	202	20	13	18	8	6	1	268
9 - 10	179	19	11	25	5	1	1	241
10 - 11	144	26	23	24	4	2	0	225
11 - 12	172	33	19	35	4	1	5	269
12 - 1	171	40	16	21	6	1	1	256
1 - 2	200	38	5	17	4	3	2	279
2 - 3	205	43	23	22	2	1	1	297
3 - 4	186	20	14	22	3	0	7	252
4 - 5	185	28	13	15	5	2	7	255
5 - 6	166	29	23	15	3	1	6	243
6 - 7	252	19	17	10	1	1	2	302
Total día	2251	355	207	245	55	25	33	3171
%	70.99	11.20	6.53	7.73	1.73	0.79	1.04	100.00
<b>TOTAL</b>	<b>4361</b>	<b>754</b>	<b>376</b>	<b>526</b>	<b>107</b>	<b>49</b>	<b>85</b>	<b>6258</b>

NORTE - SUR		REGIONAL		Catambuco		Viñes		
HORA	CATEGORIA							Total hora
	I	II	III	IV	V	VI	VII	
7 - 8	263	51	17	35	10	4	10	390
8 - 9	202	46	18	19	9	1	3	300
9 - 10	195	47	19	21	3	1	7	293
10 - 11	127	35	25	20	5	1	3	216
11 - 12	142	35	15	30	8	3	5	239
12 - 1	156	16	10	20	5	1	3	211
1 - 2	132	24	15	23	9	4	5	213
2 - 3	166	26	14	32	5	2	2	269
3 - 4	195	26	13	26	5	3	6	276
4 - 5	268	29	18	25	2	4	4	370
5 - 6	269	36	23	35	2	2	3	390
6 - 7	295	45	16	29	2	1	2	390
Total día	2470	422	205	315	65	27	53	3557
%	69.44	11.86	5.76	8.86	1.83	0.76	1.49	100.00

SUR - NORTE		REGIONAL		Catambuco		Viñes		
HORA	CATEGORIA							Total hora
	I	II	III	IV	V	VI	VII	
7 - 8	201	40	19	25	11	7	1	304
8 - 9	213	21	23	28	9	5	2	301
9 - 10	190	19	11	34	5	2	1	262
10 - 11	164	35	13	30	4	2	1	249
11 - 12	185	36	19	31	4	2	5	262
12 - 1	162	46	15	25	6	0	0	276
1 - 2	211	47	15	22	4	3	2	305
2 - 3	232	52	23	26	2	1	2	338
3 - 4	195	23	14	22	3	0	8	265
4 - 5	198	34	17	20	5	5	7	286
5 - 6	205	33	23	20	3	2	8	294
6 - 7	247	24	13	10	1	3	2	300
Total día	2423	412	206	293	57	32	39	3462
%	69.99	11.90	5.95	8.46	1.65	0.92	1.13	100.00
TOTAL	4893	834	411	608	122	59	92	7019

NORTE - SUR		REGIONAL		Catambuco		Sábado		
HORA	CATEGORIA							Total hora
	I	II	III	IV	V	VI	VII	
7 - 8	265	49	13	31	9	3	10	380
8 - 9	186	46	12	12	9	1	0	266
9 - 10	180	42	17	19	4	0	7	269
10 - 11	115	32	25	15	5	1	3	196
11 - 12	125	33	10	30	8	0	5	211
12 - 1	140	12	9	14	5	1	0	181
1 - 2	126	24	13	21	9	4	5	202
2 - 3	186	23	11	30	2	2	2	266
3 - 4	195	21	12	22	8	2	6	266
4 - 5	268	27	12	20	2	4	4	357
5 - 6	289	33	20	29	3	2	3	379
6 - 7	300	43	11	21	1	1	2	379
Total día	2 395	385	165	264	65	21	47	3 342
%	71.66	11.52	4.94	7.90	1.94	0.63	1.41	100.00

SUR - NORTE		REGIONAL		Catambuco		Sábado		
HORA	CATEGORIA							Total hora
	I	II	III	IV	V	VI	VII	
7 - 8	182	24	25	25	10	6	2	276
8 - 9	195	38	13	29	8	0	1	284
9 - 10	178	19	15	35	4	0	1	262
10 - 11	142	35	23	31	4	4	0	239
11 - 12	172	36	20	32	2	4	5	271
12 - 1	170	50	13	26	5	1	1	266
1 - 2	190	47	17	23	4	2	3	286
2 - 3	221	23	24	27	2	1	3	301
3 - 4	180	23	15	23	0	2	5	249
4 - 5	192	52	20	21	4	7	7	303
5 - 6	200	33	28	20	3	3	10	297
6 - 7	210	29	13	10	3	3	3	271
Total día	2 232	409	228	303	49	33	41	3 295
%	67.74	12.41	6.92	9.20	1.49	1.00	1.24	100.00
TOTAL	4627	794	393	567	114	54	88	6 637

NORTE - SUR		REGIONAL		Catambuco		Domingo		
HORA	CATEGORIA							Total hora
	I	II	III	IV	V	VI	VII	
7 - 8	284	58	18	25	3	3	8	399
8 - 9	210	54	19	14	3	1	8	309
9 - 10	205	48	20	11	9	1	4	298
10 - 11	153	40	21	12	9	0	0	235
11 - 12	173	43	17	20	8	2	0	263
12 - 1	195	19	11	14	8	1	3	251
1 - 2	153	29	17	13	5	0	5	222
2 - 3	158	32	14	23	3	2	1	233
3 - 4	182	36	14	17	3	5	6	263
4 - 5	289	20	18	19	0	4	4	354
5 - 6	298	25	25	22	1	3	2	376
6 - 7	349	48	17	14	1	1	1	431
Total día	2649	452	211	204	53	23	42	3634
%	72.89	12.44	5.81	5.61	1.46	0.63	1.16	100.00

SUR - NORTE		REGIONAL		Catambuco		Domingo		
HORA	CATEGORIA							Total hora
	I	II	III	IV	V	VI	VII	
7 - 8	206	26	24	36	11	4	0	307
8 - 9	211	25	28	35	7	6	4	316
9 - 10	199	14	9	38	5	1	1	267
10 - 11	167	40	13	31	5	0	2	258
11 - 12	189	46	9	27	4	2	5	282
12 - 1	187	22	16	29	3	0	0	287
1 - 2	221	25	16	30	7	3	3	335
2 - 3	236	22	22	26	2	1	3	342
3 - 4	186	23	14	31	4	2	8	268
4 - 5	204	40	17	19	3	0	3	286
5 - 6	281	46	20	24	5	5	10	391
6 - 7	300	24	12	17	2	4	6	365
Total día	2587	443	200	343	58	28	45	3704
%	69.84	11.96	5.40	9.26	1.57	0.76	1.21	100.00
<b>TOTAL</b>	<b>5236</b>	<b>895</b>	<b>411</b>	<b>547</b>	<b>111</b>	<b>51</b>	<b>87</b>	<b>7338</b>

**Anexo D. Resultado sondeo Panamericana**

**SONDEO VEHICULAR PANAMERICANA**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO - SECRETARIA DE PLANEACION MUNICIPAL**

**NORTE - SUR ESTACION: Chapalito FECHA: Agosto 5 2004**

HORA	CATEGORIA							Total hora
	I	II	III	IV	V	VI	VII	
8 - 9	249	32	30	23	4	5	2	345
9 - 10	220	31	16	24	3	1	2	297
10 - 11	213	29	15	23	3	2	1	286
11 - 12	231	36	9	36	4	1	2	349
12 - 1	253	5	0	0	0	0	0	258
1 - 2	274	44	13	41	8	1	0	381
5 - 6	316	0	0	0	0	0	0	316
6 - 7	229	29	6	13	4	1	1	283
<b>Total dia</b>	<b>1985</b>	<b>206</b>	<b>89</b>	<b>160</b>	<b>26</b>	<b>11</b>	<b>8</b>	<b>2485</b>

**SUR - NORTE ESTACION: Chapalito FECHA: Agosto 5 2004**

HORA	CATEGORIA							Total hora
	I	II	III	IV	V	VI	VII	
8 - 9	260	34	22	34	13	0	5	368
9 - 10	187	37	21	28	2	2	1	278
10 - 11	176	32	19	25	1	1	0	254
11 - 12	227	43	21	34	2	1	1	329
12 - 1	229	32	13	19	6	2	4	305
1 - 2	261	32	14	18	6	5	5	341
5 - 6	228	39	17	25	8	3	2	322
6 - 7	313	37	16	18	4	0	6	394
<b>Total dia</b>	<b>1901</b>	<b>286</b>	<b>143</b>	<b>201</b>	<b>42</b>	<b>14</b>	<b>24</b>	<b>2611</b>

<b>TOTAL</b>	<b>3886</b>	<b>492</b>	<b>232</b>	<b>361</b>	<b>68</b>	<b>25</b>	<b>32</b>	<b>5096</b>
--------------	-------------	------------	------------	------------	-----------	-----------	-----------	-------------

**SONDEO VEHICULAR PANAMERICANA**  
**UNIVERSIDAD DE NARIÑO - SECRETARIA DE PLANEACION MUNICIPAL**

**NORTE - SUR      ESTACION: Calle 15      FECHA: Agosto 5 2004**

HORA	CATEGORIA							Total hora
	I	II	III	IV	V	VI	VII	
8 - 9	596	46	24	26	9	4	7	712
9 - 10	513	50	20	26	4	0	5	618
10 - 11	396	46	9	16	6	2	6	483
11 - 12	560	43	8	16	8	1	5	641
12 - 1	940	42	11	16	5	1	5	1020
1 - 2	671	36	16	10	7	3	3	748
5 - 6	634	36	11	19	4	0	6	709
6 - 7	800	32	14	6	6	7	2	867
<b>Total día</b>	<b>5110</b>	<b>330</b>	<b>115</b>	<b>137</b>	<b>49</b>	<b>18</b>	<b>39</b>	<b>5798</b>

**SUR - NORTE      ESTACION: Calle 15      FECHA: Agosto 5 2004**

HORA	CATEGORIA							Total hora
	I	II	III	IV	V	VI	VII	
8 - 9	425	40	18	22	8	5	7	525
9 - 10	409	46	15	13	5	2	6	495
10 - 11	395	40	7	15	5	3	2	467
11 - 12	445	29	6	26	2	1	3	512
12 - 1	788	38	11	42	5	2	3	889
1 - 2	814	38	15	25	4	5	6	907
5 - 6	621	27	14	17	8	1	3	691
6 - 7	846	25	12	14	6	2	6	911
<b>Total día</b>	<b>4743</b>	<b>282</b>	<b>98</b>	<b>174</b>	<b>43</b>	<b>21</b>	<b>36</b>	<b>5397</b>

<b>TOTAL</b>	<b>9853</b>	<b>612</b>	<b>213</b>	<b>311</b>	<b>92</b>	<b>39</b>	<b>75</b>	<b>11195</b>
--------------	-------------	------------	------------	------------	-----------	-----------	-----------	--------------

**SONDEO VEHICULAR PANAMERICANA**  
**UNIVERSIDAD DE NARIÑO - SECRETARIA DE PLANEACION MUNICIPAL**

**NORTE - SUR      ESTACION: Chapultepec      FECHA: Agosto 5 2004**

HORA	CATEGORIA							Total hora
	I	II	III	IV	V	VI	VII	
8 - 9	339	32	15	13	3	2	6	411
9 - 10	372	29	10	14	3	0	5	433
10 - 11	420	30	17	12	2	1	6	488
11 - 12	344	29	19	15	4	2	7	420
12 - 1	418	25	11	14	2	4	3	478
1 - 2	354	31	17	14	5	0	6	427
5 - 6	345	30	15	12	5	6	3	416
6 - 7	323	24	10	11	1	0	2	371
<b>Total día</b>	<b>2915</b>	<b>231</b>	<b>115</b>	<b>105</b>	<b>25</b>	<b>15</b>	<b>38</b>	<b>3444</b>

**SUR - NORTE      ESTACION: Chapultepec      FECHA: Agosto 5 2004**

HORA	CATEGORIA							Total hora
	I	II	III	IV	V	VI	VII	
8 - 9	322	24	19	8	4	0	4	381
9 - 10	346	21	23	17	3	1	8	419
10 - 11	365	20	21	10	3	0	7	426
11 - 12	376	27	17	14	4	1	2	441
12 - 1	424	25	24	32	5	0	5	515
1 - 2	321	33	15	19	3	4	3	398
5 - 6	355	36	19	15	8	1	3	438
6 - 7	338	25	17	14	6	2	6	409
<b>Total día</b>	<b>2847</b>	<b>212</b>	<b>156</b>	<b>130</b>	<b>36</b>	<b>9</b>	<b>38</b>	<b>3428</b>

<b>TOTAL</b>	<b>5762</b>	<b>443</b>	<b>271</b>	<b>235</b>	<b>61</b>	<b>24</b>	<b>76</b>	<b>6872</b>
--------------	-------------	------------	------------	------------	-----------	-----------	-----------	-------------

**Anexo E. Carteras de localización Variante occidental.**

CARTERA DE LOCALIZACIÓN														
PI # 21. Abscisa k7 + 347.69														
Tipo de empalme: Espiral Espiral Asimétrica														
ABSCISA	COORDENADAS RECTANGULARES			POLARES			ELEMENTOS GEOMETRICOS DE LA CURVA	AZIMUT			COORDENADAS			
	X	Y	p	Deflexiones				o	'	"	NORTE	ESTE		
							Abscisa PI	7347.69						
							Coordenadas PI							
ET	7099.56	0.00	0.00	0.00	0	0	0.00	Norte	25769.79	337	54	52.84	25893.26	74948.49
	7080	19.56	0.11	19.56	0	19	26.77	Este	74998.59	338	14	19.61	25875.09	74955.74
EE	7060.01	39.53	0.91	39.54	1	19	30.54	Δ	34.98	339	14	23.37	25856.28	74962.51
EE	7060.01	299.49	54.47	304.41	10	18	27.15	R	285	2	34	57.88	25856.28	74962.51
	7060	299.49	54.46	304.40	10	18	25.09	Cuerda	20	2	34	59.94	25856.27	74962.51
	7040	282.00	44.76	285.53	9	1	7.62	G	4.02	3	52	17.41	25837.07	74968.07
	7020	263.92	36.22	266.39	7	48	53.96	β° corregido	20.95	5	4	31.07	25817.53	74972.36
	7000	245.35	28.81	247.03	6	41	46.41	espiral TE 1		6	11	38.62	25797.78	74975.44
	6980	226.39	22.45	227.50	5	39	46.79	Le	308.40	7	13	38.25	25777.88	74977.41
	6960	207.12	17.09	207.83	4	42	56.51	A	296.47	8	10	28.52	25757.90	74978.34
	6940	187.62	12.64	188.05	3	51	16.68	τs Rad	0.54	9	2	8.35	25737.90	74978.32
	6920	167.95	9.04	168.20	3	4	48.11	τs GRADOS	31.00	9	48	36.92	25717.92	74977.45
	6900	148.16	6.19	148.29	2	23	31.38	X	299.49	10	29	53.65	25697.99	74975.81
	6880	128.28	4.01	128.34	1	47	26.92	Y	54.47	11	5	58.11	25678.13	74973.50
	6860	108.34	2.41	108.37	1	16	35.00	ΔR	13.76	11	36	50.03	25658.34	74970.61
	6840	88.37	1.31	88.38	0	50	55.80	Xo	152.71	12	2	29.24	25638.62	74967.23
	6820	68.39	0.61	68.39	0	30	29.41	Yo	298.76	12	22	55.62	25618.98	74963.46
	6800	48.39	0.21	48.39	0	15	15.89	TL	208.84	12	38	9.14	25599.40	74959.38
	6780	28.39	0.04	28.39	0	5	15.27	TC	105.76	12	48	9.77	25579.87	74955.08
	6760	8.39	0.00	8.39	0	0	27.54	CL	304.41	12	52	57.49	25560.37	74950.66
TE	6751.61	0.00	0.00	0.00	0	0	0.00	σe°	10.31	12	53	25.03	25552.19	74948.79
								F	63.54					
								Te	223.23					
									133.24					

CARTERA DE LOCALIZACIÓN																
PI # 22. Abscisa k7 + 646.1																
Tipo de empalme: Espiral Circulo Espiral Asimétrica																
ABSCISA	COORDENADAS RECTANGULARES			POLARES			ELEMENTOS GEOMETRICOS DE LA CURVA	AZIMUT			COORDENADAS					
	X	Y	p	o	'	"		o	'	"	NORTE	ESTE				
ET	7345.73	0.00	0.00	0.00	0	0	0.00									
	7340	5.73	0.01	5.73	0	6	8.49	Abscisa PI	7646.10			56	40	59.66	26111.00	74984.81
	7330	15.73	0.21	15.73	0	46	17.77	Coordenadas PI				56	34	51.17	26107.85	74980.03
CE	7320.21	25.48	0.90	25.50	2	1	48.44	Norte	26046.31			55	54	41.89	26102.19	74971.79
CE	7320.21	77.13	28.07	82.08	20	0	0.00	Este	74886.39			54	39	11.21	26096.25	74964.01
	7320	76.97	27.94	81.88	19	56	55.28	Δ	78.77			390	35	32.23	26096.25	74964.01
	7310	69.04	21.85	72.41	17	33	40.91	R	120.00			390	32	27.51	26096.11	74963.84
	7300	60.63	16.44	62.82	15	10	26.55	Δc	40.00			388	9	13.14	26089.44	74956.40
	7290	51.80	11.76	53.12	12	47	12.18	Lc	83.78			385	45	58.78	26082.16	74949.54
	7280	42.61	7.82	43.32	10	23	57.81	Cuerda	10.00			383	22	44.41	26074.35	74943.31
	7270	33.13	4.66	33.45	8	0	43.45	G	4.77			380	59	30.04	26066.04	74937.75
	7260	23.41	2.31	23.52	5	37	29.08	β° corregido	22.11			378	36	15.68	26057.29	74932.91
	7250	13.53	0.77	13.55	3	14	14.71					376	13	1.31	26048.18	74928.80
	7240	3.56	0.05	3.56	0	51	0.35					373	49	46.94	26038.75	74925.47
	7236.44	0.00	0.00	0.00	0	0	0.00	espiral TE 1	Espiral ET 2			371	26	32.58	26029.08	74922.94
EC	7236.44	132.49	25.42	134.91	10	51	44.29	Le	136.88	25.51		370	35	32.23	26025.59	74922.23
EC	7230	126.98	22.09	128.89	9	52	9.16	A	128.16	55.33		348	46	37.13	26025.59	74922.23
	7220	118.11	17.48	119.40	8	25	9.46	τ <sub>E</sub> Rad	0.57	0.11		347	47	2.00	26019.23	74921.22
	7210	108.93	13.53	109.77	7	4	57.75	τ <sub>E</sub> GRADOS	32.68	6.09		346	20	2.29	26009.28	74920.28
	7200	99.50	10.21	100.02	5	51	37.16	X	132.49	25.48		344	59	50.59	25999.28	74920.08
	7190	89.88	7.47	90.19	4	45	10.06	Y	25.42	0.90		343	46	30.00	25989.29	74920.55
	7180	80.13	5.27	80.30	3	45	38.19	ΔR	6.43	0.23		342	40	2.90	25979.35	74921.62
	7170	70.28	3.54	70.37	2	53	2.81	Xo	67.70	12.75		341	40	31.03	25969.49	74923.25
	7160	60.37	2.24	60.41	2	7	24.77	Yo	126.43	120.23		340	47	55.65	25959.71	74925.35
	7150	50.41	1.30	50.43	1	28	44.65	TL	92.86	17.02		340	2	17.61	25950.04	74927.87
	7140	40.43	0.67	40.44	0	57	2.77	TC	47.09	8.51		339	23	37.48	25940.46	74930.74
	7130	30.44	0.29	30.44	0	32	19.34	CLe	134.91	25.50		338	51	55.61	25930.97	74933.91
	7120	20.44	0.09	20.44	0	14	34.45	σe°	10.89	2.03		338	27	12.18	25921.57	74937.31
	7110	10.44	0.01	10.44	0	3	48.14	F	30.20	0.91		338	9	27.29	25912.23	74940.89
	7100	0.44	0.00	0.44	0	0	0.41	Te	165.17	117.78		337	58	40.98	25902.94	74944.58
TE	7099.56	0.00	0.00	0.00	0	0	0.00					337	54	53.24	25893.67	74948.33
												337	54	52.84	25893.26	74948.49

