

**RECTIFICACIÓN GEOMÉTRICA Y DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO  
EN CONCRETO ASFÁLTICO DE LA VIA ALDANA – EL CHORRILLO,  
MUNICIPIO DE ALDANA, NARIÑO**

**ING. MARIA DEL MAR MONTENEGRO IBARRA  
ING. ARTURO MONTENEGRO IBARRA**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL  
SAN JUAN DE PASTO  
2011**

**RECTIFICACIÓN GEOMÉTRICA Y DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO  
EN CONCRETO ASFÁLTICO DE LA VIA ALDANA – EL CHORRILLO,  
MUNICIPIO DE ALDANA, NARIÑO**

**ING. MARIA DEL MAR MONTENEGRO IBARRA  
ING. ARTURO MONTENEGRO IBARRA**

**Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de  
Especialistas en Ingeniería de Carreteras**

**Director  
Ing. JORGE ARTURO PABÓN HIDALGO  
Especialista en Ingeniería de Carreteras**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL  
SAN JUAN DE PASTO  
2011**

**NOTA DE ACEPTACIÓN**

---

---

---

---

---

---

---

Firma del Presidente del Jurado

---

Firma del Jurado

---

Firma del Jurado

San Juan de Pasto, 31 de Agosto de 2011

## **NOTA DE RESPONSABILIDAD**

“Las ideas y conclusiones aportadas en este trabajo son responsabilidad del autor”.

Artículo 1 del Acuerdo 324 de Octubre de 1966, emanado del Honorable Consejo Directivo de la universidad de Nariño.

**Este trabajo está dedicado a  
nuestra familia y allegados, quienes  
supieron creer en nosotros y  
apoyarnos en todo momento.**

## CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	15
1. ASPECTOS GENERALES	18
1.1 LOCALIZACIÓN	18
1.2 POBLACION	23
1.3 RED VIAL MUNICIPAL	23
1.4 TOPOGRAFIA	24
1.5 CLIMA	24
1.6 VEGETACION	24
1.7 SERVICIOS PUBLICOS	25
1.8 ACTIVIDAD ECONÓMICA	25
1.9 MANO DE OBRA	25
1.10 MATERIALES	25
1.11 UBICACIÓN DENTRO DE LOS PLANES DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y DE DESARROLLO VIGENTES	26
2. DETERMINACIÓN Y PROYECCIÓN DEL VOLUMEN DE TRÁNSITO VEHICULAR.	26
3. ESTUDIO DE SUELOS DE LA SUBRASANTE	29
3.1 DESCRIPCIÓN DE APIQUES Y TOMA DE MUESTRAS	30
3.2 DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE CBR DEL SUELO	31
3.3 REGISTRO FOTOGRÁFICO TRABAJO DE CAMPO REALIZADO	33
4. LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO DE LA VÍA	39
5. RECTIFICACIÓN GEOMÉTRICA DE LA VÍA	40
5.1 ALINEAMIENTO HORIZONTAL	41

	pág.
5.2 ALINEAMIENTO VERTICAL	43
5.3 TRANSICION DEL PERALTADO	45
5.4 DISEÑO EN PLANTA	48
5.4.1 Elementos curvas horizontales	61
5.5 DISEÑO VIA EN PERFIL	63
5.5.1 Cálculo cotas rasante	63
5.5.2 Transición del peraltado	80
6. CARTERA MOVIMIENTO DE TIERRAS	98
7. DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO EN CONCRETO ASFALTICO	114
7.1 UNIDAD DE DISEÑO	115
7.1.1 Método AASHTO de diseño	115
7.1.2 Chequeo del diseño por método racional	135
8. ESPESORES DEFINITIVOS	144
9. OBRAS DE DRENAJE GENERAL	145
9.1 CUNETAS	145
9.1.1 Tipos de sección	146
9.1.2 Diseño de cunetas	147
9.1.3 Caudal de Diseño	148
9.2 ALCANTARILLAS	154
9.3 FILTROS DE SUBDRENAJE LONGITUDINAL	155
9.3.1 Diseño de la sección transversal del subdren	156
9.3.2 Escogencia del geotextil que cumpla los criterios de diseño	159
10. ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCION	163
10.1 INTRODUCCIÓN	163
10.2 ASPECTO AMBIENTAL	163