**CARTERA DE TRÁNSITO**  
**PI # 23. Abscisa k8 + 053.66**  
**Tipo de empalme: Espiral Espiral Asimétrica**

ABSCISA	COORDENADAS RECTANGULARES			POLARES			ELEMENTOS GEOMÉTRICOS DE LA CURVA			AZIMUT			COORDENADAS		
	X	Y	p	Deflexiones			o	'	"	o	'	"	NORTE	ESTE	
				o	'	"									
ET	8071.48	0.00	0.00	0.00	0	0	0.00								
	8060	11.48	0.00	11.48	0	0	21.36								
	8040	31.48	0.02	31.48	0	2	40.64	Abscisa PI	8053.66						
	8020	51.48	0.11	51.48	0	7	9.62	Coordenadas PI							
	8000	71.48	0.29	71.48	0	13	48.29	Norte	26270.17						
	7980	91.47	0.60	91.48	0	22	36.66	Este	75226.96						
	7960	111.47	1.09	111.47	0	33	34.72	Δ	68.02						
	7940	131.46	1.79	131.47	0	46	42.45	R	305.66						
	7920	151.43	2.73	151.46	1	1	59.86	Cuerda	20						
	7900	171.40	3.96	171.44	1	19	26.91	G	3.75						
	7880	191.34	5.51	191.41	1	39	3.57	β° corregido	2.00						
	7860	211.24	7.43	211.37	2	0	49.81								
	7840	231.11	9.74	231.31	2	24	45.56								
	7820	250.92	12.48	251.23	2	50	50.74	espiral TE 1		Espiral ET 2					
	7800	270.66	15.69	271.11	3	19	5.24	Le	32.01	693.74					
	7780	290.31	19.41	290.96	3	49	28.94	A	98.91	460.49					
	7760	309.85	23.66	310.75	4	22	1.67	τe Rad	0.05	1.13					
	7740	329.26	28.49	330.49	4	56	43.22	τe GRADOS	3.00	65.02					
	7720	348.51	33.92	350.15	5	33	33.36	X	32.00	609.57					
	7700	367.56	39.99	369.73	6	12	31.78	Y	0.56	239.25					
	7680	386.40	46.72	389.21	6	53	38.14	ΔR	0.14	62.67					
	7660	404.97	54.14	408.57	7	36	52.01	Xo	16.00	332.50					
	7640	423.24	62.27	427.79	8	22	12.91	Yo	305.80	368.33					
	7620	441.16	71.15	446.86	9	9	40.29	TL	21.34	498.11					
	7600	458.69	80.77	465.75	9	59	13.49	TC	10.67	263.94					
	7580	475.77	91.17	484.43	10	50	51.75	CL	32.00	654.84					
	7560	492.36	102.35	502.88	11	44	34.23	σe°	1.00	21.43					
	7540	508.38	114.31	521.07	12	40	19.95	F	0.56	566.55					
	7520	523.79	127.06	538.98	13	38	7.82	Te	289.78	513.61					
	7500	538.51	140.60	556.56	14	37	56.57								
	7480	552.48	154.90	573.78	15	39	44.80								
	7460	565.63	169.97	590.61	16	43	30.94								
	7440	577.89	185.77	607.01	17	49	13.22								
	7420	589.19	202.27	622.94	18	56	49.65								
	7400	599.45	219.43	638.35	20	6	18.02								
	7380	608.61	237.20	653.20	21	17	35.87								
EE	7377.74	609.57	239.25	654.84	21	25	46.58								
EE	7377.74	32.00	0.56	32.00	0	59	59.92								
	7360	14.27	0.05	14.27	0	11	55.64								
TE	7345.73	0.00	0.00	0.00	0	0	0.00								

**CARTERA DE TRANSITO**  
**PI # 24. Abscisa k8 + 889.15**  
**Tipo de empalme: Espiral Espiral Asimétrica**

ABSCISA	COORDENADAS RECTANGULARES			POLARES			ELEMENTOS GEOMETRICOS DE LA CURVA	AZIMUT			COORDENADAS			
	X	Y	p	Deflexiones				o	'	"	NORTE	ESTE		
				o	'	"								
ET	8548.80	0.00	0.00	0	0	0.00				298	45	55.27	27176.36	74904.24
	8540	8.80	0.01	0	5	38.25	Abscisa PI	8889.15		298	51	33.52	27172.12	74911.94
EE	8520.10	28.69	0.50	0	59	59.45	Coordenadas PI			299	45	54.72	27162.12	74929.14
EE	8520.10	419.48	116.67	15	32	33.15	Norte	27089.36		333	7	13.52	27162.12	74929.14
	8520	419.41	116.59	15	32	8.02	Este	75062.72		333	7	38.65	27162.07	74929.23
	8500	405.23	102.50	14	11	41.45	Δ	49.9		334	28	5.22	27150.93	74945.84
	8480	390.10	89.43	12	54	42.05	R	274.04		335	45	4.62	27138.66	74961.63
	8460	374.13	77.39	11	41	12.77	Cuerda	20		336	58	33.90	27125.37	74976.57
	8440	357.44	66.38	10	31	16.15	G	4.18		338	8	30.52	27111.17	74990.64
	8420	340.11	56.40	9	24	54.35	β° corregido	32.23		339	14	52.32	27096.14	75003.84
	8400	322.25	47.41	8	22	9.16				340	17	37.51	27080.40	75016.17
	8380	303.93	39.39	7	23	2.09				341	16	44.58	27064.01	75027.63
	8360	285.23	32.29	6	27	34.41	Le	448.62	28.69	342	12	12.26	27047.07	75038.26
	8340	266.22	26.09	5	35	47.12	A	350.63	88.68	343	3	59.55	27029.65	75048.09
	8320	246.96	20.71	4	47	41.05	τ <sup>s</sup> Rad	0.82	0.05	343	52	5.62	27011.82	75057.14
	8300	227.49	16.13	4	3	16.87	τ <sup>s</sup> GRADOS	46.90	3.00	344	36	29.80	26993.64	75065.46
	8280	207.87	12.26	3	22	35.10	X	419.48	28.69	345	17	11.57	26975.16	75073.11
	8260	188.13	9.07	2	45	36.12	Y	116.67	0.50	345	54	10.55	26956.43	75080.12
	8240	168.30	6.48	2	12	20.24	ΔR	29.88	0.13	346	27	26.43	26937.49	75086.56
	8220	148.40	4.44	1	42	47.67	Xo	219.39	14.35	346	56	59.00	26918.39	75092.47
	8200	128.46	2.88	1	16	58.56	Yo	303.92	274.17	347	22	48.11	26899.15	75097.92
	8180	108.50	1.73	0	54	53.03	TL	310.30	19.13	347	44	53.64	26879.79	75102.97
	8160	88.51	0.94	0	36	31.12	TC	159.79	9.57	348	3	15.55	26860.35	75107.67
	8140	68.52	0.44	0	21	52.88	CL	435.41	28.69	348	17	53.79	26840.85	75112.10
	8120	48.52	0.15	0	10	58.33	σe°	15.54	1.00	348	28	48.34	26821.30	75116.31
	8100	28.52	0.03	0	3	47.47	F	170.74	0.50	348	35	59.20	26801.71	75120.36
	8080	8.52	0.00	0	0	20.31	Te	321.89	180.79	348	39	26.36	26782.11	75124.32
TE	8071.48	0.00	0.00	0	0	0.00				348	39	46.67	26773.75	75126.00

CARTERA DE TRANSITO														
PI # 25. Abscisa k9 + 730.24														
Tipo de empalme: Espiral Circulo Espiral Asimétrica														
ABSCISA	COORDENADAS RECTANGULARES			POLARES			ELEMENTOS GEOMETRICOS DE LA CURVA	AZIMUT			COORDENADAS			
	X	Y	p	o	'	"		o	'	"	NORTE	ESTE		
ET	8944.30	0.00	0.00	0.00	0	0	0.00	98	5	49.34	27409.40	74920.86		
	8940	4.30	0.00	4.30	0	1	35.51	98	4	13.83	27410.00	74916.60		
	8930	14.30	0.07	14.30	0	17	36.37	97	48	12.97	27411.34	74906.69		
	8920	24.30	0.36	24.30	0	50	50.38	97	14	58.96	27412.46	74896.76		
	8910	34.27	1.01	34.29	1	41	17.29	96	24	32.05	27413.23	74886.79		
	8900	44.20	2.17	44.26	2	48	56.29	95	16	53.05	27413.47	74876.79		
	8890	54.03	4.00	54.18	4	13	45.49	93	52	3.85	27413.05	74866.80		
	8880.00	63.68	6.61	64.02	5	55	41.21	92	10	8.13	27411.82	74856.88		
CE	8872.75	70.50	9.08	71.08	7	20	16.79	90	45	32.55	27410.34	74849.78		
CE	8872.75	89.83	68.93	113.23	37	29	60.00	398	33	19.19	27410.34	74849.78		
	8870	89.08	66.29	111.04	36	39	15.33	397	42	34.52	27409.64	74847.13		
	8860	85.70	56.88	102.86	33	34	25.82	394	37	45.02	27406.43	74837.66		
	8850	81.33	47.89	94.38	30	29	36.32	391	32	55.51	27402.23	74828.59		
	8840	76.02	39.43	85.63	27	24	46.81	388	28	6.00	27397.07	74820.03		
	8830	69.83	31.58	76.64	24	19	57.30	385	23	16.50	27391.03	74812.07		
	8820	62.84	24.44	67.42	21	15	7.80	382	18	26.99	27384.17	74804.80		
	8810	55.11	18.09	58.01	18	10	18.29	379	13	37.49	27376.56	74798.31		
	8800	46.76	12.61	48.43	15	5	28.79	376	8	47.98	27368.31	74792.67		
	8790	37.86	8.05	38.71	12	0	39.28	373	3	58.48	27359.50	74787.96		
	8780	28.52	4.48	28.87	8	55	49.78	369	59	8.97	27350.23	74784.21		
	8770	18.86	1.93	18.96	5	51	0.27	366	54	19.46	27340.61	74781.49		
	8760	8.98	0.43	8.99	2	46	10.76	363	49	29.96	27330.76	74779.81		
EC	8751.01	0.00	0.00	0.00	0	0	0.00	361	3	19.19	27321.79	74779.21		
EC	8751.01	179.58	67.32	191.79	20	32	58.21	319	18	53.47	27321.79	74779.21		
	8750	179.11	66.43	191.03	20	20	57.42	319	6	52.69	27320.78	74779.19		
	8740	173.91	57.89	183.29	18	24	43.70	317	10	38.97	27310.80	74779.64		
	8730	167.87	49.93	175.14	16	33	48.46	315	19	43.73	27300.91	74781.10		
	8720	161.09	42.58	166.63	14	48	21.29	313	34	16.56	27291.21	74783.51		
	8710	153.68	35.88	157.81	13	8	30.15	311	54	25.41	27281.76	74786.79		
	8700	145.71	29.84	148.74	11	34	21.56	310	20	16.83	27272.64	74790.86		
	8690	137.29	24.46	139.45	10	6	0.87	308	51	56.14	27263.86	74795.66		
	8680	128.48	19.72	129.99	8	43	32.40	307	29	27.67	27255.47	74801.10		
	8670	119.37	15.61	120.38	7	26	59.60	306	12	54.87	27247.48	74807.11		
	8660	110.01	12.09	110.67	6	16	25.20	305	2	20.46	27239.90	74813.62		
	8650	100.46	9.14	100.87	5	11	51.29	303	57	46.56	27232.71	74820.57		
	8640	90.76	6.70	91.01	4	13	19.50	302	59	14.76	27225.91	74827.90		
	8630	80.95	4.74	81.09	3	20	51.00	302	6	46.27	27219.47	74835.55		
	8620	71.07	3.20	71.15	2	34	26.66	301	20	21.93	27213.36	74843.47		
	8610	61.14	2.03	61.18	1	54	7.06	300	40	2.33	27207.56	74851.61		
	8600	51.18	1.19	51.19	1	19	52.60	300	5	47.86	27202.03	74859.94		
	8590	41.20	0.62	41.20	0	51	43.50	299	37	38.77	27196.73	74868.42		
	8580	31.20	0.27	31.20	0	29	39.91	299	15	35.17	27191.61	74877.01		
	8570	21.20	0.08	21.20	0	13	41.89	298	59	37.16	27186.64	74885.69		
	8560	11.20	0.01	11.20	0	3	49.47	298	49	44.73	27181.76	74894.42		
	8550	1.20	0.00	1.20	0	0	2.65	298	45	57.91	27176.94	74903.18		
TE	8548.80	0.00	0.00	0.00	0	0	0.00	298	45	55.27	27176.36	74904.23		

CARTERA DE TRANSITO															
PI # 26. Abscisa k10 + 401.16															
Tipo de empalme: Espiral Espiral Asimétrica															
ABSCISA	COORDENADAS RECTANGULARES			POLARES Deflexiones			ELEMENTOS GEOMETRICOS DE LA CURVA			AZIMUT			COORDENADAS		
	X	Y	$\rho$	o	'	"				o	'	"	NORTE	ESTE	
							Abscisa PI	10401.16							
							Coordenadas PI								
							Norte	27399.61							
							Este	74989.65							
							$\Delta$	24.3							
							R	160							
							Cuerda	20							
							G	7.16		122	25	8.46	27363.26	75046.89	
							$\beta^\circ$ corregido	8.43		122	25	8.40	27363.33	75046.77	
								espiral TE 1	Espiral ET 2	122	2	56.25	27373.94	75029.82	
ET	9080.14	0.00	0.00	0.00	0	0	0.00	Le	70.43	65.41	120	56	56.66	27383.89	75012.48
	9080	0.14	0.00	0.14	0	0	0.06	A	106.15	102.30	119	7	11.87	27392.48	74994.42
	9060	20.14	0.13	20.14	0	22	12.21	$\tau_s$ Rad	0.22	0.20	118	30	58.66	27394.43	74989.52
	9040	40.12	1.03	40.13	1	28	11.80	$\tau_s$ GRADOS	12.61	11.71	102	17	54.73	27394.43	74989.52
	9020	59.96	3.46	60.06	3	17	56.59	X	70.09	65.14	100	43	33.16	27399.04	74975.54
EE	9014.73	65.14	4.44	65.29	3	54	9.80	Y	5.15	4.44	99	10	37.57	27403.70	74956.10
EE	9014.73	70.09	5.15	70.27	4	12	5.39	$\Delta R$	1.29	1.11	98	18	21.36	27407.13	74936.39
	9000	55.59	2.55	55.65	2	37	43.82	Xo	35.16	32.66	98	5	49.34	27409.40	74920.86
	8980	35.69	0.67	35.70	1	4	48.23	Yo	161.29	161.11					
	8960	15.70	0.06	15.70	0	12	32.02	TL	47.07	43.71					
TE	8944.30	0.00	0.00	0.00	0	0	0.00	TC	23.58	21.89					
								CL	70.27	65.29					
								$\sigma e^\circ$	4.20	3.90					
								F	5.28	4.54					
								Te	69.48	67.81					

CARTERA DE TRANSITO															
PI # 27. Abscisa k10 + 563.17															
Tipo de empalme: Espiral Espiral Asimétrica															
ABSCISA	COORDENADAS RECTANGULARES			POLARES Deflexiones			ELEMENTOS GEOMETRICOS DE LA CURVA			AZIMUT			COORDENADAS		
	X	Y	$\rho$	o	'	"				o	'	"	NORTE	ESTE	
							Abscisa PI	10563.17		70	12	23.45	27359.02	75254.94	
							Coordenadas PI			70	14	33.56	27356.03	75246.61	
							Norte	27312.76		70	22	13.94	27352.69	75237.19	
							Este	75126.41		70	35	26.80	27349.43	75227.73	
							$\Delta$	52.21		70	54	12.14	27346.31	75218.23	
							R	120		71	18	29.90	27343.37	75208.68	
							Cuerda	10		71	48	20.01	27340.65	75199.05	
							G	4.77		72	23	42.30	27338.21	75189.36	
							$\beta^\circ$ corregido	7.39		73	4	36.51	27336.09	75179.58	
								espiral TE 1	Espiral ET 2	73	51	2.23	27334.35	75169.74	
							Le	46.38	172.32	74	42	58.89	27333.03	75159.83	
							A	74.61	143.80	75	40	25.64	27332.18	75149.86	
							$\tau_s$ Rad	0.19	0.72	76	43	21.36	27331.86	75139.87	
							$\tau_s$ GRADOS	11.07	41.14	77	51	44.57	27332.12	75129.87	
							X	46.21	163.65	79	5	33.34	27333.00	75119.91	
							Y	2.98	39.75	80	24	45.23	27334.54	75110.04	
							$\Delta R$	0.75	10.12	81	49	17.17	27336.79	75100.30	
							Xo	23.16	84.70	83	19	5.39	27339.78	75090.76	
							Yo	120.75	130.12	83	51	32.53	27341.00	75087.50	
EE	9126.52	46.21	2.98	46.31	3	41	23.54	TL	30.98	118.15	118	43	44.92	27341.00	75087.50
EE	9120	39.78	1.89	39.82	2	43	31.78	TC	15.52	60.42	119	41	36.68	27343.53	75081.49
	9110	29.84	0.80	29.85	1	31	46.92	CL	46.31	168.41	120	53	21.54	27347.93	75072.51
	9100	19.86	0.23	19.86	0	40	36.22	$\sigma e^\circ$	3.69	13.65	121	44	32.24	27352.81	75063.78
	9090	9.86	0.03	9.86	0	10	0.54	F	3.04	52.78	122	15	7.92	27358.00	75055.23
TE	9080.14	0.00	0.00	0.00	0	0	0.00	Te	94.20	136.60	122	25	8.46	27363.26	75046.89



**Anexo F. Carteras transicion de peralte vía Occidental.**

CURVA 23		0.0750				
Peralte maximo		2		%		
Bombeo		ABCISA	PD(+)	PI(-)	Cota IZ P	Cota DP P
TE	7345.73	0.00	0.00			
	7350.00	1.88	-1.88			
	7360.00	6.29	-6.29	2698.58	2698.66	
	7362.75	7.50	-7.50			
	7370.00	7.5	-7.5			
EE	7377.74	7.5	-7.5			
	7380.00	7.5	-7.5	2697.78	2697.87	
	7390.00	7.5	-7.5			
	7392.73	7.50	-7.50			
	7400.00	7.42	-7.42	2697.09	2697.17	
	7410.00	7.31	-7.31			
	7420.00	7.20	-7.20	2696.40	2696.48	
	7430.00	7.09	-7.09			
	7440.00	6.98	-6.98	2695.71	2695.79	
	7450.00	6.87	-6.87			
	7460.00	6.76	-6.76	2695.02	2695.10	
	7470.00	6.65	-6.65			
	7480.00	6.54	-6.54	2694.33	2694.42	
	7490.00	6.43	-6.43			
	7500.00	6.31	-6.31	2693.65	2693.73	
	7510.00	6.20	-6.20			
	7520.00	6.09	-6.09	2692.96	2693.04	
	7530.00	5.98	-5.98			
	7540.00	5.87	-5.87	2692.27	2692.35	
	7550.00	5.76	-5.76			
	7560.00	5.65	-5.65	2691.58	2691.66	
	7570.00	5.54	-5.54		0.00	
	7580.00	5.43	-5.43	2690.89	2690.97	
	7590.00	5.32	-5.32			
	7600.00	5.21	-5.21	2690.20	2690.28	
	7610.00	5.10	-5.10			
	7620.00	4.99	-4.99	2689.51	2689.59	
	7630.00	4.88	-4.88			
	7640.00	4.77	-4.77	2688.82	2688.90	
	7650.00	4.66	-4.66			
	7660.00	4.55	-4.55	2688.13	2688.21	
	7670.00	4.44	-4.44			
	7680.00	4.33	-4.33	2687.44	2687.53	
	7690.00	4.22	-4.22			
	7700.00	4.10	-4.10	2686.76	2686.84	
	7710.00	3.99	-3.99			
	7720.00	3.88	-3.88	2686.07	2686.15	
	7730.00	3.77	-3.77			
	7740.00	3.66	-3.66	2685.38	2685.46	
	7750.00	3.55	-3.55			