	pág.
11. CONCLUSIONES	253
12. RECOMENDACIONES	255
BIBLIOGRAFÍA	256
ANEXOS	

## LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Conteo de tránsito	27
Tabla 2. Temperaturas medias diarias año 2010 Estación Meteorológica Aeropuerto San Luis	116
Tabla 3. Factor daño por tipo de vehículo	118
Tabla 4. Resultados CBR de campo	120
Tabla 5. Resultados CBR organizados	121
Tabla 6. Calidad de drenaje en las capas del pavimento	129
Tabla 7. Espesores mínimos de acuerdo al tránsito	132
Tabla 8. Datos de entrada para programa Bisar	140
Tabla 9. Resultados obtenidos programa Bisar	142
Tabla 10. Coeficientes de Escorrentía Típicos	148
Tabla 11. Velocidades y fuerza tractiva máximas permisibles	153
Tabla 12. Velocidades máximas permisibles en canales artificiales	153
Tabla 13. Valores recomendados para $F_i$	156
Tabla 14. Valores recomendados para $F_R$	157

## LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Ubicación del municipio de Aldana en el Departamento de Nariño	19
Figura 2. Mapa vial Departamento de Nariño	20
Figura 3. Ubicación regional del proyecto	21
Figura 4. Vereda El Chorrillo	22
Figura 5. K0+000 – Inicio de la vía	22
Figura 6. Estudio de suelos	29
Figura 7. Apique 1	33
Figura 8. Apique 1	33
Figura 9. Apique 2	34
Figura 10. Apique 2	34
Figura 11. Apique 3	35
Figura 12. Apique 3	35
Figura 13. Apique 4	36
Figura 14. Apique 4	36
Figura 15. K 0+300	37
Figura 16. K 0+600 L.I	37
Figura 17. K 0+900 L.D	38
Figura 18. K 1+200 L.I	39
Figura 19. K 1+500 L.D	39
Figura 20. Secciones tipo para la transición del peraltado	47
Figura 21. Subrasante: $SN_{3\text{ SR}} = 2.64$	130
Figura 22. Subbase granular: $SN_{2\text{ SB}} = 2.06$	131
Figura 23. Base granular: $SN_{1\text{ BG}} = 1.57$	131
Figura 24. Pendiente vs velocidad según el tamaño de agregado	159

## LISTA DE GRÁFICAS

	pág.
Gráfica 1. Obtención CBR de diseño	122
Gráfica 2. Curvas maestras del método Shell. Frecuencia 10 hertz	125
Gráfica 3. Coeficiente estructural $a_1$ de la carpeta asfáltica	126
Gráfica 4. Coeficiente estructural $a_2$ base granular	127
Gráfica 5. Coeficiente estructural $a_3$ subbase granular	127
Grafica 6. Estructura del pavimento unidad de diseño	134
Grafica 7. Relación entre temperatura efectiva de las capas y $W - MAAT$	136
Grafica 8. Modelo estructural unidad de diseño	138
Grafica 9. Distribución de cargas	139
Grafica 10. Sección típica cuneta	147
Grafica 11. Propiedades geométricas sección cuneta	150
Gráfica 12. Gráfica intensidad – duración – frecuencia	151

## LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo 1. Formato inspección visual	257
Anexo 2. Estudio de suelos	258
Anexo 3. Determinación de las cantidades de obra a ejecutar y presupuesto detallado de la obra	259
Anexo 4. Plan de manejo ambiental	260
Anexo 5. Planos de diseño	261

## RESUMEN

Este trabajo comprende la rectificación geométrica del trazado de la vía Aldana – El Chorrillo, municipio de Aldana (N), en el sector localizado entre las abscisas K0+000 a K2+800. Esto se hizo mediante un levantamiento topográfico de todo el trazado y de las zonas aledañas al mismo, para generar plantas y perfiles de las secciones de la vía.