CURVA		23		calculado			
Peralte maximo				0.075000675			
	asumido			0.075			
Bombeo				2 %			
	ABCISA	PD(+)	PI(-)		Cota Iz P	Cota Dr P	
	7760.00	3.44	-3.44		2684.69	2684.77	
	7770.00	3.33	-3.33				
	7780.00	3.22	-3.22		2684.00	2684.08	
	7790.00	3.11	-3.11				
	7800.00	3.00	-3.00		2683.31	2683.39	
	7810.00	2.89	-2.89				
	7820.00	2.78	-2.78		2682.62	2682.70	
	7830.00	2.67	-2.67				
	7840.00	2.56	-2.56		2681.93	2682.01	
	7850.00	2.45	-2.45				
	7860.00	2.34	-2.34		2681.24	2681.33	
	7870.00	2.23	-2.23				
	7880.00	2.12	-2.12		2680.56	2680.64	
	7890.00	2.01	-2.01				
	7900.00	2.00	-2.00		2679.87	2679.95	
	7910.00	2.00	-2.00				
	7920.00	2.00	-2.00		2676.18	2676.26	
	7930.00	2.00	-2.00				
	7940.00	2.00	-2.00		2678.49	2678.57	
	7950.00	2.00	-2.00				
	7960.00	2.00	-2.00		2677.80	2677.88	
	7970.00	2.00	-2.00				
	7980.00	2.00	-2.00		2677.11	2677.19	
	7990.00	2.00	-2.00				
K 8 + 00	8000.00	2.00	-2.00		2676.43	2676.51	
	8010.00	2.00	-2.00				
	8020.00	2.00	-2.00		2675.82	2675.90	
	8030.00	2.00	-2.00				
	8040.00	2.00	-2.00		2675.29	2675.37	
	8050.00	2.00	-2.00				
	8060.00	2.00	-2.00		2674.85	2674.93	
	8070.00	2.00	-2.00				
ET	8071.48	2.00	-2.00				

CURVA 24		0.0750			
Peralte maximo		2		%	
Bombeo					
	ABCISA	PD(+)	PI(-)	Cota IZ P	Cota DI P
TE	8071.48	2.00	-2.00		
	8080.00	2.00	-2.00	2674.57	2674.57
	8090.00	2.00	-2.00		
	8100.00	2.00	-2.00	2674.29	2674.29
	8110.00	2.00	-2.00		
	8120.00	2.00	-2.00	2674.09	2674.09
	8130.00	2.00	-2.00		
	8140.00	2.00	-2.00	2673.98	2673.98
	8150.00	2.00	-2.00		
	8160.00	2.00	-2.00	2673.95	2673.95
	8170.00	2.00	-2.00		
	8180.00	2.00	-2.00	2673.93	2673.93
	8190.00	2.05	-2.05		
	8200.00	2.22	-2.22	2673.83	2673.91
	8210.00	2.39	-2.39		
	8220.00	2.56	-2.56	2673.81	2673.89
	8230.00	2.74	-2.74		
	8240.00	2.91	-2.91	2673.79	2673.87
	8250.00	3.08	-3.08		
	8260.00	3.26	-3.26	2673.77	2673.85
	8270.00	3.43	-3.43		
	8280.00	3.60	-3.60	2673.75	2673.83
	8290.00	3.77	-3.77		
	8300.00	3.95	-3.95	2673.72	2673.80
	8310.00	4.12	-4.12		
	8320.00	4.29	-4.29	2673.70	2673.79
	8330.00	4.46	-4.46		
	8340.00	4.64	-4.64	2673.68	2673.76
	8350.00	4.81	-4.81		
	8360.00	4.98	-4.98	2673.66	2673.74
	8370.00	5.15	-5.15		
	8380.00	5.33	-5.33	2673.64	2673.72
	8390.00	5.50	-5.50		
	8400.00	5.67	-5.67	2673.62	2673.70
	8410.00	5.85	-5.85		
	8420.00	6.02	-6.02	2673.60	2673.68
	8430.00	6.19	-6.19		
	8440.00	6.36	-6.36	2673.58	2673.66
	8450.00	6.54	-6.54		
	8460.00	6.71	-6.71	2673.56	2673.64
	8470.00	6.88	-6.88		
	8480.00	7.05	-7.05	2673.49	2673.58
	8490.00	7.23	-7.23		
	8500.00	7.40	-7.40	2673.21	2673.29
	8505.81	7.50	-7.50		

CURVA		24					
Peralte maximo		calculado		0.075001458			
Bombeo		asumido		0.075			
				2 %			
	ABCISA	PD(+)	PI(-)		Cota Iz P	Cota Dr P	
EE	8510.00	7.5	-7.5				
	8520.00	7.5	-7.5	2672.67	2672.75		
	8520.10	7.5	-7.5				
	8530.00	7.5	-7.5				
	8534.40	7.50	-7.50				
ET	8540.00	7.5	-4.58	2671.87	2671.95		
	8548.80	0.00	0.00				

CURVA		25					
Peralte maximo		0.0800					
Bombeo		2 %					
	ABCISA	PD(-)	PI(+)		Cota Iz P	Cota Dr P	
TE	8548.80	0.00	0.00				
	8550.00	-0.05	0.05				
	8560.00	-0.44	0.44	2670.90	2670.82		
	8570.00	-0.84	0.84				
	8580.00	-1.23	1.23	2669.60	2669.52		
	8590.00	-1.63	1.63				
	8600.00	-2.03	2.03	2668.04	2667.96		
	8610.00	-2.42	2.42				
	8620.00	-2.82	2.82	2666.23	2666.15		
	8630.00	-3.21	3.21				
	8640.00	-3.61	3.61	2664.21	2664.13		
	8650.00	-4.00	4.00				
	8660.00	-4.40	4.40	2662.16	2662.08		
	8670.00	-4.80	4.80				
	8680.00	-5.19	5.19	2660.12	2660.03		
	8690.00	-5.59	5.59				
	8700.00	-5.98	5.98	2658.07	2657.99		
	8710.00	-6.38	6.38				
	8720.00	-6.77	6.77	2656.02	2655.94		
	EC	8730.00	-7.17	7.17			
8740.00		-7.56	7.56	2653.97	2653.89		
8750.00		-7.96	7.96				
8751.01		-8.00	8.00				
8760.00		-8.00	8.00	2651.92	2651.84		
8770.00		-8.00	8.00				
8780.00		-8.00	8.00	2649.87	2649.79		
8790.00		-8.00	8.00				
8800.00		-8.00	8.00	2647.83	2647.75		
8810.00		-8.00	8.00				
CE	8820.00	-8.00	8.00	2645.78	2645.70		
	8830.00	-8.00	8.00				
	8840.00	-8.00	8.00	2643.73	2643.65		
	8850.00	-8.00	8.00				
	8860.00	-8.00	8.00	2641.68	2641.60		
	8870.00	-8.00	8.00				
	8872.75	-8.00	8.00				
	8880.00	-7.19	7.19	2639.63	2639.55		
	8890.00	-6.07	6.07				
	8900.00	-4.95	4.95	2637.59	2637.51		
ET	8910.00	-3.83	3.83				
	8920.00	-2.72	2.72	2635.54	2635.46		
	8930.00	-2.00	2.00				
	8940.00	-2.00	2.00	2633.48	2633.48		
	8944.30	-2.00	2.00				

CURVA 26		Peralte maximo Bombeo			
		0.0800	%		
		2			
	ABCISA	PD(-)	PI(+)	Cota IZ P	Cota DI P
TE	8944.30	-2.00	2.00		
	8950.00	-2.00	2.00		
	8960.00	-2.13	2.13	2631.32	2631.24
	8970.00	-3.48	3.48		
	8980.00	-4.84	4.84	2629.12	2629.04
	8990.00	-6.19	6.19		
k 9 + 00	9000.00	-7.55	7.55	2626.92	2626.84
	9003.33	-8.00	8.00		
	9010.00	-8.00	8.00		
EE	9014.73	-8.00	8.00		
	9020.00	-8.00	8.00	2624.72	2624.64
	9026.12	-8.00	8.00		
	9030.00	-7.43	7.43		
	9040.00	-5.94	5.94	2622.53	2622.44
	9050.00	-4.46	4.46		
	9060.00	-2.98	2.98	2620.33	2620.24
	9070.00	-1.50	1.50		
	9080.00	-0.02	0.02	2618.08	2618.00
ET	9080.14	0.00	0.00		

CURVA 27		Peralte maximo Bombeo			
		0.0792	%		
		2			
	ABCISA	PD(+)	PI(-)	Cota IZ P	Cota DI P
TE	9080.14	0.00	0.00		
	9090.00	2.14	-2.14		
	9100.00	4.31	-4.31	2615.65	2615.73
	9110.00	6.48	-6.48		
	9116.52	7.90	-7.90		
	9120.00	7.90	-7.90	2613.25	2613.33
EE	9126.52	7.90	-7.90		
	9130.00	7.90	-7.90		
	9136.52	7.90	-7.90		
	9140.00	7.73	-7.73	2610.84	2610.93
	9150.00	7.24	-7.24		
	9160.00	6.76	-6.76	2608.39	2608.48
	9170.00	6.27	-6.27		
	9180.00	5.78	-5.78	2606.80	2606.88
	9190.00	5.30	-5.30		
	9200.00	4.81	-4.81	2603.64	2603.72
	9210.00	4.32	-4.32		
	9220.00	3.84	-3.84	2601.24	2601.32
	9230.00	3.35	-3.35		
	9240.00	2.86	-2.86	2598.84	2598.92
	9250.00	2.38	-2.38		
	9260.00	2.00	-2.00	2596.44	2596.52
	9270.00	2.00	-2.00		
	9280.00	2.00	-2.00	2594.07	2594.15
	9290.00	2.00	-2.00		
ET	9298.85	2.00	-2.00		

CURVA 28		0.0700			
Peralte maximo		2		%	
Bombeo					
	ABCISA	PD(+)	PI(-)	Cota IZ P	Cota DR P
TE	9298.85	2.00	-2.00		
	9300.00	2.00	-2.00	2591.83	2591.83
	9310.00	2.00	-2.00		
	9320.00	2.00	-2.00	2589.56	2589.56
	9330.00	2.00	-2.00		
	9340.00	2.00	-2.00	2587.33	2587.33
	9350.00	2.00	-2.00		
	9360.00	2.00	-2.00	2585.13	2585.13
	9370.00	2.00	-2.00		
	9380.00	2.00	-2.00	2582.93	2582.93
	9390.00	2.09	-2.09		
	9400.00	2.32	-2.32	2580.65	2580.73
	9410.00	2.55	-2.55		
	9420.00	2.78	-2.78	2578.45	2578.53
	9430.00	3.01	-3.01		
	9440.00	3.24	-3.24	2576.25	2576.33
	9450.00	3.47	-3.47		
	9460.00	3.70	-3.70	2574.05	2574.13
	9470.00	3.93	-3.93		
	9480.00	4.16	-4.16	2571.85	2571.93
	9490.00	4.39	-4.39		
	9500.00	4.62	-4.62	2569.65	2569.73
	9510.00	4.85	-4.85		
	9520.00	5.08	-5.08	2567.45	2567.53
	9530.00	5.31	-5.31		
	9540.00	5.54	-5.54	2565.25	2565.33
	9550.00	5.77	-5.77		
	9560.00	6.00	-6.00	2563.05	2563.13
	9570.00	6.23	-6.23		
	9580.00	6.46	-6.46	2560.85	2560.93
	9590.00	6.69	-6.69		
	9600.00	6.92	-6.92	2558.65	2558.73
	9603.52	7.00	-7.00		
EE	9610.00	7.00	-7.00		
	9619.22	7.00	-7.00		
	9620.00	7.00	-7.00	2556.45	2556.53
	9630.00	7.00	-7.00		
	9634.93	7.00	-7.00		
	9640.00	6.79	-6.79	2554.25	2554.33
	9650.00	6.37	-6.37		
	9660.00	5.95	-5.95	2552.05	2552.13
	9670.00	5.53	-5.53		
	9680.00	5.11	-5.11	2549.85	2549.93
	9690.00	4.69	-4.69		
	9700.00	4.27	-4.27	2547.65	2547.73

CURVA 28		calculado				
Peralte maximo		0.070001444				
Bombeo		asumido 0.07				
		2 %				
	ABCISA	PD(+)	PI(-)	Cota IZ P	Cota DR P	
	9710.00	3.85	-3.85			
	9720.00	3.43	-3.43	2545.45	2545.53	
	9730.00	3.01	-3.01			
	9740.00	2.59	-2.59	2543.24	2543.32	
	9750.00	2.17	-2.17			
	9760.00	1.75	-2.00	2541.00	2541.08	
	9770.00	1.33	-2.00			
	9780.00	0.91	-2.00	2538.74	2538.82	
	9790.00	0.49	-2.00			
	9800.00	0.07	-2.00	2536.46	2536.54	
	ET	9801.71	0.00	-2.00		

RECTA FINAL		0.0700			
Peralte maximo		2		%	
Bombeo		47.65146585			
N		324.92			
ENTRETANGENCIA					
ABCISA	DER	BOMBEO		Cota IZ P	Cota DI P
		IZQ			
9801.71		0.00	-2		
9810.00		-0.35	-2		
9820.00		-0.77	-2	2534.23	2534.14
9830.00		-1.19	-2		
9840.00		-1.61	-2	2531.89	2531.81
9849.36		-2.00	-2		
9850.00		-2	-2		
9860.00		-2	-2	2529.53	2529.53
9870.00		-2	-2		
9880.00		-2	-2	2527.14	2527.14
9890.00		-2	-2		
9900.00		-2	-2	2524.74	2524.74
9910.00		-2	-2		
9920.00		-2	-2	2522.34	2522.34
9930.00		-2	-2		
9940.00		-2	-2	2519.94	2519.94
9950.00		-2	-2		
9960.00		-2	-2	2517.59	2517.59
9970.00		-2	-2		
9980.00		-2	-2	2515.14	2515.14
9990.00		-2	-2		
K 10 + 00	10000.00	-2	-2	2512.74	2512.74
	10010.00	-2	-2		
	10020.00	-2	-2	2510.34	2510.34
	10030.00	-2	-2		
	10040.00	-2	-2	2507.94	2507.94
	10050.00	-2	-2		
	10060.00	-2	-2	2505.54	2505.54
	10070.00	-2	-2		
	10080.00	-2	-2	2503.14	2503.14
	10090.00	-2	-2		
	10100.00	-2	-2	2500.74	2500.74
	10110.00	-2	-2		
	10120.00	-2	-2	2498.34	2498.34
	10126.63	-2	-2		

**Anexo G. Carteras curvas verticales vía Occidental.**

<b>CARTERA DE NIVEL</b>						
<b>PIV #24 Abscisa K7 + 345.73</b>						
<b>PUNTO</b>	<b>ABSCISAS</b>	<b>COTA TANG.</b>	<b>CORREC.</b>	<b>COTA ROJA REAL</b>	<b>ELEMENTOS</b>	
PCV	7305,73					
	7305,73	2701,44	0,00	2701,44	P entrada -6,09	
	7310,73	2701,13	0,00	2701,14	P salida -3,44	
	7315,73	2700,83	0,02	2700,84	A 0,03	
	7320,73	2700,52	0,04	2700,56	L 40,00	
	7325,73	2700,22	0,07	2700,28	Cota PIV 2699,00	
	7330,73	2699,91	0,10	2700,02	Abscisa PIV 7345,73	
	7335,73	2699,61	0,15	2699,76	r 0,0007	
	7340,73	2699,30	0,20	2699,51	cuerda 5,00	
	PIV	7345,73	2699,00	0,26	2699,26	
7350,73		2698,83	0,20	2699,03		
7355,73		2698,66	0,15	2698,80		
7360,73		2698,48	0,10	2698,59		
7365,73		2698,31	0,07	2698,38		
7370,73		2698,14	0,04	2698,18		
7375,73		2697,97	0,02	2697,98		
7380,73		2697,79	0,00	2697,80		
PTV		7385,73	2697,62	0,00	2697,62	
		7385,73				

<b>CARTERA DE NIVEL</b>						
<b>PIV #25 Abscisa K8 + 071.48</b>						
<b>PUNTO</b>	<b>ABSCISAS</b>	<b>COTA TANG.</b>	<b>CORREC.</b>	<b>COTA ROJA REAL</b>	<b>ELEMENTOS</b>	
PCV	7991,48					
	7991,48	2676,76	0,00	2676,76	P entrada -3,44	
	8001,48	2676,41	0,02	2676,43	P salida 3,38	
	8011,48	2676,07	0,09	2676,15	A 0,07	
	8021,48	2675,72	0,19	2675,91	L 80,00	
	8031,48	2675,38	0,34	2675,72	Abscisa PIV 8071,48	
	8041,48	2675,03	0,53	2675,57	r 0,0009	
	8051,48	2674,69	0,77	2675,46	cuerda 10,00	
	8061,48	2674,34	1,04	2675,39		
	PIV	8071,48	2674,00	1,36	2675,36	
8081,48		2674,34	1,04	2675,38		
8091,48		2674,68	0,77	2675,44		
8101,48		2675,01	0,53	2675,55		
8111,48		2675,35	0,34	2675,69		
8121,48		2675,69	0,19	2675,88		
8131,48		2676,03	0,09	2676,11		
8141,48		2676,36	0,02	2676,39		
PTV		8151,48	2676,70	0,00	2676,70	
		8151,48				

CARTERA DE NIVEL					
PIV #26 Abscisa K8 + 548.80					
PUNTO	ABSCISAS	COTA TANG	CORREC.	COTA ROJA REAL	ELEMENTOS
PCV	8430,00				
	8430,00	2686,11	0,00	2686,11	P entrada 3,38
	8440,00	2686,45	0,08	2686,37	P salida -11,80
	8450,00	2686,79	0,30	2686,48	A -0,15
	8460,00	2687,12	0,68	2686,44	L 50
PIV	8470,00	2687,46	1,21	2686,25	Cota PIV 2687,80
	8480,00	2687,80	1,90	2685,90	Abscisa PIV 8480,00
	8490,00	2686,62	1,21	2685,41	r -0,0030
	8500,00	2685,44	0,68	2684,76	cuerda 10,00
	8510,00	2684,26	0,30	2683,96	
PTV	8520,00	2683,08	0,08	2683,00	
	8530,00	2681,90	0,00	2681,90	
	8530,00				

CARTERA DE NIVEL					
PIV #27 Abscisa K8 + 071.48					
PUNTO	ABSCISAS	COTA TANG	CORREC.	COTA ROJA REAL	ELEMENTOS
PCV	8894,30				
	8894,30	2638,91	0,00	2638,91	P entrada -11,80
	8899,30	2638,32	0,00	2638,32	P salida -11,00
	8904,30	2637,73	0,00	2637,73	A 0,01
	8909,30	2637,14	0,01	2637,15	L 50,00
	8914,30	2636,55	0,02	2636,57	Cota PIV 2633,01
	8919,30	2635,96	0,03	2635,99	Abscisa PIV 8944,30
	8924,30	2635,37	0,04	2635,41	r 0,0002
	8929,30	2634,78	0,05	2634,83	cuerda 5,00
	8934,30	2634,19	0,06	2634,25	
PIV	8939,30	2633,60	0,08	2633,68	
	8944,30	2633,01	0,10	2633,11	
	8949,30	2632,46	0,08	2632,54	
	8954,30	2631,91	0,06	2631,97	
	8959,30	2631,36	0,05	2631,41	
	8964,30	2630,81	0,04	2630,85	
	8969,30	2630,26	0,03	2630,29	
	8974,30	2629,71	0,02	2629,73	
	8979,30	2629,16	0,01	2629,17	
	8984,30	2628,61	0,00	2628,61	
PTV	8989,30	2628,06	0,00	2628,06	
	8994,30	2627,51	0,00	2627,51	
	8994,30				

CARTERA DE NIVEL					
PIV #28 Abscisa K9 + 080.14					
PUNTO	ABSCISAS	COTA TANG.	CORREC.	COTA ROJA REAL	ELEMENTOS
PCV	9060,14				P entrada -11,00
	9060,14	2620,27	0,00	2620,27	P salida -12,00
	9070,14	2619,17	0,01	2619,16	A -0,01
PIV	9080,14	2618,07	0,05	2618,02	L 20,00
	9090,14	2616,87	0,01	2616,86	Cota PIV 2618,07
PTV	9100,14	2615,67	0,00	2615,67	Abscisa PIV 9080,14
	9100,14				r -0,0005
					cuerda 10,00

CARTERA DE NIVEL					
PIV #29 Abscisa K9 + 298.85					
PUNTO	ABSCISAS	COTA TANG.	CORREC.	COTA ROJA REAL	ELEMENTOS
PCV	9258,85				
	9258,85	2596,62	0,00	2596,62	P entrada -12,00
	9263,85	2596,02	0,00	2596,02	P salida -11,00
	9268,85	2595,42	0,01	2595,43	A 0,01
	9273,85	2594,82	0,01	2594,83	L 40,00
	9278,85	2594,22	0,03	2594,25	Cota PIV 2591,82
	9283,85	2593,62	0,04	2593,66	Abscisa PIV 9298,85
	9288,85	2593,02	0,06	2593,08	r 0,0003
	9293,85	2592,42	0,08	2592,50	cuerda 5,00
	PIV	9298,85	2591,82	0,10	2591,92
9303,85		2591,27	0,08	2591,35	
9308,85		2590,72	0,06	2590,78	
9313,85		2590,17	0,04	2590,21	
9318,85		2589,62	0,03	2589,64	
9323,85		2589,07	0,01	2589,08	
9328,85		2588,52	0,01	2588,53	
PTV	9333,85	2587,97	0,00	2587,97	
	9338,85	2587,42	0,00	2587,42	

CARTERA DE NIVEL					
PIV #30 Abscisa K9 + 801.71					
PUNTO	ABSCISAS	COTA TANG	CORREC.	COTA ROJA REAL	ELEMENTOS
PCV	9721,71				
	9721,71	2545,30	0,00	2545,30	P entrada -11,00
	9731,71	2544,20	0,00	2544,20	P salida -12,00
	9741,71	2543,10	0,01	2543,09	A -0,01
	9751,71	2542,00	0,03	2541,97	L 80,00
	9761,71	2540,90	0,05	2540,85	Cota PIV 2536,50
	9771,71	2539,80	0,08	2539,72	Abscisa PIV 9801,71
	9781,71	2538,70	0,11	2538,59	r -0,0001
	9791,71	2537,60	0,15	2537,45	cuerda 10,00
	PIV	9801,71	2536,50	0,20	2536,30
9811,71		2535,30	0,15	2535,15	
9821,71		2534,10	0,11	2533,99	
9831,71		2532,90	0,08	2532,82	
9841,71		2531,70	0,05	2531,65	
9851,71		2530,50	0,03	2530,47	
9861,71		2529,30	0,01	2529,29	
9871,71		2528,10	0,00	2528,09	
PTV	9881,71	2526,90	0,00	2526,90	
	9881,71				

## Anexo H. Carteras de chaflanes via occidental.

CARTERA DE CHAFLANES															
Abscisa	Cota Terreno	Cota Proyecto	P %	Talud		Peralte		SECCIONES TRANSVERSALES			AREA		VOLUMEN		
						PD	PI	Chaflán Iz	Eje	Chaflán Der	Corte	Relleno	Corte	Relleno	
7200.00	2717.6	2707.88	6.09	Corte 1:1/2	Corte 1:1/2	5.80	5.80	12.05	9.72	10.03	195.19		4257.36		
									12.18						11.17
7220.00	2718.2	2706.66			Corte 1:1/2	Corte 1:1/2	6.95	6.95	13.30	11.54	10.31	230.54		5148.90	
									12.80		11.31				
7240.00	2718.6	2705.44			Corte 1:1/2	Corte 1:1/2	7.90	7.90	15.44	13.16	12.82	284.35		5769.24	
									13.87		12.56				
7260.00	2718.2	2704.22			Corte 1:1/2	Corte 1:1/2	7.90	7.90	15.11	13.98	12.94	292.58		6161.68	
									13.71		12.62				
7280.00	2718	2703.00			Corte 1:1/2	Corte 1:1/2	7.90	7.90	15.77	15.00	14.63	323.59		6919.39	
									14.04		13.47				
7300.00	2718.3	2701.79			Corte 1:1/2	Corte 1:1/2	7.90	7.90	16.92	16.51	16.13	368.35		7422.47	
									14.61		14.22				
7320.00	2717.3	2700.60			Corte 1:1/2	Corte 1:1/2	7.90	7.90	17.11	16.70	16.31	373.90		7549.86	
									14.71		14.31				
7340.00	2716.5	2699.53		Corte 1:1/2	Corte 1:1/2	1.77	1.77	17.38	16.97	16.58	381.09		7392.48		
7345.75								14.84		14.44					
7360.00	2716	2698.62	3.44	Corte 1:1/2	Corte 1:1/2	6.29	6.29	18.22	17.38	10.97	358.16		7065.47		
									15.26						11.64
7380.00	2713.5	2697.83			Corte 1:1/2	Corte 1:1/2	7.50	7.50	15.68	15.67	16.07	348.39		6982.32	
									13.99		14.19				
7400.00	2712.6	2697.13			Corte 1:1/2	Corte 1:1/2	7.42	7.42	17.08	15.47	15.86	349.85		6152.93	
									14.69		14.08				
7420.00	2709.5	2696.44			Corte 1:1/2	Corte 1:1/2	7.20	7.20	14.93	13.06	10.84	265.45		5126.93	
									13.62		11.57				
7440.00	2707.5	2695.75			Corte 1:1/2	Corte 1:1/2	6.98	6.98	18.00	11.75	8.35	247.25		4835.77	
									15.15		10.33				
7460.00	2705.7	2695.06			Corte 1:1/2	Corte 1:1/2	6.76	6.76	18.19	10.64	9.45	236.33		4662.92	
									15.25		10.88				
7480.00	2705.5	2694.37			Corte 1:1/2	Corte 1:1/2	6.54	6.54	18.04	11.13	7.58	229.96		5220.88	
									15.17		9.94				
7500.00	2707.7	2693.69		Corte 1:1/2	Corte 1:1/2	6.31	6.31	19.74	14.01	9.37	292.13		6356.67		
								16.02		10.84					
7520.00	2709	2693.00		Corte 1:1/2	Corte 1:1/2	6.09	6.09	17.22	16.00	13.21	343.54		6136.47		
								14.76		12.76					
7540.00	2705.6	2692.31		Corte 1:1/2	Corte 1:1/2	5.87	5.87	12.61	13.29	13.30	270.10		3534.46		
								12.46		12.80					

CARTERA DE CHAFLANES															
Abscisa	Cota Terreno	Cota Proyecto	P %	Talud		Peralte		SECCIONES TRANSVERSALES			AREA		VOLUMEN		
						PD	PI	Chañón Iz	Eje	Chañón Der	Corte	Relleno	Corte	Relleno	
7560.00	2696.5	2691.62	3.44	Corte 1:1/2	Corte 1:1/2	5.65	5.65	4.43	4.88	6.15	83.34		555.61		
7580.00	2685.9	2690.93		Relleno 1 <sup>1/2</sup> :1	Relleno 1 <sup>1/2</sup> :1	5.43	5.43	8.37		9.23					
									-4.74	-5.03	-5.35	109.43			4479.82
7600.00	2679	2690.24		Relleno 1 <sup>1/2</sup> :1	Relleno 1 <sup>1/2</sup> :1	5.21	5.21	10.89		11.50					
									-12.16	-11.24	-10.42	338.55			7314.61
7620.00	2676	2689.55		Relleno 1 <sup>1/2</sup> :1	Relleno 1 <sup>1/2</sup> :1	4.99	4.99	18.31		16.57					
									-12.27	-13.55	-12.53	392.91			7479.11
7640.00	2677.6	2688.86		Relleno 1 <sup>1/2</sup> :1	Relleno 1 <sup>1/2</sup> :1	4.77	4.77	18.42		18.68					
									-10.44	-11.26	-12.18	355.00			4804.49
7660.00	2682.6	2688.17		Relleno 1 <sup>1/2</sup> :1	Relleno 1 <sup>1/2</sup> :1	4.55	4.55	16.59		18.33					
									-4.81	-5.57	-6.46	125.45			1717.89
7680.00	2685.1	2687.49		Relleno 1 <sup>1/2</sup> :1	Relleno 1 <sup>1/2</sup> :1	4.33	4.33	10.96		12.61					
									-0.70	-2.39	-5.20	46.34			903.91
7700.00	2684.3	2686.80		Relleno 1 <sup>1/2</sup> :1	Relleno 1 <sup>1/2</sup> :1	4.10	4.10	6.85		11.35					
									-0.88	-2.50	-4.56	44.05			918.89
7720.00	2683.5	2686.11		Relleno 1 <sup>1/2</sup> :1	Relleno 1 <sup>1/2</sup> :1	3.88	3.88	7.03		10.71					
									-0.96	-2.61	-4.70	47.84	0.69		770.71
7740.00	2683.8	2685.42		Relleno 1 <sup>1/2</sup> :1	Relleno 1 <sup>1/2</sup> :1	3.66	3.66	7.11		10.85					
									-0.16	-1.62	-3.96	29.93	0.69		658.18
7760.00	2683.2	2684.73	Corte 1:1/2	Relleno 1 <sup>1/2</sup> :1	3.44	3.44	6.31		10.11		0.10				
								3.33	-1.53	-3.84	35.98			1417.29	
7780.00	2679	2684.04	Relleno 1 <sup>1/2</sup> :1	Relleno 1 <sup>1/2</sup> :1	3.22	3.22	7.82		9.99						
								-2.98	-5.04	-8.46	105.75			4277.22	
7800.00	2671.8	2683.35	Relleno 1 <sup>1/2</sup> :1	Relleno 1 <sup>1/2</sup> :1	3.00	3.00	9.13		14.61						
								-8.34	-11.55	-16.86	321.97			6475.24	
7820.00	2669.6	2682.66	Relleno 1 <sup>1/2</sup> :1	Relleno 1 <sup>1/2</sup> :1	2.78	2.78	14.49		23.01						
								-10.06	-13.06	-15.43	325.55			6544.12	
7840.00	2669.5	2681.97	Relleno 1 <sup>1/2</sup> :1	Relleno 1 <sup>1/2</sup> :1	2.56	2.56	16.21		21.58						
								-10.23	-12.47	-14.77	328.86			6419.24	
7860.00	2669.4	2681.28	Relleno 1 <sup>1/2</sup> :1	Relleno 1 <sup>1/2</sup> :1	2.34	2.34	16.38		20.92						
								-10.53	-11.88	-13.89	313.06			6180.62	
7880.00	2669.3	2680.60	Relleno 1 <sup>1/2</sup> :1	Relleno 1 <sup>1/2</sup> :1	2.12	2.12	16.68		20.04						
								-9.58	-11.30	-15.45	305.00			6143.17	
7900.00	2668.5	2679.91	Relleno 1 <sup>1/2</sup> :1	Relleno 1 <sup>1/2</sup> :1	1.89	1.89	15.73		21.60						
								-9.32	-11.41	-15.59	309.32			5364.68	
								15.47		21.74					

CARTERA DE CHAFLANES														
Abscisa	Cota Terreno	Cota Proyecto	P %	Talud		Peralte		SECCIONES TRANSVERSALES			AREA		VOLUMEN	
						PD	PI	Chañán Iz	Eje	Chañán Der	Corte	Relleno	Corte	Relleno
7920.00	2666.8	2676.22	3.44	Relleno 1 <sup>1/2</sup> :1	Relleno 1 <sup>1/2</sup> :1	1.67	1.67	-8.61	-9.42	-10.81	227.15	227.15	6066.59	
7940.00	2664.8	2678.53		Relleno 1 <sup>1/2</sup> :1	Relleno 1 <sup>1/2</sup> :1	1.45	1.45	14.76		16.96				
7960.00	2665.6	2677.84		Relleno 1 <sup>1/2</sup> :1	Relleno 1 <sup>1/2</sup> :1	1.23	1.23	-13.20	-13.73	-14.35				
7980.00	2665.9	2677.15		Relleno 1 <sup>1/2</sup> :1	Relleno 1 <sup>1/2</sup> :1	1.01	1.01	19.35		20.50				
8000.00	2666.7	2676.47		Relleno 1 <sup>1/2</sup> :1	Relleno 1 <sup>1/2</sup> :1	0.79	0.79	-9.69	-12.24	-16.62				
8020.00	2666.9	2675.86		Relleno 1 <sup>1/2</sup> :1	Relleno 1 <sup>1/2</sup> :1	0.57	0.57	15.84		22.77				
8040.00	2666.7	2675.33		Relleno 1 <sup>1/2</sup> :1	Relleno 1 <sup>1/2</sup> :1	0.35	0.35	-8.45	-11.25	-14.02				
8060.00	2666.5	2674.89		Relleno 1 <sup>1/2</sup> :1	Relleno 1 <sup>1/2</sup> :1	0.13	0.13	14.60		20.17				
8071.48				Relleno 1 <sup>1/2</sup> :1	Relleno 1 <sup>1/2</sup> :1	0.15	0.15	-7.88	-9.77	-12.31				
8080.00	2667	2674.53		Relleno 1 <sup>1/2</sup> :1	Relleno 1 <sup>1/2</sup> :1	0.15	0.15	14.03		18.46				
8100.00	2667.8	2674.25		Relleno 1 <sup>1/2</sup> :1	Relleno 1 <sup>1/2</sup> :1	0.49	0.49	-7.47	-8.96	-11.94				
8120.00	2669.3	2674.05		Relleno 1 <sup>1/2</sup> :1	Relleno 1 <sup>1/2</sup> :1	0.84	0.84	13.62		18.09				
8140.00	2671	2673.94		Relleno 1 <sup>1/2</sup> :1	Relleno 1 <sup>1/2</sup> :1	1.18	1.18	-7.18	-8.63	-11.55				
8160.00	2673	2673.91		Relleno 1 <sup>1/2</sup> :1	Relleno 1 <sup>1/2</sup> :1	1.53	1.53	13.33		17.70				
8180.00	2673.7	2673.89		Corte 1:1.2	Relleno 1 <sup>1/2</sup> :1	1.87	1.87	-5.83	-8.39	-11.76				
8200.00	2672.5	2673.87		Relleno 1 <sup>1/2</sup> :1	Relleno 1 <sup>1/2</sup> :1	2.22	2.22	11.98		17.91				
8220.00	2668	2673.85	Relleno 1 <sup>1/2</sup> :1	Relleno 1 <sup>1/2</sup> :1	2.56	2.56	-5.62	-7.53	-11.38					
8240.00	2670.2	2673.83	Relleno 1 <sup>1/2</sup> :1	Relleno 1 <sup>1/2</sup> :1	2.91	2.91	11.77		17.53					
8260.00	2674	2673.81	Corte 1:1.2	Corte 1:1.2	3.26	3.26	-4.45	-6.45	-8.00					
							10.60		14.15					
							-3.68	-4.75	-6.91					
							9.83		13.06					
							-1.32	-2.94	-5.51					
							7.47		11.66					
							0.01	-0.91	-2.31					
							6.60		8.46					
							1.95	-0.19	-1.20					
							7.13		7.35					
							0.01	-1.37	-0.80					
							4.96		6.95					
							-2.96	-5.85	-6.90					
							9.11		13.05					
							-2.89	-3.63	-3.63					
							9.04		9.78					
							0.20	0.19	0.55					
							6.25		6.43					

CARTERA DE CHAFLANES														
Abscisa	Cota Terreno	Cota Proyecto	P %	Talud		Peralte		SECCIONES TRANSVERSALES			AREA		VOLUMEN	
						PD	PI	Chaflán Iz	Eje	Chaflán Der	Corte	Relleno	Corte	Relleno
8280.00	2678.2	2673.79	1.03	Corte 1:1/2	Corte 1:1/2	3.60	3.60	5.39	4.41	3.55	72.30		1808.13	
8300.00	2680.5	2673.76		Corte 1:1/2	Corte 1:1/2	3.95	3.95	8.85		7.93				
8320.00	2681	2673.74		Corte 1:1/2	Corte 1:1/2	4.29	4.29	7.28	6.74	4.65	108.51		2331.41	
8340.00	2683.1	2673.72		Corte 1:1/2	Corte 1:1/2	4.64	4.64	9.79		8.48				
8360.00	2685.5	2673.70		Corte 1:1/2	Corte 1:1/2	4.98	4.98	8.70	7.26	5.55	124.63		3012.09	
8380.00	2687.6	2673.68		Corte 1:1/2	Corte 1:1/2	5.33	5.33	10.50		8.93				
8400.00	2689	2673.66		Corte 1:1/2	Corte 1:1/2	5.67	5.67	11.32	9.38	7.74	176.58		4113.32	
8420.00	2693.3	2673.64		Corte 1:1/2	Corte 1:1/2	6.02	6.02	11.81		10.02				
8440.00	2695	2673.62		Corte 1:1/2	Corte 1:1/2	6.36	6.36	12.83	11.80	11.16	234.76		5367.31	
8460.00	2691	2673.60		Corte 1:1/2	Corte 1:1/2	6.71	6.71	12.57		11.73				
8480.00	2689.8	2673.54		Corte 1:1/2	Corte 1:1/2	7.05	7.05	16.26	13.92	13.57	301.97		6738.25	
8500.00	2688.2	2673.25		Corte 1:1/2	Corte 1:1/2	7.40	7.40	14.28		12.94				
8520.00	2678.5	2672.71		Corte 1:1/2	Corte 1:1/2	7.50	7.50	17.34	17.34	14.75	371.85		8446.92	
8540.00	2674.3	2671.91		Corte 1:1/2	Corte 1:1/2	6.02	6.02	14.82		13.53				
8548.80	2673.6	2670.86		10.20	Corte 1:1/2	Corte 1:1/2	0.44	0.44	22.07	19.66	17.61	472.84		9922.40
8560.00	2673.6	2670.86			Corte 1:1/2	Corte 1:1/2	0.44	0.44	17.19		14.96			
8580.00	2673.2	2669.56			Corte 1:1/2	Corte 1:1/2	1.23	1.23	23.33	21.38	18.43	519.40		9193.67
8600.00	2675	2668.00			Corte 1:1/2	Corte 1:1/2	2.03	2.03	17.82		15.37			
8620.00	2677	2666.19			Corte 1:1/2	Corte 1:1/2	2.82	2.82	22.07	17.40	14.49	399.97		7576.60
					Corte 1:1/2	Corte 1:1/2	0.44	0.44	17.19		13.40			
			Corte 1:1/2		Corte 1:1/2	1.23	1.23	19.28	16.26	13.45	357.69		6998.68	
			Corte 1:1/2		Corte 1:1/2	1.23	1.23	15.79		12.88				
			Corte 1:1/2		Corte 1:1/2	7.40	7.40	20.75	14.95	11.96	342.18		4285.66	
			Corte 1:1/2		Corte 1:1/2	7.50	7.50	16.53		12.13				
			Corte 1:1/2	Corte 1:1/2	4.58	4.58	7.13	5.79	2.36	86.39		1302.93		
			Corte 1:1/2	Corte 1:1/2	4.58	4.58	9.72		7.33					
			Corte 1:1/2	Corte 1:1/2	4.58	4.58	5.30	2.39	1.45	43.90		884.90		
			Corte 1:1/2	Corte 1:1/2	4.58	4.58	8.80		6.88					
			Corte 1:1/2	Corte 1:1/2	0.44	0.44	4.85	2.74	1.60	44.59		1011.63		
			Corte 1:1/2	Corte 1:1/2	0.44	0.44	6.58		6.95					
			Corte 1:1/2	Corte 1:1/2	1.23	1.23	4.82	3.64	2.44	56.58		1839.73		
			Corte 1:1/2	Corte 1:1/2	1.23	1.23	8.56		7.37					
			Corte 1:1/2	Corte 1:1/2	2.03	2.03	8.42	7.00	6.24	127.40		3350.85		
			Corte 1:1/2	Corte 1:1/2	2.03	2.03	10.36		9.27					
			Corte 1:1/2	Corte 1:1/2	2.82	2.82	12.51	10.81	9.06	207.69		5573.97		
			Corte 1:1/2	Corte 1:1/2	2.82	2.82	12.41		10.68					