Simultáneamente se realizaron visitas de campo para el desarrollo de actividades de recolección de información, de estudios de suelo y ensayos de laboratorio requeridos según las normas INVIAS en cada unidad de diseño, además de la estimación del tránsito que hará uso de la vía, datos que permitieron obtener los parámetros iniciales para desarrollar el diseño definitivo.

Posteriormente, con los resultados de capacidad portante del suelo (CBR), y con las mencionadas variables, se formuló el diseño de la estructura del pavimento flexible por el método AASHTO y su verificación por el método Racional.

Una vez realizados los estudios y diseños, se evaluó y cuantificó las cantidades de obras y precios del mercado para la obtención del presupuesto general de obra.

Finalmente se recopilaron las especificaciones técnicas de construcción que regirán la realización de este proyecto de pavimentación y se formuló un Plan de Manejo Ambiental que establece los requerimientos ambientales adecuados para la construcción de la obra.

## **ABSTRACT**

This work includes geometric rectification route of the Aldana – El Chorrillo, Municipio de Aldana, in the area located between the abscises K0 + 000 to the abscise K2 +800. This was done through a topographic survey of the entire route and surrounding areas to generate the same plans and profiles of sections of the road.

Simultaneously, field visits were made to develop information-gathering activities, soil study and laboratory tests required by the standards of INVIAS in each design unit, in addition to estimating the traffic will use the road; data we have obtained the initial parameters to develop the final design.

Subsequently, the results of soil bearing capacity and the above variables, we formulated the design of flexible pavement structure by the AASHTO method and verification by the Rational Method.

Once the studies and designs were evaluated and the amount of work and unit prices in the market to obtain the General Budget Work quantified.

Finally, we collected the technical specifications governing the construction completion of this paving project and formulated an Environmental Management Plan which sets out the environmental requirements suitable for the construction of the project.

## INTRODUCCIÓN

Este trabajo de grado se desarrolla con el fin de aplicar los conocimientos adquiridos en la Especialización de Ingeniería de Carreteras a la solución específica de un problema vial existente y para ello se tienen en cuenta los siguientes criterios y consideraciones generales.

La Ingeniería en general debe tener como fin primordial de su ejercicio profesional la aplicación esencial de su función social en la solución técnica de los diferentes problemas que afectan a las comunidades más desprotegidas. La vía Aldana – El Chorrillo en el Municipio de Aldana (Nariño) tiene como característica el hecho de ser una vía terciaria que forma parte de la arteria vial rural del citado municipio y además está ubicada en una zona totalmente indígena correspondiente al Resguardo de Pastás. Por lo tanto, sus usuarios cotidianos son en su gran mayoría indígenas de escasos recursos económicos dedicados a la agricultura y la ganadería en pequeña escala.

Teniendo en cuenta la reducida capacidad económica del municipio de Aldana para realizar el mantenimiento de sus vías, se plantea el proyecto de Rectificación Geométrica y el Diseño Estructural del Pavimento de la vía Aldana – El Chorrillo como una alternativa económica favorable por cuanto a mediano plazo es menos costoso construir la pavimentación de la vía que realizar el mantenimiento rutinario del afirmado con inversiones periódicas permanentes las cuales se incrementan por ser una vía con altas pendientes longitudinales.

Después de un diagnóstico de esta problemática se decidió realizar la rectificación geométrica del trazado de la vía Aldana – El Chorrillo y el diseño de la estructura del pavimento con el fin de mejorar sus especificaciones, ante lo cual se utilizó el Método AASHTO de diseño y se realizó la verificación por el Método Racional para brindar una mayor validez de los resultados obtenidos.

Teniendo en cuenta las consideraciones anteriores, se espera que este trabajo sirva como aporte al desarrollo de la región y bienestar a la comunidad involucrada.

## **JUSTIFICACION DEL PROYECTO Y DEFINICIÓN DEL ALCANCE**

El Municipio de Aldana, como entidad territorial, ha identificado concertadamente los proyectos de infraestructura vial cuya ejecución es prioritaria para el desarrollo socio – económico de su población.