CARTERA DE CHAFLANES														
Abscisa	Cota Terreno	Cota Proyecto	P%	Talud		Peralte		SECCIONES TRANSVERSALES			AREA		VOLUMEN	
						PD	PI	Chaflán Iz	Eje	Chaflán Der	Corte	Relleño	Corte	Relleño
8640.00	2680	2664.17	10.20	Corte 1:1/2	Corte 1:1/2	3.61	3.61	18.36	15.83	14.03	349.71		8611.63	
									15.33					
8660.00	2682.7	2662.12		Corte 1:1/2	Corte 1:1/2	4.40	4.40	23.53	20.58	18.87	511.45		11921.25	
									17.92					
8680.00	2685.5	2660.07		Corte 1:1/2	Corte 1:1/2	5.19	5.19	28.79	25.43	22.13	680.67		14942.23	
									20.55					
8700.00	2686.5	2658.03		Corte 1:1/2	Corte 1:1/2	5.98	5.98	32.01	28.47	25.47	813.55		16278.94	
									22.16					
8720.00	2684	2655.98		Corte 1:1/2	Corte 1:1/2	6.77	6.77	34.34	28.02	26.43	814.34		16102.51	
									23.32					
8740.00	2680.2	2653.93		Corte 1:1/2	Corte 1:1/2	7.56	7.56	33.49	26.27	29.86	795.91		14069.17	
									22.90					
8760.00	2675	2651.88		Corte 1:1/2	Corte 1:1/2	8.00	8.00	25.73	23.12	24.12	611.01		10637.75	
									19.02					
8780.00	2668.9	2649.83		Corte 1:1/2	Corte 1:1/2	8.00	8.00	19.07	19.07	19.51	452.77		9028.09	
									15.69					
8800.00	2666.6	2647.79		Corte 1:1/2	Corte 1:1/2	8.00	8.00	20.62	18.81	18.82	450.04		9198.13	
									16.46					
8820.00	2665.4	2645.74		Corte 1:1/2	Corte 1:1/2	8.00	8.00	21.04	19.66	19.23	469.77		9780.00	
									16.67					
8840.00	2665	2643.69	Corte 1:1/2	Corte 1:1/2	8.00	8.00	22.26	21.31	17.99	508.23		12069.55		
								17.28						15.15
8860.00	2668	2641.64	Corte 1:1/2	Corte 1:1/2	8.00	8.00	29.20	26.36	21.70	698.73		14301.03		
								20.75						17.00
8880.00	2670.1	2639.59	Corte 1:1/2	Corte 1:1/2	7.19	7.19	38.40	30.51	21.93	731.38		14462.03		
								15.75						17.12
8900.00	2667.5	2637.55	Corte 1:1/2	Corte 1:1/2	4.95	4.95	37.58	29.95	21.58	714.83		13519.47		
								15.55						16.94
8920.00	2663	2635.50	Corte 1:1/2	Corte 1:1/2	2.72	2.72	37.65	27.50	17.58	637.12		12954.76		
								15.56						14.94
8940.00	2658.5	2633.43	Corte 1:1/2	Corte 1:1/2	0.48	0.48	31.01	25.07	18.53	658.35		12931.05		
8944.30								21.66						15.42
8960.00	2655	2631.28	Corte 1:1/2	Corte 1:1/2	2.13	2.13	31.36	23.72	18.63	634.75		12354.01		
								21.83						15.47
8980.00	2651.2	2629.08	Corte 1:1/2	Corte 1:1/2	4.84	4.84	32.91	22.12	16.57	600.65		11288.90		
								22.61						14.44

CARTERA DE CHAFLANES															
Abscisa	Cota Terreno	Cota Proyecto	P %	Talud		Peralte		SECCIONES TRANSVERSALES			AREA		VOLUMEN		
						PD	PI	Chaflán Iz	Eje	Chaflán Der	Corte	Relleno	Corte	Relleno	
9000.00	2648.3	2626.88	11.00	Corte 1:1/2	Corte 1:1/2	7.55	7.55	25.00	21.42	18.86	528.24		10400.42		
9020.00	2645.5	2624.68		Corte 1:1/2	Corte 1:1/2	8.00	8.00	18.65		15.58					
9040.00	2639.8	2622.48		Corte 1:1/2	Corte 1:1/2	5.94	5.94	24.34	20.82	18.70	511.80		8935.35		
9060.00	2634.9	2620.28		Corte 1:1/2	Corte 1:1/2	2.98	2.98	18.32		15.50					
9080.00	2631	2618.04		Corte 1:1/2	Corte 1:1/2	0.02	0.02	19.03	17.32	14.39	381.73		6857.04		
9080.14				Corte 1:1/2	Corte 1:1/2	0.02	0.02	15.67		13.35					
9100.00	2627	2615.69		Corte 1:1/2	Corte 1:1/2	4.31	4.31	17.02	14.62	11.40	303.97		5586.00		
9120.00	2622	2613.29		Corte 1:1/2	Corte 1:1/2	7.90	7.90	14.66		11.85					
9140.00	2618.5	2610.89		Corte 1:1/2	Corte 1:1/2	7.73	7.73	12.30	12.96	11.97	254.63		4610.36		
9160.00	2616.5	2608.43		Corte 1:1/2	Corte 1:1/2	6.76	6.76	12.30		12.14					
9180.00	2611.5	2606.84	12.00	Corte 1:1/2	Corte 1:1/2	5.78	5.78	11.32	11.31	8.98	206.41		3712.54		
9200.00	2606	2603.68		Corte 1:1/2	Corte 1:1/2	4.81	4.81	11.81		10.64					
9220.00	2602	2601.28		Relleno 1 <sup>1/2</sup> :1	Corte 1:1/2	3.84	3.84	10.95	8.71	7.89	164.85		3032.12		
9240.00	2598.8	2598.88		Corte 1:1/2	Corte 1:1/2	2.86	2.86	11.63		10.10					
9260.00	2599.4	2596.48		Corte 1:1/2	Corte 1:1/2	1.89	1.89	7.09	7.61	9.09	138.36		2686.05		
9280.00	2595.3	2594.11		Corte 1:1/2	Corte 1:1/2	0.92	0.92	9.70		10.70					
9288.85				Corte 1:1/2	Corte 1:1/2	6.76	6.76	2.92	8.07	10.58	130.24		2313.12		
9300.00	2594.6	2591.79		Corte 1:1/2	Corte 1:1/2	5.78	5.78	7.61		11.44					
9320.00	2593	2589.52		11.00	Corte 1:1/2	Corte 1:1/2	0.49	0.49	2.62	4.66	11.70	101.07		1442.49	46.14
9340.00	2591.7	2587.29			Corte 1:1/2	Corte 1:1/2	0.95	0.95	7.46		12.00				
			Corte 1:1/2		Corte 1:1/2	4.81	4.81	0.01	2.32	7.51	46.64	6.92	725.30	269.79	
			Corte 1:1/2		Corte 1:1/2	4.81	4.81	4.68		9.91					
				Corte 1:1/2	Corte 1:1/2	2.86	2.86	-8.04	0.72	6.79	26.80	21.38	543.43	243.74	
				Corte 1:1/2	Corte 1:1/2	1.89	1.89	18.21		9.55					
				Corte 1:1/2	Corte 1:1/2	1.89	1.89	0.01	0.92	5.61	27.55	4.92	762.17	38.38	
				Corte 1:1/2	Corte 1:1/2	0.92	0.92	5.55		8.96					
				Corte 1:1/2	Corte 1:1/2	0.92	0.92	0.77	2.92	6.55	49.76	0.11	891.67	32.82	
				Corte 1:1/2	Corte 1:1/2	0.92	0.92	6.54		9.43					
				Corte 1:1/2	Corte 1:1/2	0.92	0.92	0.01	1.19	8.33	4.15	4.15	27.64	27.64	
				Corte 1:1/2	Corte 1:1/2	0.92	0.92	3.94		10.32					
				Corte 1:1/2	Corte 1:1/2	0.03	0.03	0.99	2.81	6.37	51.04		1116.41		
				Corte 1:1/2	Corte 1:1/2	0.49	0.49	6.65		9.34					
				Corte 1:1/2	Corte 1:1/2	0.49	0.49	1.59	3.48	6.60	60.60		1417.13		
				Corte 1:1/2	Corte 1:1/2	0.49	0.49	6.95		9.45					
				Corte 1:1/2	Corte 1:1/2	0.95	0.95	2.95	4.41	8.05	81.11		2156.09		
				Corte 1:1/2	Corte 1:1/2	0.95	0.95	7.63		10.18					

CARTERA DE CHAFLANES																
Abscisa	Cota Terreno	Cota Proyecto	P%	Talud		Peralte		SECCIONES TRANSVERSALES			AREA		VOLUMEN			
						PD	PI	Chañán Iz	Eje	Chañán Der	Corte	Relleno	Corte	Relleno		
9360.00	2591.5	2585.09	11.00	Corte 1:1/2	Corte 1:1/2	1.41	1.41	2.86		6.41	14.03	134.49		2961.16		
									7.58			13.17				
9380.00	2589.5	2582.89			Corte 1:1/2	Corte 1:1/2	1.86	1.86	3.56		6.61	13.84	161.62		2630.11	
									7.93			13.07				
9400.00	2585.6	2580.69			Corte 1:1/2	Corte 1:1/2	2.32	2.32	2.66		4.91	11.49	101.39		1598.25	
									7.48			11.90				
9420.00	2581.5	2578.49			Corte 1:1/2	Corte 1:1/2	2.78	2.78	1.23		3.01	6.61	58.43		676.06	4.08
									6.77			9.46				
9440.00	2577.2	2576.29			Corte 1:1/2	Corte 1:1/2	3.24	3.24	0.01		0.91	2.10	14.18	0.61	261.93	97.31
									5.50			7.20				
9460.00	2573.7	2574.09			Relleno 1 <sup>1/2</sup> :1	Corte 1:1/2	3.70	3.70	-2.17		-0.39	3.70	12.04	11.35	99.15	328.05
									9.41			8.00				
9480.00	2571	2571.89			Relleno 1 <sup>1/2</sup> :1	Relleno 1 <sup>1/2</sup> :1	4.16	4.16	-4.45		-0.89	0.01	0.47	22.04	3.10	969.59
									12.83			4.06				
9500.00	2566.3	2569.69			Relleno 1 <sup>1/2</sup> :1	Relleno 1 <sup>1/2</sup> :1	4.62	4.62	-8.56		-3.39	-1.35	81.11		1747.46	
									18.99			8.18				
9520.00	2562.5	2567.49			Relleno 1 <sup>1/2</sup> :1	Relleno 1 <sup>1/2</sup> :1	5.08	5.08	-5.00		-4.99	-2.73	93.63		1936.98	
									13.65			10.25				
9540.00	2560	2565.29			Relleno 1 <sup>1/2</sup> :1	Relleno 1 <sup>1/2</sup> :1	5.54	5.54	-2.25		-5.29	-6.61	100.07		1942.84	
									9.53			16.07				
9560.00	2558	2563.09		Relleno 1 <sup>1/2</sup> :1	Relleno 1 <sup>1/2</sup> :1	6.00	6.00	-2.08		-5.09	-8.12	94.22		2103.81		
								9.27			18.33					
9580.00	2555.2	2560.89		Relleno 1 <sup>1/2</sup> :1	Relleno 1 <sup>1/2</sup> :1	6.46	6.46	-2.54		-5.69	-3.79	116.16		2023.13		
								9.96			11.84					
9600.00	2553.2	2558.69		Relleno 1 <sup>1/2</sup> :1	Relleno 1 <sup>1/2</sup> :1	6.92	6.92	-6.35		-5.49	-2.88	86.15		1523.83		
								15.68			10.47					
9620.00	2552.5	2556.49		Relleno 1 <sup>1/2</sup> :1	Relleno 1 <sup>1/2</sup> :1	7.00	7.00	-8.01		-3.99	-1.28	66.23		1231.92		
								18.17			8.07					
9640.00	2551.2	2554.29		Relleno 1 <sup>1/2</sup> :1	Relleno 1 <sup>1/2</sup> :1	6.79	6.79	-6.40		-3.09	-1.66	56.96		1498.44		
								15.75			8.64					
9660.00	2549	2552.09		Relleno 1 <sup>1/2</sup> :1	Relleno 1 <sup>1/2</sup> :1	5.95	5.95	-4.92		-3.09	-1.34	92.89		2460.78		
								13.53			8.16					
9680.00	2545.7	2549.89		Relleno 1 <sup>1/2</sup> :1	Relleno 1 <sup>1/2</sup> :1	5.11	5.11	-7.38		-4.19	-2.55	153.19		4157.02		
								17.22			9.98					
9700.00	2541.2	2547.69		Relleno 1 <sup>1/2</sup> :1	Relleno 1 <sup>1/2</sup> :1	4.27	4.27	-9.16		-6.49	-4.39	262.51		5245.32		
								19.89			12.74					

CARTERA DE CHAFLANES														
Abscisa	Cota Terreno	Cota Proyecto	P %	Talud		Peralte		SECCIONES TRANSVERSALES			AREA		VOLUMEN	
						PD	PI	Chaflán Iz	Eje	Chaflán Der	Corte	Relleno	Corte	Relleno
9720.00	2534	2545.49	11.00	Relleno 1 1/2:1	Relleno 1 1/2:1	3.43	3.43	-6.92	-11.49	-6.01	262.02	269.22	5312.44	
9740.00	2532.5	2543.28		Relleno 1 1/2:1	Relleno 1 1/2:1	2.59	2.59	16.53		15.17				
9760.00	2530.6	2541.04		Relleno 1 1/2:1	Relleno 1 1/2:1	1.75	2.00	-14.12	-10.78	-8.39				
9780.00	2529.5	2538.78		Relleno 1 1/2:1	Relleno 1 1/2:1	0.91	2.00	20.27		14.54				
9800.00	2527.8	2536.50		Relleno 1 1/2:1	Relleno 1 1/2:1	0.07	3.00	-11.41	-10.44	-8.81				
9801.71	2527.4	2534.19		Relleno 1 1/2:1	Relleno 1 1/2:1	-0.77	-2.00	17.56		14.96				
9820.00	2527.4	2534.19		Relleno 1 1/2:1	Relleno 1 1/2:1	-0.77	-2.00	-11.15	-9.28	-6.73				
9840.00	2526	2531.85		Relleno 1 1/2:1	Relleno 1 1/2:1	-1.61	-2.00	22.88		16.25				
9860.00	2524.3	2529.49		Relleno 1 1/2:1	Relleno 1 1/2:1	-2.00	-2.00	-7.73	-8.70	-6.16				
9880.00	2521.6	2527.10		Relleno 1 1/2:1	Relleno 1 1/2:1	-2.00	-2.00	17.75		15.39				
9900.00	2519	2524.70	12.00	Relleno 1 1/2:1	Relleno 1 1/2:1	-2.00	-2.00	-8.90	-6.79	-4.93	162.85	126.61	2894.59	
9920.00	2515.8	2522.30		Relleno 1 1/2:1	Relleno 1 1/2:1	-2.00	-2.00	19.50		13.56				
9940.00	2513.6	2519.90		Relleno 1 1/2:1	Relleno 1 1/2:1	-2.00	-2.00	-6.28	-5.85	-5.10				
9960.00	2513.5	2517.55		Relleno 1 1/2:1	Relleno 1 1/2:1	-2.00	-2.00	15.57		13.80				
9980.00	2510.6	2515.10		Relleno 1 1/2:1	Relleno 1 1/2:1	-2.00	-2.00	-5.19	-5.19	-5.59				
10000.00	2509	2512.70		Relleno 1 1/2:1	Relleno 1 1/2:1	-2.00	-2.00	13.94		14.54				
10020.00	2507.5	2510.30		Relleno 1 1/2:1	Relleno 1 1/2:1	-2.00	-2.00	-8.53	-5.50	-4.78				
10040.00	2505.7	2507.90		Relleno 1 1/2:1	Relleno 1 1/2:1	-2.00	-2.00	18.95		13.32				
10060.00	2504.2	2505.50		Relleno 1 1/2:1	Relleno 1 1/2:1	-2.00	-2.00	-8.18	-5.70	-4.97				
				Relleno 1 1/2:1	Relleno 1 1/2:1	-2.00	-2.00	18.42		13.61				
			Relleno 1 1/2:1	Relleno 1 1/2:1	-2.00	-2.00	-7.98	-6.50	-5.01					
			Relleno 1 1/2:1	Relleno 1 1/2:1	-2.00	-2.00	18.12		13.67					
			Relleno 1 1/2:1	Relleno 1 1/2:1	-2.00	-2.00	-6.75	-6.30	-5.16					
			Relleno 1 1/2:1	Relleno 1 1/2:1	-2.00	-2.00	16.28		13.89					
			Relleno 1 1/2:1	Relleno 1 1/2:1	-2.00	-2.00	-5.16	-4.05	-5.20					
			Relleno 1 1/2:1	Relleno 1 1/2:1	-2.00	-2.00	13.89		13.95					
			Relleno 1 1/2:1	Relleno 1 1/2:1	-2.00	-2.00	-3.29	-4.50	-4.87					
			Relleno 1 1/2:1	Relleno 1 1/2:1	-2.00	-2.00	11.09		13.46					
			Relleno 1 1/2:1	Relleno 1 1/2:1	-2.00	-2.00	-3.40	-3.70	-4.04					
			Relleno 1 1/2:1	Relleno 1 1/2:1	-2.00	-2.00	11.25		12.21					
			Relleno 1 1/2:1	Relleno 1 1/2:1	-2.00	-2.00	-2.53	-2.80	-2.53					
			Relleno 1 1/2:1	Relleno 1 1/2:1	-2.00	-2.00	9.95		9.95					
			Relleno 1 1/2:1	Relleno 1 1/2:1	-2.00	-2.00	-1.51	-2.20	-2.20					
			Relleno 1 1/2:1	Relleno 1 1/2:1	-2.00	-2.00	8.42		9.45					
			Relleno 1 1/2:1	Relleno 1 1/2:1	-2.00	-2.00	-0.71	-1.30	-1.09					
			Relleno 1 1/2:1	Relleno 1 1/2:1	-2.00	-2.00	7.22		7.79					

CARTERA DE CHAFLANES															
Abscisa	Cota Terreno	Cota Proyecto	P %	Talud		Peralte		SECCIONES TRANSVERSALES			AREA		VOLUMEN		
						PD	PI	Chañán Iz	Eje	Chañán Der	Corte	Releno	Corte	Releno	
10080.00	2503.2	2503.10	12.00	Corte 1:1/2	Corte 1:1/2	-2.00	-2.00	0.11	0.10	0.28	3.16		281.44		
10100.00	2502.2	2500.70			Corte 1:1/2	Corte 1:1/2	-2.00	-2.00	6.21		6.29				
									1.70	1.50	1.70			493.94	
10120.00	2499.6	2498.30			Corte 1:1/2	Corte 1:1/2	-2.00	-2.00	7.00		7.00				
								1.13	1.30	2.75			0.00		
								6.72		7.53					
10126.63	2497.5	2475.50		Corte 1:1/2	Corte 1:1/2	-2.00	-2.00	22.00	22.00	23.47	0.00	0.00	0.00	0.00	
								17.15		17.89					

## Anexo I. Cartera de masas via occidental.

ABSCISA	VOLUMENES		Contrac. Expans.	Relleno Corregido	Volumen Acumulado
	CORTE (+)	RELLENO (-)			
7180	3266.918		0.75		1201276.19
7200	4257.36		0.75		1205533.55
7220	5148.899		0.75		1210682.45
7240	5769.236		0.75		1216451.68
7260	6161.675		0.75		1222613.36
7280	6919.388		0.75		1229532.75
7300	7422.472		0.75		1236955.22
7320	7549.855		0.75		1244505.07
7340	7392.482		0.75		1251897.55
7360	7065.466		0.75		1258963.02
7380	6982.324		0.75		1265945.34
7400	6152.925		0.75		1272098.27
7420	5126.929		0.75		1277225.20
7440	4835.766		0.75		1282060.96
7460	4662.92		0.75		1286723.88
7480	5220.876		0.75		1291944.76
7500	6356.67		0.75		1298301.43
7520	6136.465		0.75		1304437.90
7540	3534.463		0.75		1307972.36
7560	555.61	729.56	0.75	972.74	1307555.23
7580		4479.816	0.75	5973.09	1301582.14
7600		7314.608	0.75	9752.81	1291829.33
7620		7479.106	0.75	9972.14	1281857.19
7640		4804.488	0.75	6405.98	1275451.20
7660		1717.89	0.75	2290.52	1273160.68
7680		903.913	0.75	1205.22	1271955.47
7700		918.885	0.75	1225.18	1270730.29
7720		770.71	0.75	1027.62	1269703.36
7740	0.69	658.18	0.75	877.57	1268826.47
7760	0.69	1417.294	0.75	1889.73	1266936.75
7780		4277.224	0.75	5702.97	1261233.78
7800		6475.238	0.75	8633.65	1252600.13
7820		6544.12	0.75	8725.49	1243874.64
7840		6419.24	0.75	8558.99	1235315.65
7860		6180.621	0.75	8240.83	1227074.82
7880		6143.173	0.75	8190.90	1218883.93
7900		5364.683	0.75	7152.91	1211731.02
7920		6066.587	0.75	8088.78	1203642.23
7940		7161.673	0.75	9548.90	1194093.34
7960		6273.708	0.75	8364.94	1185728.39
7980		5327.069	0.75	7102.76	1178625.63
8000		4620.339	0.75	6160.45	1172465.18
8020		4272.491	0.75	5696.65	1166768.53
8040		3994.008	0.75	5325.34	1161443.18
8060		3695.685	0.75	4927.58	1156515.60

ABSCISA	VOLUMENES		Contrac. Expans.	Relleno Corregido	Volumen Acumulado
	CORTE (+)	RELLENO (-)			
8080		3061.94	0.75	4082.59	1152433.02
8100		2253.121	0.75	3004.16	1149428.85
8120		1503.228	0.75	2004.30	1147424.55
8140	18.17	654.34	0.75	872.46	1146570.26
8160	93.13	210.29	0.75	280.38	1146383.01
8180	94.25	223.88	0.75	298.51	1146178.75
8200	18.79	1119.58	0.75	1492.78	1144704.76
8220		1692.031	0.75	2256.04	1142448.72
8240		648.847	0.75	865.13	1141583.59
8260	482.03	24.73	0.75	32.97	1142032.66
8280	1808.128		0.75		1143840.78
8300	2331.414		0.75		1146172.20
8320	3012.087		0.75		1149184.29
8340	4113.32		0.75		1153297.61
8360	5367.31		0.75		1158664.92
8380	6738.247		0.75		1165403.16
8400	8446.918		0.75		1173850.08
8420	9922.401		0.75		1183772.48
8440	9193.668		0.75		1192966.15
8460	7576.595		0.75		1200542.74
8480	6998.68		0.75		1207541.42
8500	4285.663		0.75		1211827.09
8520	1302.929		0.75		1213130.02
8540	884.899		0.75		1214014.92
8560	1011.631		0.75		1215026.55
8580	1839.734		0.75		1216866.28
8600	3350.845		0.75		1220217.13
8620	5573.971		0.75		1225791.10
8640	8611.628		0.75		1234402.72
8660	11921.246		0.75		1246323.97
8680	14942.233		0.75		1261266.20
8700	16278.938		0.75		1277545.14
8720	16102.512		0.75		1293647.65
8740	14069.166		0.75		1307716.82
8760	10637.752		0.75		1318354.57
8780	9028.094		0.75		1327382.67
8800	9198.13		0.75		1336580.80
8820	9780		0.75		1346360.80
8840	12069.546		0.75		1358430.34
8860	14301.033		0.75		1372731.37
8880	14462.031		0.75		1387193.41
8900	13519.473		0.75		1400712.88
8920	12954.759		0.75		1413667.64
8940	12931.048		0.75		1426598.69
8960	12354.009		0.75		1438952.69

ABSCISA	VOLUMENES		Contrac. Expans.	Relleno Corregido	Volumen Acumulado
	CORTE (+)	RELLENO (-)			
8980	11288.901		0.75		1450241.60
9000	10400.415		0.75		1460642.01
9020	8935.349		0.75		1469577.36
9040	6857.035		0.75		1476434.39
9060	5586		0.75		1482020.39
9080	4610.355		0.75		1486630.75
9100	3712.538		0.75		1490343.29
9120	3032.115		0.75		1493375.40
9140	2686.045		0.75		1496061.45
9160	2313.115		0.75		1498374.56
9180	1442.49	46.14	0.75	61.52	1499755.54
9200	725.30	269.79	0.75	359.72	1500121.13
9220	543.43	243.74	0.75	324.98	1500339.58
9240	762.17	38.38	0.75	51.17	1501050.57
9260	891.67	32.82	0.75	43.76	1501898.48
9280	904.05	27.64	0.75	36.86	1502765.67
9300	1116.407		0.75		1503882.07
9320	1417.13		0.75		1505299.20
9340	2156.091		0.75		1507455.30
9360	2961.16		0.75		1510416.46
9380	2630.113		0.75		1513046.57
9400	1598.248		0.75		1514644.82
9420	676.06	4.08	0.75	5.44	1515315.44
9440	261.93	97.31	0.75	129.74	1515447.64
9460	99.15	328.05	0.75	437.40	1515109.38
9480	3.10	969.59	0.75	1292.79	1513819.70
9500		1747.46	0.75	2329.95	1511489.75
9520		1936.977	0.75	2582.64	1508907.12
9540		1942.839	0.75	2590.45	1506316.67
9560		2103.814	0.75	2805.09	1503511.58
9580		2023.133	0.75	2697.51	1500814.07
9600		1523.833	0.75	2031.78	1498782.29
9620		1231.924	0.75	1642.57	1497139.73
9640		1498.444	0.75	1997.93	1495141.80
9660		2460.781	0.75	3281.04	1491860.76
9680		4157.023	0.75	5542.70	1486318.06
9700		5245.323	0.75	6993.76	1479324.30
9720		5312.436	0.75	7083.25	1472241.05
9740		5227.715	0.75	6970.29	1465270.76
9760		5109.22	0.75	6812.29	1458458.47
9780		4547.467	0.75	6063.29	1452395.18
9800		3602.216	0.75	4802.95	1447592.23
9820		2894.588	0.75	3859.45	1443732.78
9840		2390.829	0.75	3187.77	1440545.00
9860		2439.189	0.75	3252.25	1437292.75

ABSCISA	VOLUMENES		Contrac. Expans.	Relleno Corregido	Volumen Acumulado
	CORTE (+)	RELLENO (-)			
9880		2647.791	0.75	3530.39	1433762.36
9900		2827.858	0.75	3770.48	1429991.89
9920		2886.034	0.75	3848.05	1426143.84
9940		2280.461	0.75	3040.61	1423103.23
9960		1726.935	0.75	2302.58	1420800.65
9980		1539.202	0.75	2052.27	1418748.38
10000		1160.006	0.75	1546.67	1417201.70
10020		790.757	0.75	1054.34	1416147.36
10040		498.576	0.75	664.77	1415482.59
10060	21.06	111.05	0.75	148.07	1415355.59
10080	281.438		0.75		1415637.02
10100	493.944		0.75		1416130.97
10120			0.75		1416130.97

## Anexo J. Carteras localización vía Ancianato-San Ezequiel.

### CARTERA DE TRANSITO

PI #3

Tipo de Empalme: ECE Asimétrica

ABSCISA	COORDENADAS RECTANGULARES			POLARES			ELEMENTOS GEOMETRICOS DE LA CURVA			AZIMUT			COORDENADAS	
	X	Y	p	o	'	"				o	'	"	NORTE	ESTE
ET 337.50	0.00	0.00	0.00	0	0	0.00	Δ	107.20						
335	2.50	0.00	2.50	0	4	50.94	R	15.00		245	50	37.42	2273.28	2074.54
330	7.50	0.10	7.50	0	43	35.21	Δc	10.00		245	55	28.37	2274.30	2072.26
325	12.49	0.44	12.50	2	1	2.06	Lc	2.62		246	34	12.63	2276.27	2067.66
320	17.43	1.20	17.47	3	57	8.29	Cuerda	5.00		247	51	39.48	2277.99	2062.97
315	22.24	2.55	22.39	6	31	43.99	G	19.10		249	47	45.71	2279.32	2058.15
310	26.79	4.60	27.18	9	44	26.28	β° corregido	2.00		252	22	21.41	2280.06	2053.21
305	30.88	7.46	31.77	13	34	30.43	espiral TE EC Espiral CE ET			255	35	3.71	2280.05	2048.22
300	34.25	11.14	36.02	18	0	37.53	Le	1.57	49.32	259	25	7.85	2279.12	2043.31
295	36.59	15.54	39.75	23	0	37.06	A	4.85	27.20	263	51	14.95	2277.14	2038.73
290	37.58	20.42	42.77	28	31	1.81	TΣ Rad	0.05	1.64	268	51	14.49	2274.08	2034.80
CE 288.18	37.56	22.24	43.65	30	38	3.03	TΣ GRADOS	3.00	94.20	274	21	39.23	2270.03	2031.90
CE 288.18	2.60	0.23	2.61	4	59	60.00	X	1.57	37.56	276	28	40.45	2268.36	2031.18
EC 285.56	0.00	0.00	0.00	0	0	0.00	Y	0.03	22.24	345	2	48.89	2268.36	2031.18
EC 285.56	1.57	0.03	1.57	0	59	59.92	ΔR	0.01	6.14	350	2	48.89	2265.83	2030.50
TE 285.00	1.01	0.01	1.01	0	24	51.67	Xo	0.79	22.60	352	2	48.97	2265.83	2030.50
TE 283.99	0.00	0.00	0.00	0	0	0.00	TL	1.05	39.19	352	37	57.21	2265.28	2030.41
							TC	0.52	22.30	353	2	48.89	2264.28	2030.28
							CLe	1.57	43.65					
							σe°	1.00	31.40					
							F	0.03	-303.44					
							Te	27.56	44.85					
							Coordenadas Planas PI							
							N	2291.64						
							E	2033.62						

### CARTERA DE TRANSITO

PI #4

Tipo de Empalme: ECE Asimétrica

ABSCISA	COORDENADAS RECTANGULARES			POLARES			ELEMENTOS GEOMETRICOS DE LA CURVA			AZIMUT			COORDENADAS	
	X	Y	p	o	'	"				o	'	"	NORTE	ESTE
ET 451.76	0.00	0.00	0.00	0	0	0.00	Δ	115.60						
450	1.76	0.00	1.76	0	2	2.12	R	22.20		361	26	49.61	2295.57	2154.32
445	6.76	0.06	6.76	0	30	3.79	Δc	15.00		361	24	47.49	2293.81	2154.36
440	11.75	0.31	11.76	1	30	59.66	Lc	5.81		360	56	45.82	2288.81	2154.43
435	16.72	0.90	16.74	3	4	48.14	Cuerda	5.00		359	55	49.94	2283.81	2154.31
430	21.60	1.96	21.69	5	11	23.95	G	12.90		358	22	1.47	2278.84	2153.84
425	26.31	3.62	26.56	7	50	34.60	β° corregido	34.50		356	15	25.65	2273.93	2152.90
420	30.71	5.99	31.29	11	1	55.21	espiral TE EC Espiral CE ET			353	36	15.01	2269.18	2151.36
415	34.61	9.11	35.78	14	44	41.74	Le	38.75	39.21	350	24	54.40	2264.72	2149.11
CE 412.54	36.26	10.92	37.87	16	45	15.38	A	29.33	29.51	346	42	7.87	2260.74	2146.09
CE 412.54	5.75	0.76	5.80	7	29	60.00	TΣ Rad	0.87	0.88	344	41	34.23	2259.04	2144.32
410.00	3.26	0.24	3.26	4	12	58.47	TΣ GRADOS	50.00	50.60	303	20	37.42	2259.04	2144.32
EC 406.73	0.00	0.00	0.00	0	0	0.00	X	35.90	36.26	300	3	35.90	2257.49	2142.31
EC 406.73	35.90	10.67	37.45	16	33	25.94	Y	10.67	10.92	295	50	37.42	2255.86	2139.48
405	34.73	9.39	35.98	15	7	35.09	ΔR	2.74	2.81	262	24	3.36	2255.86	2139.48
400	30.90	6.20	31.51	11	20	36.80	Xo	18.89	19.11	260	58	12.52	2255.16	2137.89
395	26.53	3.77	26.80	8	5	19.92	Yo	24.94	25.01	257	11	13.23	2253.82	2133.09
390	21.84	2.06	21.94	5	22	34.40	TL	26.94	27.30	253	55	57.34	2253.39	2128.11
385	16.97	0.95	16.99	3	12	45.86	TC	13.93	14.13	251	13	11.83	2253.75	2123.13
380	12.01	0.34	12.01	1	36	7.80	CLe	37.45	37.87	249	3	23.29	2254.73	2118.23
375	7.01	0.07	7.01	0	32	45.93	σe°	16.67	16.87	247	26	45.22	2256.20	2113.45
370	2.01	0.00	2.01	0	2	42.04	F	16.60	17.20	246	23	23.35	2258.00	2108.78
TE 367.99	0.00	0.00	0.00	0	0	0.00	Te	58.57	58.75	245	53	19.47	2259.99	2104.20
							Coordenadas Planas PI			245	50	37.42	2260.81	2102.36
							N	2236.84						
							E	2155.80						

**CARTERA DE TRANSITO**

PI #5

Tipo de Empalme: ECE Asimétrica

ABSCISA	COORDENADAS RECTANGULARES			POLARES			ELEMENTOS GEOMETRICOS DE LA CURVA			AZIMUT			COORDENADAS	
	X	Y	p	Deflexiones			o	"	"	o	"	"	NORTE	ESTE
				o	'	"								
ET	510.13	0.00	0.00	0	0	0.00	Δ	19.64						
	510.00	0.13	0.00	0	0	1.47	R	61.00		341	48	19.37	2353.43	2158.22
	505	5.13	0.06	5.13	0	38	Δc	1.00		341	48	20.84	2353.31	2158.18
CE	503.65	6.47	0.11	6.48	1	0	Lc	1.06		342	26	29.23	2348.54	2156.67
CE	503.65	1.06	0.01	1.06	0	30	Cuerda	5.00		342	49	9.36	2347.24	2156.31
EC	502.59	0.00	0.00	0.00	0	0	G	4.70		345	20	49.61	2347.24	2156.31
EC	502.59	32.97	3.00	33.11	5	11	β° corregido	10.44		345	50	49.61	2346.21	2156.04
	500.00	30.46	2.35	30.56	4	25	espiral TE EC Espiral CE ET			356	15	1.38	2346.21	2156.04
	495.00	25.56	1.38	25.60	3	5	Le	33.22	6.48	357	1	40.78	2343.69	2155.46
	490.00	20.61	0.72	20.62	2	0	A	45.01	19.88	358	21	8.35	2338.76	2154.61
	485.00	15.62	0.31	15.63	1	9	Ts Rad	0.27	0.05	359	26	30.56	2333.79	2154.08
	480.00	10.63	0.10	10.63	0	31	Ts GRADOS	15.60	3.04	360	17	45.73	2328.80	2153.79
	475.00	5.63	0.01	5.63	0	8	X	32.97	6.47	360	54	53.02	2323.80	2153.71
	470.00	0.63	0.00	0.63	0	0	Y	3.00	0.11	361	17	52.11	2318.80	2153.75
TE	469.37	0.00	0.00	0.00	0	0	ΔR	0.75	0.03	361	26	42.90	2313.80	2153.86
							Xo	16.57	3.24	361	26	49.61	2313.18	2153.88
							Yo	61.75	61.03					
							TL	22.23	4.32					
							TC	11.15	2.16					
							CLe	33.11	6.48					
							σe°	5.20	1.01					
							F	3.11	0.11					
							Te	25.11	15.95					
							Coordenadas Planas PI							
							N	2338.27						
							E	2153.24						

**CARTERA DE TRANSITO**

PI #6

Tipo de Empalme: ECE Asimétrica

ABSCISA	COORDENADAS RECTANGULARES			POLARES			ELEMENTOS GEOMETRICOS DE LA CURVA			AZIMUT			COORDENADAS	
	X	Y	p	Deflexiones			o	"	"	o	"	"	NORTE	ESTE
				o	'	"								
ET	529.61	0.00	0.00	0.00	0	0	Δ	34.68						
	525	4.61	0.08	4.61	1	0	R	17.34		16	28	50.38	2372.45	2157.94
	520	9.56	0.73	9.59	4	22	Δc	5.00		15	28	23.51	2368.01	2159.17
CE	518.00	11.48	1.28	11.55	6	23	Lc	1.51		12	6	12.23	2363.08	2159.95
CE	518.00	1.51	0.07	1.51	2	29	Cuerda	5.00		10	5	41.92	2361.08	2159.97
EC	516.49	0.00	0.00	0.00	0	0	G	16.52		354	48	19.37	2361.08	2159.97
EC	516.49	6.34	0.39	6.35	3	29	β° corregido	7.01		352	18	19.37	2359.57	2159.83
	515	4.86	0.17	4.87	2	3	espiral TE EC Espiral CE ET			345	18	15.79	2359.57	2159.83
TE	510.13	0.00	0.00	0.00	0	0	Le	6.36	11.61	343	51	34.25	2358.11	2159.57
							A	10.50	14.19	341	48	19.37	2353.43	2158.22
							Ts Rad	0.18	0.33					
							Ts GRADOS	10.50	19.18					
							X	6.34	11.48					
							Y	0.39	1.28					
							ΔR	0.10	0.32					
							Xo	3.17	5.78					
							Yo	17.44	17.67					
							TL	4.25	7.79					
							TC	2.13	3.91					
							CLe	6.35	11.55					
							σe°	3.50	6.39					
							F	0.39	1.36					
							Te	9.02	10.90					
							Coordenadas Planas PI							
							N	2362.00						
							E	2161.04						

**CARTERA DE TRANSITO**

PI #7

Tipo de Empalme: ECE Asimétrica

ABSCISA	COORDENADAS RECTANGULARES			POLARES			ELEMENTOS GEOMETRICOS DE LA CURVA			AZIMUT			COORDENADAS	
	X	Y	p	Deflexiones			o	"	"	o	"	"	NORTE	ESTE
				o	'	"								
ET	565.09	0.00	0.00	0	0	0.00	Δ	21.88		354	36	1.17	2407.59	2156.11
	565	0.09	0.00	0	0	0.19	R	48.68		354	36	1.36	2407.50	2156.10
	560	5.09	0.02	5.09	0	10	Δc	2.00		354	46	38.36	2402.52	2155.64
	555	10.09	0.12	10.09	0	41	Lc	1.70		355	17	46.52	2397.54	2155.28
	550	15.08	0.41	15.08	1	33	Cuerda	5.00		356	9	25.61	2392.54	2155.10
	545	20.05	0.97	20.07	2	45	G	5.89		357	21	34.74	2387.54	2155.18
	540	24.96	1.88	25.03	4	18	β° corregido	2.00		358	54	11.58	2382.56	2155.63
CE	536.41	28.43	2.80	28.57	5	37	espiral TE EC Espiral CE ET			360	13	22.66	2379.02	2156.22
CE	536.41	1.70	0.03	1.70	0	59	Le	5.10	28.68	12	28	50.38	2379.02	2156.22
	535.00	0.29	0.00	0.29	0	10				13	18	27.88	2377.65	2156.52
EC	534.71	0.00	0.00	0.00	0	0	A	15.75	37.36	13	28	50.38	2377.36	2156.58
EC	534.71	5.10	0.09	5.10	0	59	Ts Rad	0.05	0.29	15	28	50.46	2377.36	2156.58
	530.00	0.39	0.00	0.39	0	0	Ts GRADOS	3.00	16.88	16	28	29.18	2372.82	2157.83
TE	529.61	0.00	0.00	0.00	0	0	X	5.10	28.43	16	28	50.38	2372.45	2157.94
							Y	0.09	2.80					
							ΔR	0.02	0.70					
							Xo	2.55	14.30					
							Yo	48.70	49.38					
							TL	3.40	19.21					
							TC	1.70	9.64					
							CLe	5.10	28.57					
							σe°	1.00	5.63					
							F	0.09	2.93					
							Te	13.79	22.02					
							Coordenadas Planas PI							
							N	2385.67						
							E	2154.03						