En el presente caso de la vía Aldana – Chorrillo, se realizará la rectificación geométrica y el diseño estructural del pavimento en concreto asfáltico con el fin de mejorar la vía en todas sus características y así rebajar notoriamente los costos de transporte de los pasajeros y de la producción agropecuaria de la región de influencia. Se busca con la ejecución del proyecto mejorar la calidad de vida de los habitantes del municipio, teniendo en cuenta que pertenecen mayoritariamente a los Estratos cero y uno del SISBEN.

Otro factor muy importante para tener en cuenta en la necesidad de realizar este trabajo es el valor muy alto de los costos de mantenimiento de la actual red vial del municipio, por cuanto dadas sus características topográficas de ladera, el efecto

erosivo de las aguas lluvias deteriora rápidamente la capa de rodadura, evento que hace necesario recebar constantemente las vías para conservarlas en un aceptable estado. Esta operación se dificulta y encarece aún más por la carencia de maquinaria por parte del municipio de Aldana.

## **OBJETIVO GENERAL**

Diseñar geoméricamente la vía Aldana – Chorrillo, en el municipio de Aldana (N) y su estructura de pavimento en concreto asfáltico, en una longitud de 2,88 kilómetros utilizando métodos de diseño normalizados y estableciendo las especificaciones técnicas correspondientes y la cuantificación económica del proyecto.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Realizar un diagnóstico visual del estado actual de la vía con el fin de establecer los sitios de mayor atención y prioridad para la rectificación geométrica de la vía y el diseño final de la estructura del pavimento flexible utilizando el método racional.
- Obtener el perfil estratigráfico del suelo en cada unidad de diseño mediante el análisis de los ensayos de humedad, límites de consistencia, granulometría y ensayos de C.B.R.
- Obtener el presupuesto general del proyecto de pavimentación de acuerdo a la estructura diseñada.

- Formular el Plan de Manejo Ambiental relacionado con la construcción de la pavimentación de esta vía.

## **1. ASPECTOS GENERALES**

### **1.1 LOCALIZACION**

El Municipio de Aldana está localizado al sur de la región Andina del Departamento de Nariño y su cabecera municipal se encuentra ubicada a una distancia de 95 kilómetros de la ciudad de Pasto y a tan solo 12 kilómetros de la ciudad de Ipiales, polo de desarrollo regional de la llamada Exprovincia de Obando (ver Figuras 1, 2 y 3).

Los límites actuales del Municipio, son: al norte con el municipio de Guachucal, al occidente con el municipio de Guachucal y Cuaspud – Carlosama, al oriente con el municipio de Pupiales y al sur los municipios de Cuaspud – Carlosama e Ipiales.

En las Figuras 4 y 5 se puede observar la vereda El Chorrillo y el punto de partida desde la cabecera municipal hacia la vereda, importante foco de desarrollo para el municipio de Aldana.

Figura 1. Ubicación del Municipio de Aldana en el Departamento de Nariño



Figura 2. Mapa vial Departamento de Nariño

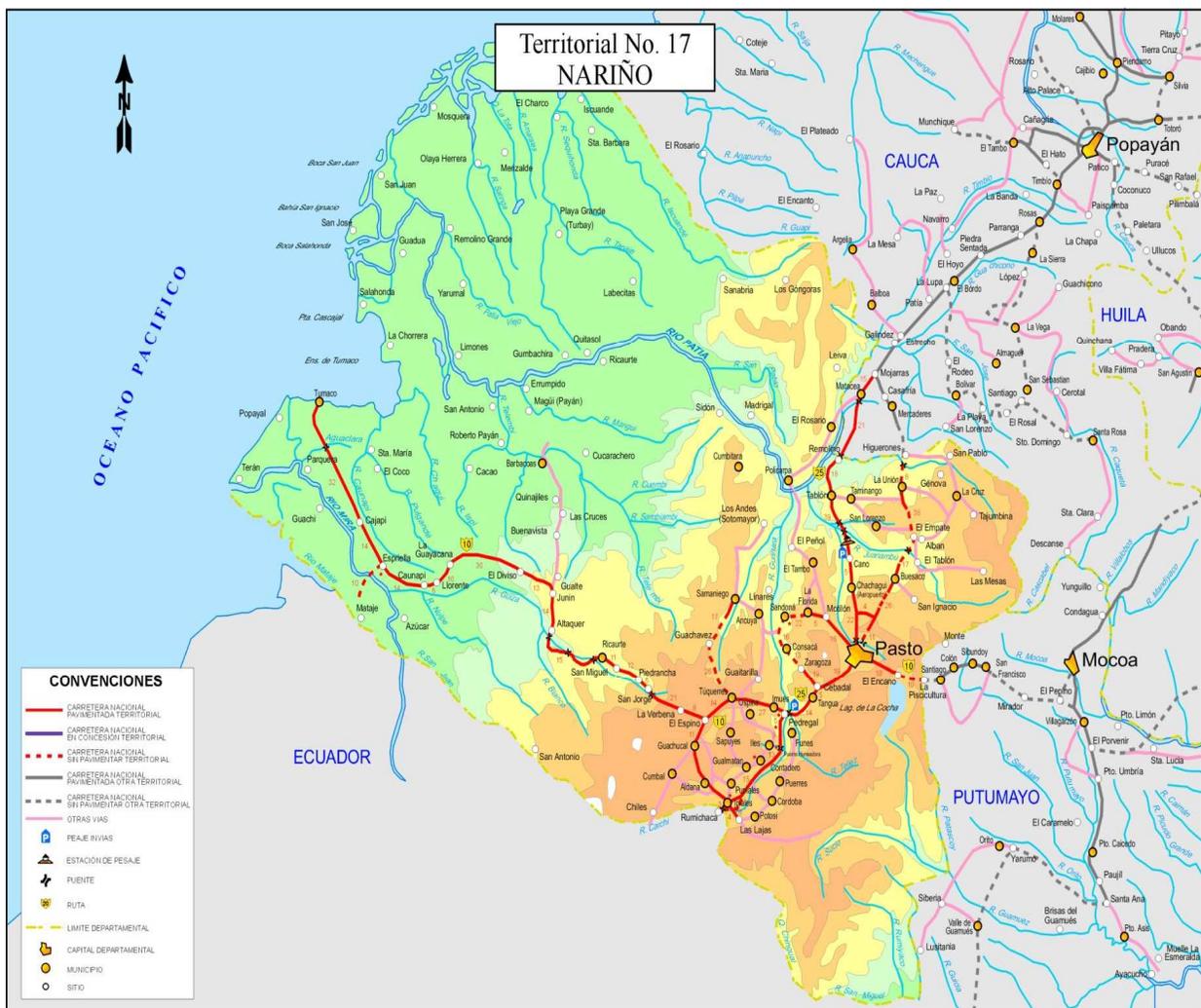


Figura 3. Ubicación regional del proyecto



**Figura 4. Vereda El Chorrillo**



**Figura 5. K0+000 – Inicio de la vía**



## **1.2 POBLACION**

En la actualidad su población es de 11.230 habitantes\*. La inmensa mayoría de la población (85%) es indígena y el resto son campesinos de bajos recursos económicos. La mayoría de la población pertenece al Cabildo Indígena de Pastás – Aldana.

## **1.3 RED VIAL MUNICIPAL**

El municipio de Aldana posee una red vial rural sin pavimentar en regulares condiciones de afirmado con una longitud aproximada de 30 kilómetros. A través de dicha red vial se comunica la cabecera municipal con las diferentes veredas.

La cabecera municipal de Aldana se ubica a 12 kilómetros de la ciudad de Ipiales y se comunica con ella por una vía asfaltada en regular estado de conservación y mantenimiento.

Dentro de la red vial del municipio, la arteria principal es la vía que comunica a Aldana con las veredas del Chorrillo y Caupuerán por cuanto es el eje vial de la mayoría de veredas que integran el Municipio y por donde se transporta la producción agropecuaria del mismo. Además, esta vía es alterna a la carretera Aldana – Guachucal y sirve de acceso al sector norte del municipio por donde hace su paso el Oleoducto Trasandino que transporta el petróleo desde el Putumayo hasta Tumaco.

La vía objeto del presente trabajo tiene una longitud aproximada de 3 kilómetros desde la cabecera municipal de Aldana hasta la vereda El Chorrillo. Presenta una

\* *Censo DANE 1995*

topografía ondulada y está afirmada en su totalidad. Las características geométricas de la vía son aceptables tratándose de una vía de carácter terciario.