**CARTERA DE TRANSITO**

PI #8

Tipo de Empalme: ECE Asimétrica

ABSCISA	COORDENADAS RECTANGULARES			POLARES			ELEMENTOS GEOMETRICOS DE LA CURVA			AZIMUT			COORDENADAS	
	X	Y	p	Deflexiones			o	"	"	o	"	"	NORTE	ESTE
				o	'	"								
ET	628.74	0.00	0.00	0	0	0.00	Δ	10.79		5	23	29.43	2471.00	2160.22
	625	3.74	0.02	3.74	0	15	R	55.54		5	8	16.90	2467.28	2160.55
	620	8.73	0.21	8.74	1	23	Δc	1.00		4	0	24.69	2462.29	2160.83
CE	619.26	9.48	0.27	9.48	1	37	Lc	0.97		3	45	40.37	2461.54	2160.84
CE	619.26	0.97	0.01	0.97	0	29	Cuerda	5.00		360	0	1.17	2461.54	2160.84
EC	618.29	0.00	0.00	0.00	0	0	G	5.16		359	30	1.17	2460.57	2160.84
EC	618.29	9.49	0.27	9.50	1	37	β° corregido	3.27		356	14	0.81	2460.57	2160.84
	615.00	6.21	0.08	6.21	0	41	espiral TE EC Espiral CE ET			355	17	56.00	2457.29	2160.73
	610.00	1.21	0.00	1.21	0	1	Le	9.50	9.48	354	37	36.99	2452.30	2160.33
TE	608.79	0.00	0.00	0.00	0	0	A	22.97	22.95	354	36	1.17	2451.10	2160.22
							Ts Rad	0.09	0.09					
							Ts GRADOS	4.90	4.89					
							X	9.49	9.48					
							Y	0.27	0.27					
							ΔR	0.07	0.07					
							Xo	4.75	4.74					
							Yo	55.61	55.61					
							TL	6.34	6.32					
							TC	3.17	3.16					
							CLe	9.50	9.48					
							σe°	1.63	1.63					
							F	0.27	0.27					
							Te	10.00	9.99					
							Coordenadas Planas PI							
							N	2461.05						
							E	2161.16						

**CARTERA DE TRANSITO**

PI #9

Tipo de Empalme: ECE Asimétrica

ABSCISA	COORDENADAS RECTANGULARES			POLARES Deflexiones			ELEMENTOS GEOMÉTRICOS DE LA CURVA			AZIMUT			COORDENADAS					
	X	Y	p	o	'	"	Δ	R	Δc	Lc	Cuerda	G	β° corregido	o	'	"	NORTE	ESTE
ET	660.02	0.00	0.00	0.00	0	0	0.00	13.91						351	29	0.29	2502.14	2161.74
	660	0.02	0.00	0.02	0	0	0.01	66.84						351	29	0.31	2502.11	2161.74
	655	5.02	0.01	5.02	0	9	21.45	1.00						351	38	21.75	2497.17	2161.01
	650	10.02	0.11	10.02	0	37	15.19	5.00						352	6	15.49	2492.21	2160.37
	645	15.02	0.37	15.02	1	23	41.07	1.17						352	52	41.36	2487.23	2159.88
	640	19.99	0.86	20.01	2	28	38.42	5.00						353	57	38.71	2482.24	2159.64
CE	636.91	23.05	1.33	23.09	3	18	6.70	4.29						354	47	6.99	2479.15	2159.65
CE	636.91	1.17	0.01	1.17	0	29	60.00	2.00						1	53	29.43	2479.15	2159.65
EC	635.74	0.00	0.00	0.00	0	0	0.00	7.00	23.12					2	23	29.43	2477.98	2159.68
EC	635.74	7.00	0.12	7.00	0	59	59.92	21.63	39.31					4	23	29.51	2477.98	2159.68
	635	6.26	0.09	6.26	0	48	0.13							4	35	29.30	2477.24	2159.72
	630	1.26	0.00	1.26	0	1	56.84	Ts Rad 0.05	0.17					5	21	32.59	2472.26	2160.10
TE	628.74	0.00	0.00	0.00	0	0	0.00	Ts GRADOS 3.00	9.91					5	23	29.43	2471.00	2160.22
								X 7.00	23.05									
								Y 0.12	1.33									
								ΔR 0.03	0.33									
								Xo 3.50	11.55									
								Yo 66.87	67.18									
								TL 4.67	15.44									
								TC 2.33	7.73									
								CLe 7.00	23.09									
								σe° 1.00	3.30									
								F 0.12	1.35									
								Te 12.91	18.48									
								Coordenadas Planas PI										
								N	2483.86									
								E	2159.01									

**CARTERA DE TRANSITO**

PI #10

Tipo de Empalme: ECE Asimétrica

ABSCISA	COORDENADAS RECTANGULARES			POLARES Deflexiones			ELEMENTOS GEOMÉTRICOS DE LA CURVA			AZIMUT			COORDENADAS					
	X	Y	p	o	'	"	Δ	R	Δc	Lc	Cuerda	G	β° corregido	o	'	"	NORTE	ESTE
ET	748.18	0.00	0.00	0.00	0	0	0.00	22.65						14	8	9.98	2589.26	2157.27
	745	3.18	0.00	3.18	0	1	8.34	114.00						14	7	1.63	2586.18	2158.05
	740	8.18	0.02	8.18	0	7	32.73	1.00						14	0	37.24	2581.33	2159.25
	735	13.18	0.08	13.18	0	19	35.66	1.99						13	48	34.31	2576.46	2160.42
	730	18.18	0.20	18.18	0	37	17.13	5.00						13	30	52.85	2571.59	2161.52
	725	23.17	0.41	23.17	1	0	37.09	2.51						13	7	32.89	2566.69	2162.54
	720	28.16	0.73	28.17	1	29	35.47	6.98						12	38	34.50	2561.77	2163.44
	715	33.14	1.20	33.16	2	4	12.13	espiral TE EC	44.54					12	3	57.85	2556.83	2164.20
	710	38.10	1.82	38.14	2	44	26.81	Le 41.63	71.25					11	23	43.16	2551.87	2164.81
	705	43.03	2.64	43.11	3	30	19.14	A 68.89	71.25					10	37	50.83	2546.89	2165.23
CE	703.64	44.37	2.89	44.46	3	43	46.10	Ts Rad 0.18	0.20					10	24	23.88	2545.53	2165.30
CE	703.64	1.99	0.02	1.99	0	30	0.00	Ts GRADOS 10.46	11.19					362	26	38.65	2545.53	2165.30
EC	701.65	0.00	0.00	0.00	0	0	0.00	X 41.49	44.37					361	56	38.65	2543.54	2165.39
EC	701.65	41.49	2.53	41.56	3	29	9.24	Y 2.53	2.89					354	58	9.54	2543.54	2165.39
	700	39.86	2.24	39.93	3	12	54.39	ΔR 0.63	0.72					354	58	9.54	2543.54	2165.39
	695	34.92	1.50	34.95	2	27	41.02	Xo 20.79	22.24					354	41	54.68	2541.89	2165.43
	690	29.95	0.95	29.96	1	48	29.09	Yo 114.63	114.72					353	56	41.31	2536.89	2165.43
	685	24.97	0.55	24.97	1	15	18.94	TL 27.80	29.75					353	17	29.38	2531.90	2165.24
	680	19.97	0.28	19.97	0	48	10.81	TC 13.92	14.90					352	44	19.24	2526.91	2164.90
	675	14.98	0.12	14.98	0	27	4.81	CLe 41.56	44.46					352	17	11.11	2521.93	2164.43
	670	9.98	0.03	9.98	0	12	1.00	σe° 3.49	3.73					351	56	5.11	2516.97	2163.85
	665	4.98	0.00	4.98	0	2	59.39	F 2.57	2.95					351	41	1.29	2512.01	2163.19
TE	660.02	0.00	0.00	0.00	0	0	0.00	Te 43.99	44.98					351	31	59.69	2507.06	2162.48
								Coordenadas Planas PI										
								N	2545.64									
								E	2168.26									

**CARTERA DE TRANSITO**

PI #11

Tipo de Empalme: ECE Asimétrica

ABSCISA	COORDENADAS RECTANGULARES			POLARES			ELEMENTOS GEOMÉTRICOS DE LA CURVA			AZIMUT			COORDENADAS	
	X	Y	p	Deflexiones			o	'	"	o	'	"	NORTE	ESTE
				o	'	''								
ET	791.86	0.00	0.00	0	0	0.00	Δ	74.51						
	790	1.86	0.01	1.86	0	10	R	21.03		299	37	42.48	2626.59	2169.45
	785	6.85	0.27	6.86	2	17	Δc	30.00		299	47	50.94	2625.67	2167.83
CE	782.53	9.29	0.69	9.31	4	14	Lc	11.01		301	55	12.95	2622.97	2163.63
CE	782.53	10.52	2.82	10.89	15	0	Cuerda	5.00		303	51	51.28	2621.41	2161.72
	780	8.25	1.69	8.42	11	33	G	13.62		327	20	27.98	2621.41	2161.72
	775	3.47	0.29	3.48	4	44	β° corregido	21.50		330	47	19.58	2619.59	2159.95
EC	771.52	0.00	0.00	0.00	0	0				337	35	58.11	2615.45	2157.17
EC	771.52	22.63	4.22	23.02	10	34	espiral TE EC	Espiral CE ET		342	20	27.98	2612.24	2155.84
	770	21.32	3.47	21.60	9	14	Le	23.34	9.33	3	33	56.19	2612.24	2155.84
	765	16.68	1.61	16.76	5	30	A	22.16	14.01	4	53	26.99	2610.78	2155.43
	760	11.80	0.56	11.81	2	43	Ts Rad	0.55	0.22	8	38	5.46	2605.83	2154.76
	755	6.82	0.11	6.82	0	54	Ts GRADOS	31.80	12.71	11	25	3.12	2600.84	2154.93
	750	1.82	0.00	1.82	0	3	X	22.63	9.29	13	13	50.09	2595.90	2155.71
TE	748.18	0.00	0.00	0.00	0	0	Y	4.22	0.69	14	4	17.27	2591.03	2156.83
							ΔR	1.07	0.17	14	8	9.98	2589.26	2157.27
							Xo	11.55	4.66					
							Yo	22.10	21.20					
							TL	15.82	6.24					
							TC	8.02	3.13					
							CLe	23.02	9.31					
							σe°	10.60	4.24					
							F	4.97	0.71					
							Te	27.43	21.71					
							Coordenadas Planas PI							
							N	2615.86						
							E	2150.57						

**Anexo K. Carteras curvas verticales.**

**CARTERA DE NIVEL**  
**PIV #1 Abscisa K0 + 40**

PUNTO	ABSCISAS	COTA TANG.	CORREC.	COTA ROJA REAL	ELEMENTOS
PCV	33	2612.18	0.00	2612.18	P entrada 6.00
	34	2612.24	0.00	2612.24	P salida 6.00
	35	2612.30	0.02	2612.28	A -0.12
	36	2612.36	0.04	2612.32	L 7.00
	37	2612.42	0.07	2612.35	Cota PIV 2612.60
PIV	38	2612.48	0.11	2612.37	Abscisa PIV 40.00
	39	2612.54	0.15	2612.39	r -0.02
	40	2612.60	0.21	2612.39	cuerda 1.00
	41	2612.54	0.15	2612.39	
	42	2612.48	0.11	2612.37	
	43	2612.42	0.07	2612.35	
	44	2612.36	0.04	2612.32	
	45	2612.30	0.02	2612.28	
	46	2612.24	0.00	2612.24	
	47	2612.18	0.00	2612.18	

**CARTERA DE NIVEL**  
**PIV #2 Abscisa K0 + 60**

PUNTO	ABSCISAS	COTA TANG.	CORREC.	COTA ROJA REAL	ELEMENTOS
PCV	53	2611.82	0.00	2611.82	P entrada 6.00
	54	2611.76	0.00	2611.76	P salida 0.00
	55	2611.70	0.01	2611.71	A 0.06
	56	2611.64	0.02	2611.66	L 7.00
	57	2611.58	0.03	2611.61	Cota PIV 2611.40
PIV	58	2611.52	0.05	2611.57	Abscisa PIV 60.00
	59	2611.46	0.08	2611.54	r 0.01
	60	2611.40	0.11	2611.51	cuerda 1
	61	2611.40	0.08	2611.48	
	62	2611.40	0.05	2611.45	
	63	2611.40	0.03	2611.43	
	64	2611.40	0.02	2611.42	
	65	2611.40	0.01	2611.41	
	66	2611.40	0.00	2611.40	
	67	2611.40	0.00	2611.40	

**CARTERA DE NIVEL**  
**PIV #3 Abscisa K0 + 95**

PUNTO	ABSCISAS	COTA TANG.	CORREC.	COTA ROJA REAL	ELEMENTOS	
PCV	89	2611.40	0.00	2611.40	P entrada 0.00	
	90	2611.40	0.00	2611.40	P salida 4.25	
	91	2611.40	0.01	2611.39	A -0.04	
	92	2611.40	0.02	2611.38	L 6.00	
	93	2611.40	0.03	2611.37	Cota PIV 2611.40	
PIV	94	2611.40	0.04	2611.36	Abscisa PIV 95.00	
	95	2611.40	0.06	2611.34	r -0.01	
	95	2611.40	0.06	2611.34	cuerda 1.00	
	96	2611.36	0.04	2611.31		
	97	2611.32	0.03	2611.29		
	98	2611.27	0.02	2611.26		
	99	2611.23	0.01	2611.22		
	100	2611.19	0.00	2611.19		
	PTV	101	2611.15	0.00	2611.15	

**CARTERA DE NIVEL**  
**PIV #4 Abscisa K0 + 175**

PUNTO	ABSCISAS	COTA TANG.	CORREC.	COTA ROJA REAL	ELEMENTOS	
PCV	165	2608.43	0.00	2608.43	P entrada 4.25	
	166	2608.38	0.00	2608.38	P salida 0.00	
	167	2608.34	0.00	2608.34	A 0.043	
	168	2608.30	0.01	2608.31	L 10.00	
	169	2608.26	0.02	2608.27	Cota PIV 2608.00	
	170	2608.21	0.03	2608.24	Abscisa PIV 175.00	
	171	2608.17	0.04	2608.21	r 0.004	
	172	2608.13	0.05	2608.18	cuerda 1	
	173	2608.09	0.07	2608.15		
	174	2608.04	0.09	2608.13		
	PIV	175	2608.00	0.11	2608.11	
		176	2608.00	0.09	2608.09	
		177	2608.00	0.07	2608.07	
		178	2608.00	0.05	2608.05	
179		2608.00	0.04	2608.04		
180		2608.00	0.03	2608.03		
181		2608.00	0.02	2608.02		
182		2608.00	0.01	2608.01		
183		2608.00	0.00	2608.00		
PTV		184	2608.00	0.00	2608.00	
	185	2608.00	0.00	2608.00		

**CARTERA DE NIVEL**

**PIV #5 Abscisa K0 + 240**

<b>PUNTO</b>	<b>ABSCISAS</b>	<b>COTA TANG.</b>	<b>CORREC.</b>	<b>COTA ROJA REAL</b>	<b>ELEMENTOS</b>
PCV	228	2608.00	0.00	2608.00	P entrada 0.00
	230	2608.00	0.00	2608.00	P salida 1.82
	232	2608.00	0.01	2607.99	A -0.02
	234	2608.00	0.01	2607.99	L 12.00
	236	2608.00	0.02	2607.98	Cota PIV 2608.00
	238	2608.00	0.04	2607.96	Abscisa PIV 240.00
PIV	240	2608.00	0.05	2607.95	r -0.002
PIV	240	2608.00	0.05	2607.95	cuerda 2.00
	242	2607.96	0.04	2607.93	
	244	2607.93	0.02	2607.90	
	246	2607.89	0.01	2607.88	
	248	2607.85	0.01	2607.85	
	250	2607.82	0.00	2607.82	
	PTV	252	2607.78	0.00	2607.78

**CARTERA DE NIVEL**

**PIV #6 Abscisa K0 + 283.99**

<b>PUNTO</b>	<b>ABSCISAS</b>	<b>COTA TANG.</b>	<b>CORREC.</b>	<b>COTA ROJA REAL</b>	<b>ELEMENTOS</b>
PCV	274	2607.38	0.00	2607.38	P entrada 1.82
	276	2607.35	0.01	2607.34	P salida 10.06
	278	2607.31	0.03	2607.28	A -0.08
	280	2607.27	0.07	2607.20	L 10.00
	282	2607.24	0.13	2607.10	Cota PIV 2607.20
PIV	284	2607.20	0.21	2606.99	Abscisa PIV 283.99
PIV	284	2607.20	0.21	2606.99	r -0.01
	286	2607.00	0.13	2606.87	cuerda 2.00
	288	2606.80	0.07	2606.72	
	290	2606.60	0.03	2606.56	
	292	2606.40	0.01	2606.39	
PTV	294	2606.19	0.00	2606.19	

**CARTERA DE NIVEL**  
**PIV #7 Abscisa K0 + 374.47**

PUNTO	ABSCISAS	COTA TANG.	CORREC.	COTA ROJA REAL	ELEMENTOS
PCV	367	2598.80	0.00	2598.80	P entrada 10.06
	368	2598.70	0.00	2598.71	P salida -3.56
	369	2598.60	0.01	2598.61	A 0.06
	370	2598.50	0.02	2598.52	L 7.00
	371	2598.40	0.04	2598.44	Cota PIV 2598.10
PIV	372	2598.30	0.06	2598.36	Abscisa PIV 374.47
	373	2598.20	0.08	2598.28	r 0.01
	374	2598.10	0.11	2598.21	cuerda 1
	375	2598.06	0.08	2598.15	
	376	2598.03	0.06	2598.09	
	377	2597.99	0.04	2598.03	
	378	2597.96	0.02	2597.98	
	379	2597.92	0.01	2597.93	
	380	2597.89	0.00	2597.89	
	PTV	381	2597.85	0.00	2597.85

**CARTERA DE NIVEL**  
**PIV #8 Abscisa K0 + 425**

PUNTO	ABSCISAS	COTA TANG.	CORREC.	COTA ROJA REAL	ELEMENTOS
PCV	411	2596.80	0.00	2596.80	P entrada 3.56
	413	2596.73	0.00	2596.73	P salida 2.07
	415	2596.66	0.02	2596.67	A 0.06
	417	2596.58	0.04	2596.62	L 14.00
	419	2596.51	0.06	2596.58	Cota PIV 2596.30
PIV	421	2596.44	0.10	2596.54	Abscisa PIV 425.00
	423	2596.37	0.14	2596.52	r 0.00
	425	2596.30	0.20	2596.50	cuerda 2
	427	2596.34	0.14	2596.49	
	429	2596.38	0.10	2596.48	
	431	2596.42	0.06	2596.49	
	433	2596.47	0.04	2596.50	
	435	2596.51	0.02	2596.52	
	437	2596.55	0.00	2596.55	
	PTV	439	2596.59	0.00	2596.59