#### **1.4 TOPOGRAFIA**

La topografía del Municipio de Aldana y en especial de la zona de influencia del proyecto vial objeto del presente trabajo, es de características onduladas sin la presencia de grandes accidentes montañosos. La totalidad del terreno de la zona de influencia del proyecto es cultivable.

#### **1.5 CLIMA**

El municipio de Aldana se caracteriza por tener un clima frío con una temperatura promedio de 12 grados centígrados, debido a que se encuentra ubicada a una altura promedio de 3.000 metros sobre el nivel del mar.

El régimen de lluvias es moderado y presenta los ciclos normales de la zona Andina con una precipitación anual de 870 mm, siendo los meses de mayor precipitación Abril, Mayo, Octubre y Noviembre.

#### **1.6 VEGETACION**

La mayor parte de los terrenos tienen como vegetación arbustos y matorrales de clima frío, así como algunos sectores de pastos para la ganadería y mayoritariamente se observan terrenos de minifundio dedicados al cultivo de la papa, el cual es el fundamento de la economía de la región.

## **1.7 SERVICIOS PUBLICOS**

El Municipio de Aldana presenta adecuados servicios públicos en cuanto a redes de acueducto, alcantarillado, energía eléctrica y telefonía. Así mismo cuenta con centros de educación preescolar, primaria y secundaria y un eficiente sistema de atención en salud para sus habitantes.

## **1.8 ACTIVIDAD ECONOMICA**

La actividad económica principal de la población es la agricultura con la producción de papa, maíz y trigo entre otros cultivos. Igualmente es importante la ganadería, principalmente de bovinos, con una muy buena producción de leche. Teniendo en cuenta la situación geográfica fronteriza con la República del Ecuador, el comercio es otra actividad económica importante.

## **1.9 MANO DE OBRA**

La mano de obra no calificada necesaria para ejecutar la construcción de la pavimentación de la vía Aldana – Chorrillo se encuentra disponible localmente. La mano de obra calificada y operadores de maquinaria se consiguen en el municipio de Ipiales.

## **1.10 MATERIALES**

En la región se consiguen los materiales básicos para la construcción de este tipo de obras. Los materiales especializados como materiales para sub-base, base y carpeta asfáltica se obtienen en las canteras y Plantas de mezcla asfáltica ubicadas en el sector de Pilcuán, ubicado a una distancia de 50 kilómetros del sitio de la obra.

## **1.11 UBICACIÓN DENTRO DE LOS PLANES DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y DE DESARROLLO VIGENTES**

El proyecto es perfectamente válido dentro de las estrategias de desarrollo previstas en los Planes de Desarrollo y de Ordenamiento Territorial del Municipio de Aldana , planes ya aprobados y planteados dentro del marco de la Ley 388 de 1.997 y demás normas aplicables para el caso, por cuanto la construcción de la Pavimentación de la vía Aldana – Chorrillo implica una nueva dinámica de desarrollo a corto, mediano y largo plazo, beneficiando a la comunidad de baja estratificación socio-económica.

## **2. DETERMINACIÓN Y PROYECCIÓN DEL VOLUMEN DE TRÁNSITO VEHICULAR**

Teniendo en cuenta que las características generales de la vía Aldana – Chorrillo y considerando que el concreto asfáltico es el material más conveniente por razones de tipo económico fundamentalmente y teniendo en cuenta que su utilización es accesible en la región, se presenta como una alternativa la pavimentación de la vía utilizando dicho material para la capa de rodadura.

Dentro del proceso de materialización de los proyectos viales, es de vital importancia la cuantificación real de las diversas variables que intervienen como datos fundamentales para el diseño de cada uno de los elementos constitutivos del proyecto. Dentro de esas variables se encuentra que la cuantificación del tránsito futuro es la piedra angular que soporta el diseño de una vía en todas sus características; de allí que sea de trascendental importancia utilizar métodos de cálculo con mínimo margen de error.