<b>CARTERA DE NIVEL</b>					
<b>PIV #9 Abscisa K0 + 511.99</b>					
<b>PUNTO</b>	<b>ABSCISAS</b>	<b>COTA TANG.</b>	<b>CORREC.</b>	<b>COTA ROJA REAL</b>	<b>ELEMENTOS</b>
PCV	505	2597.96	0.00	2597.96	P entrada 2.07
	506	2597.98	0.00	2597.97	P salida 6.73
	507	2598.00	0.01	2597.98	A -0.09
	508	2598.02	0.03	2597.99	L 7.00
	509	2598.04	0.05	2597.99	Cota PIV 2598.10
	510	2598.06	0.08	2597.98	Abscisa PIV 511.99
	511	2598.08	0.11	2597.97	r -0.01
PIV	512	2598.10	0.15	2597.95	cuerda 1.00
PIV	512	2598.10	0.15	2597.95	
	513	2598.03	0.11	2597.92	
	514	2597.97	0.08	2597.89	
	515	2597.90	0.05	2597.85	
	516	2597.83	0.03	2597.80	
	517	2597.76	0.01	2597.75	
	518	2597.70	0.00	2597.69	
PTV	519	2597.63	0.00	2597.63	

<b>CARTERA DE NIVEL</b>					
<b>PIV #10 Abscisa K0 + 566.95</b>					
<b>PUNTO</b>	<b>ABSCISAS</b>	<b>COTA TANG.</b>	<b>CORREC.</b>	<b>COTA ROJA REAL</b>	<b>ELEMENTOS</b>
PCV	553	2595.34	0.00	2595.34	P entrada 6.73
	555	2595.21	0.01	2595.20	P salida 14.43
	557	2595.07	0.02	2595.05	A -0.08
	559	2594.94	0.05	2594.89	L 14.00
	561	2594.80	0.09	2594.72	Cota PIV 2594.40
	563	2594.67	0.14	2594.53	Abscisa PIV 566.95
	565	2594.53	0.20	2594.34	r -0.005
PIV	567	2594.40	0.27	2594.13	cuerda 2.00
PIV	567	2594.40	0.27	2594.13	
	569	2594.11	0.20	2593.91	
	571	2593.82	0.14	2593.69	
	573	2593.53	0.09	2593.45	
	575	2593.25	0.05	2593.20	
	577	2592.96	0.02	2592.93	
	579	2592.67	0.01	2592.66	
PTV	581	2592.38	0.00	2592.38	

**CARTERA DE NIVEL**

**PIV #11 Abscisa K0 + 661.89**

<b>PUNTO</b>	<b>ABSCISAS</b>	<b>COTA TANG.</b>	<b>CORREC.</b>	<b>COTA ROJA REAL</b>	<b>ELEMENTOS</b>
PCV	648	2582.72	0.00	2582.72	P entrada 14.43
	650	2582.43	0.01	2582.44	P salida 7.40
	652	2582.14	0.02	2582.16	A 0.07
	654	2581.85	0.05	2581.90	L 14.00
	656	2581.57	0.08	2581.65	Cota PIV 2580.70
	658	2581.28	0.13	2581.40	Abscisa PIV 661.89
PIV	660	2580.99	0.18	2581.17	r 0.01
	662	2580.70	0.25	2580.95	cuerda 2.00
	664	2580.55	0.18	2580.73	
	666	2580.40	0.13	2580.53	
	668	2580.26	0.08	2580.34	
	670	2580.11	0.05	2580.15	
	672	2579.96	0.02	2579.98	
	674	2579.81	0.01	2579.82	
PTV	676	2579.66	0.00	2579.66	

**CARTERA DE NIVEL**

**PIV #11 Abscisa K0 + 661.89**

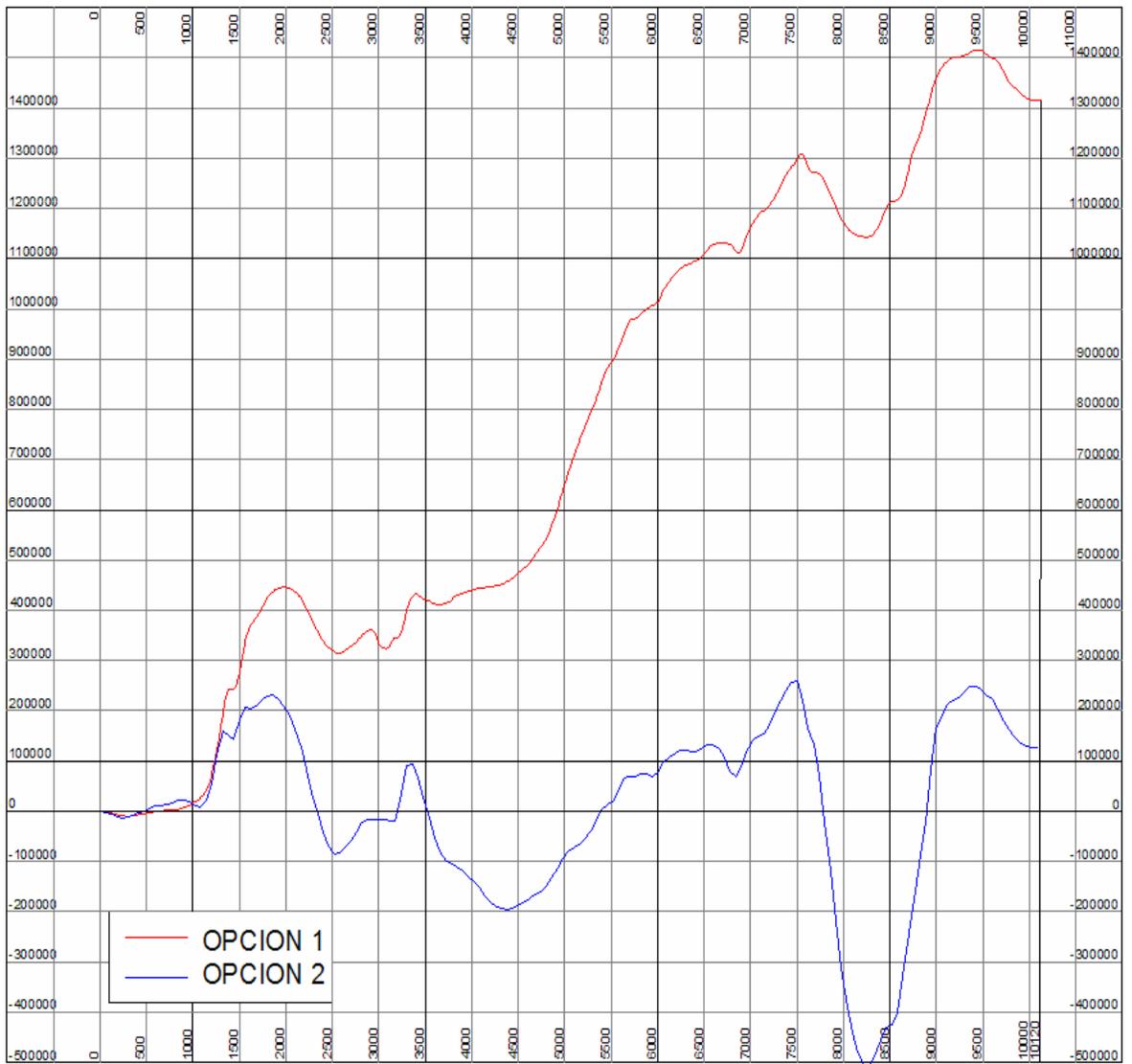
<b>PUNTO</b>	<b>ABSCISAS</b>	<b>COTA TANG.</b>	<b>CORREC.</b>	<b>COTA ROJA REAL</b>	<b>ELEMENTOS</b>
PCV	-605	2582.72	122.02	2582.72	P entrada 9.36
	-518	2582.43	88.94	2582.44	P salida 0.00
	-432	2582.14	61.08	2582.16	A 12.00
	-346	2581.85	38.44	2581.90	L 14.00
	-259	2581.57	21.02	2581.65	Cota PIV 720.00
	-173	2581.28	8.82	2581.40	Abscisa PIV 0.00
PIV	-86	2580.99	1.83	2581.17	r 0.00
	0	720.00	0.07	720.07	cuerda 2.00
	86	2580.55	65.24	2580.73	
	173	2580.40	41.76	2580.53	
	259	2580.26	23.49	2580.34	
	346	2580.11	10.44	2580.15	
	432	2579.96	2.61	2579.98	
	518	2579.81	0.00	2579.82	
PTV	605	2579.66	2.61	2579.66	
PTV	606.65269	663.23	0.00	663.23	

## Anexo L. Cartera de masas via occidental. Opcion 2.

ABSCISA	CORTE	RELLENO	CALCULO DE VOLUMENES		Contrac. Expans.
			CORTE (+)	RELLENO (-)	
5760		118.558	1141.46	2371.16	0.75
5820	57.073		2410.53		0.75
5880	23.278		465.56	<u>556.96</u>	0.75
5940		27.848		2211.87	0.75
6000		45.881	4664.64	917.62	0.75
6060	233.232		10357.74		0.75
6120	112.026		4844.76		0.75
6180	49.466		3487.65		0.75
6240	66.789		3547.95		0.75
6300	51.476		1029.52	<u>1137.44</u>	0.75
6360		56.872		2249.79	0.75
6420		18.121	1000.08	362.42	0.75
6480	50.004		4062.69		0.75
6540	85.419		3100.26		0.75
6600	17.923		358.46	<u>1041.02</u>	0.75
6660		52.051		4957.05	0.75
6720		113.184		9283.44	0.75
6780		196.264		16627.47	0.75
6840		357.985	751.80	7159.70	0.75
6900	37.59		9984.78		0.75
6960	295.236		15700.62		0.75
7020	228.118		11129.64		0.75
7080	142.87		3660.81	49.28	0.75
7140	7.48	2.464	2638.30	49.28	0.75
7200	97.438		8254.32		0.75
7260	177.706		12417.27		0.75
7320	236.203		13293.33		0.75
7380	206.908		9612.3		0.75
7440	113.502		7517.31		0.75
7500	137.075		2741.50	<u>848.12</u>	0.75
7560		42.406		23157.3	0.75
7620		729.504		31442.79	0.75
7680		318.589		19082.79	0.75
7740		317.504		35624.82	0.75
7800		869.99		53008.41	0.75
7860		896.957		56293.08	0.75
7920		979.479		57381.78	0.75
7980		933.247		53558.07	0.75
8040		852.022		45289.86	0.75
8100		657.64		29571.54	0.75
8160		328.078		22694.07	0.75
8220		428.391		15190.62	0.75
8280		77.963	972.46	1559.26	0.75
8340	48.623		8837.13		0.75
8400	245.948		17193.27		0.75
8460	327.161		11914.83		0.75
8520	70		3716.94		0.75

AB SCISA	CORTE	RELLENO	CALCULO DE VOLUMENES		Contrac. Expans.
			CORTE (+)	RELLENO (-)	
8640	352.299		35054.79		0.75
8700	816.194		43289.73		0.75
8760	626.797		33101.58		0.75
8820	476.589		36095.22		0.75
8880	726.585		41722.92		0.75
8940	664.179		52203.36		0.75
9000	1075.933		41429.46		0.75
9060	305.049		13866.48		0.75
9120	157.167		8557.8		0.75
9180	128.093		4799.73		0.75
9240	31.898		2451.96		0.75
9300	49.834		5526.06		0.75
9360	134.368		5723.31		0.75
9420	56.409		1128.18	558.72	0.75
9480		27.936		3995.22	0.75
9540		105.238		6358.17	0.75
9600		106.701		4887.39	0.75
9660		56.212		10102.95	0.75
9720		280.553		14709.39	0.75
9780		209.76		10132.83	0.75
9840		128.001		8079.84	0.75
9900		141.327		7032.9	0.75
9960		93.103		4143.3	0.75
10020		45.007	67.36	900.14	0.75
10080	3.368				0.75
<b>TOTAL</b>	<b>14691.6155</b>	<b>17301.833</b>	<b>852034.95</b>	<b>1016385.00</b>	

## Anexo M. Diagrama de masas



### Anexo N. Cuento estaciones secundarias.

OCCIDENTE - ORIENTE REGIONAL Briceño								
HORA	CATEGORIA							Total hora
	I	II	III	IV	V	VI	VII	
7 - 8	130	15	5	6	2	0	0	158
8 - 9	71	12	8	4	1	0	0	96
9 - 10	63	8	1	0	3	0	0	75
10 - 11	65	8	5	2	0	0	0	80
11 - 12	62	12	1	1	0	0	0	76
12 - 1	50	6	9	1	1	0	0	67
1 - 2	61	9	7	2	2	0	0	81
2 - 3	59	10	6	2	1	1	0	79
3 - 4	54	9	1	1	0	0	0	65
4 - 5	61	12	3	6	0	0	0	82
5 - 6	70	8	5	1	0	0	0	84
6 - 7	60	8	3	1	0	0	0	72
<b>Total dia</b>	<b>806</b>	<b>117</b>	<b>54</b>	<b>27</b>	<b>10</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1015</b>
%	79,41	11,53	5,32	2,66	0,99	0,10	0	100

ORIENTE - OCCIDENTE REGIONAL Briceño								
HORA	CATEGORIA							Total hora
	I	II	III	IV	V	VI	VII	
7 - 8	56	8	5	0	2	0	0	71
8 - 9	66	9	3	3	1	0	0	82
9 - 10	58	10	8	1	1	0	0	78
10 - 11	62	8	6	3	0	0	0	79
11 - 12	61	15	8	6	0	0	0	90
12 - 1	64	19	6	4	1	0	0	94
1 - 2	63	6	6	3	0	1	0	79
2 - 3	65	13	6	0	1	0	0	85
3 - 4	71	12	7	3	0	0	0	93
4 - 5	85	13	3	2	0	0	0	103
5 - 6	84	13	6	1	2	0	0	106
6 - 7	61	11	4	1	0	0	0	77
<b>Total dia</b>	<b>796</b>	<b>137</b>	<b>68</b>	<b>27</b>	<b>8</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1037</b>
%	77	13	7	3	1	0	0	100

<b>TOTAL</b>	1602	254	122	54	18	2	0	<b>2052</b>
--------------	------	-----	-----	----	----	---	---	-------------

OCCIDENTE - ORIENTE REGIONAL Briceño								
HORA	CATEGORIA							Total hora
	I	II	III	IV	V	VI	VII	
7 - 8	130	15	5	6	2	0	0	158
8 - 9	71	12	8	4	1	0	0	96
9 - 10	63	8	1	0	3	0	0	75
10 - 11	65	8	5	2	0	0	0	80
11 - 12	62	12	1	1	0	0	0	76
12 - 1	50	6	9	1	1	0	0	67
1 - 2	61	9	7	2	2	0	0	81
2 - 3	59	10	6	2	1	1	0	79
3 - 4	54	9	1	1	0	0	0	65
4 - 5	61	12	3	6	0	0	0	82
5 - 6	70	8	5	1	0	0	0	84
6 - 7	60	8	3	1	0	0	0	72
<b>Total dia</b>	<b>806</b>	<b>117</b>	<b>54</b>	<b>27</b>	<b>10</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1015</b>
%	79,41	11,53	5,32	2,66	0,99	0,10	0	100

ORIENTE - OCCIDENTE REGIONAL Briceño								
HORA	CATEGORIA							Total hora
	I	II	III	IV	V	VI	VII	
7 - 8	56	8	5	0	2	0	0	71
8 - 9	66	9	3	3	1	0	0	82
9 - 10	58	10	8	1	1	0	0	78
10 - 11	62	8	6	3	0	0	0	79
11 - 12	61	15	8	6	0	0	0	90
12 - 1	64	19	6	4	1	0	0	94
1 - 2	63	6	6	3	0	1	0	79
2 - 3	65	13	6	0	1	0	0	85
3 - 4	71	12	7	3	0	0	0	93
4 - 5	85	13	3	2	0	0	0	103
5 - 6	84	13	6	1	2	0	0	106
6 - 7	61	11	4	1	0	0	0	77
<b>Total dia</b>	<b>796</b>	<b>137</b>	<b>68</b>	<b>27</b>	<b>8</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1037</b>
%	77	13	7	3	1	0	0	100
<b>TOTAL</b>	<b>1602</b>	<b>254</b>	<b>122</b>	<b>54</b>	<b>18</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>2052</b>

ESTE-NORTE		REGIONAL		SENA				TOTAL
HORA	CATEGORIA							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	
7 - 8	123	11	3	2	1	0	0	140
8 - 9	11	14	4	2	0	0	0	31
9 - 10	88	13	7	6	3	0	0	117
10 - 11	69	12	2	6	0	0	0	89
11 - 12	85	15	5	9	0	0	0	114
12 - 1	74	14	0	6	0	0	0	94
1 - 2	89	15	2	4	0	0	0	110
2 - 3	102	16	3	8	1	0	0	130
3 - 4	108	23	8	3	1	0	0	143
4 - 5	113	15	4	5	2	0	0	139
5 - 6	133	17	9	3	0	0	0	162
6 - 7	93	16	3	3	0	0	0	115
<b>Total dia</b>	<b>1088</b>	<b>181</b>	<b>50</b>	<b>57</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1384</b>
	78,61	13,08	3,61	4,12	0,58	0,00	0,00	100
<b>TOTAL</b>	<b>2446</b>	<b>372</b>	<b>93</b>	<b>117</b>	<b>9</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3037</b>

ESTE-NORTE		REGIONAL		SENA				TOTAL
HORA	CATEGORIA							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	
7 - 8	116	10	1	0	0	0	0	127
8 - 9	13	14	3	1	0	0	0	31
9 - 10	69	13	8	5	2	0	0	97
10 - 11	54	11	0	5	0	0	0	70
11 - 12	77	13	4	6	0	0	0	100
12 - 1	65	10	1	8	1	0	0	85
1 - 2	89	14	3	3	1	0	0	110
2 - 3	91	13	1	7	0	0	0	112
3 - 4	101	19	5	2	1	0	0	128
4 - 5	103	15	2	4	0	0	0	124
5 - 6	111	14	7	2	0	0	0	134
6 - 7	94	12	1	2	1	0	0	110
<b>Total dia</b>	<b>983</b>	<b>158</b>	<b>36</b>	<b>45</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1228</b>
%	80,05	12,87	2,93	3,66	0,49	0,00	0,00	100
<b>TOTAL</b>	<b>2182</b>	<b>328</b>	<b>62</b>	<b>90</b>	<b>7</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2669</b>

NORTE-ESTE		REGIONAL			SENA			Total hora
HORA	CATEGORIA							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	
7 - 8	113	17	0	4	0	0	0	134
8 - 9	105	15	1	3	1	0	0	125
9 - 10	101	13	3	6	0	0	0	123
10 - 11	121	17	5	5	0	0	0	148
11 - 12	116	17	3	5	0	0	0	141
12 - 1	101	12	5	3	0	0	0	121
1 - 2	116	16	2	4	0	0	0	138
2 - 3	119	18	4	6	0	0	0	147
3 - 4	133	17	8	5	0	0	0	163
4 - 5	122	17	3	4	0	0	0	146
5 - 6	126	18	4	11	0	0	0	159
6 - 7	85	14	5	4	0	0	0	108
<b>Total dia</b>	<b>1358</b>	<b>191</b>	<b>43</b>	<b>60</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1653</b>
%	82,15	11,55	2,60	3,63	0,06	0,00	0,00	100

NORTE-ESTE		REGIONAL			SENA			Total hora
HORA	CATEGORIA							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	
7 - 8	107	15	0	3	0	0	0	125
8 - 9	99	13	0	4	0	0	0	116
9 - 10	80	11	1	5	0	0	0	97
10 - 11	100	16	3	3	0	0	0	122
11 - 12	93	18	0	5	0	0	0	116
12 - 1	91	9	7	2	1	0	0	110
1 - 2	102	16	0	3	0	0	0	121
2 - 3	105	15	2	3	0	0	0	125
3 - 4	123	13	5	7	0	0	0	148
4 - 5	119	11	0	0	0	0	0	130
5 - 6	117	18	5	8	0	0	0	148
6 - 7	63	15	3	2	0	0	0	83
<b>Total dia</b>	<b>1199</b>	<b>170</b>	<b>26</b>	<b>45</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1441</b>
%	83,21	11,80	1,80	3,12	0,07	0,00	0,00	100