De acuerdo a la cuantificación previa del tránsito vehicular diario actual en la vía, la cual establece un número de vehículos pesados inferior a 50 unidades diarias, se adopta como norma el Manual de Diseño de Pavimentos Asfálticos en vías con Bajos Volúmenes de Tránsito establecida por el Instituto Nacional de Vías, INVIAS.

Previa consideración de las características de la vía en estudio, se hizo un conteo de tránsito no direccional durante 18 horas diarias y por un período de 7 días, discriminando los vehículos en tres clases: Automóviles, Buses y Camiones, cuyo resultado resumen se presenta en la Tabla 1.

Tabla 1. Conteo de tránsito

FECHA	TIPO DE VEHÍCULO		
	AUTOMÓVILES	BUSES	CAMIONES
Lunes Octubre 19 – 2009	217	17	35
Martes Octubre 20 – 2009	245	11	26
Miércoles Octubre 21 – 2009	276	9	38
Jueves Octubre 22 – 2009	263	4	49
Viernes Octubre 23 – 2009	252	11	46
Sábado Octubre 24 – 2009	325	9	53
Domingo Octubre 25 – 2009	173	6	17
<b>TOTAL</b>	1751	67	264
<b>Tránsito Atraído** (10%)</b>	175	7	27
<b>TRÁNSITO TOTAL</b>	1926	74	291
<b>PROMEDIO DIARIO</b>	275	11	42
<b>%</b>	83.85	3.35	12.80
<b>TRÁNSITO PROMEDIO DIARIO SEMANAL (TPDS)</b>			<b>328</b>

\*\* Tránsito atraído se asume % teniendo en cuenta el cambio de costumbre de viaje debido al nuevo proyecto

Tránsito promedio diario semanal (TPDS) 2009: 328 vehículos / día

275 automóviles	=	83.85%
11 buses	=	3.35%
42 camiones	=	12.80%

Considerando que se tendrá un ancho de calzada de 6 m, el tránsito de diseño se toma como el 50% del tránsito total en los dos sentidos (no direccional).

Tránsito actual:  $T_a = 275$  Automóviles

11 Buses

42 Camiones

Cálculo del Tránsito futuro ( $T_f$ ):

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

Donde:  $T_a$  = Tránsito promedio diario actual

$i$  = Tasa de crecimiento anual = 2.5% (experiencias regionales)

$n$  = Periodo de diseño = 15 años

$T_f = 398$  Automóviles (83,8 %)

16 Buses (3.4 %)

61 Camiones (12.8 %)

Total vehículos = 475 vehículos / día

### 3. ESTUDIO DE SUELOS DE LA SUBRASANTE

#### ESTUDIO DE SUELOS VIA ALDANA – EL CHORRILLO

Figura 6. Estudio de suelos



### **3.1 DESCRIPCIÓN DE APIQUES Y TOMA DE MUESTRAS**

El objetivo del estudio de suelos realizado en la subrasante de la vía Aldana – El Chorrillo es obtener el perfil estratigráfico y la resistencia del suelo mediante el análisis de los ensayos de humedad, límites de consistencia, granulometría y ensayo de C.B.R in situ.

Para este fin se programó 4 apiques a cielo abierto de una profundidad de 1.80 m. y la toma de 10 C.B.R in situ a lo largo de la vía.

Sobre las muestras alteradas se realizaron ensayos de humedad natural, límites de consistencia, granulometrías.

La estratigrafía de los apiques realizados es la siguiente:

#### **Apique 1 K 0+780**

De 0.00 m. a 0.90 m. capa de recebo

De 0.90 a 1.80 m. suelo areno arcilloso de consistencia media, color café con betas negras, humedad natural de 45.55%, límite líquido de 48%, límite plástico de 31.05%, índice de plasticidad de 16.95% y C.B.R de 8% hasta una profundidad de 0.36 m, de 0.36 m. a 1.50 m. C.B.R de 5%, peso específico 1.99 gr/cm<sup>3</sup>

#### **Apique 2 K 1+ 490**

De 0.00 m. a 0.10 m. capa de recebo

De 0.10 m. a 1.80 m. suelo areno arcilloso de consistencia firme, color negro, humedad natural de 44.78%, límite líquido de 49%, límite plástico de 31.39%, índice de plasticidad de 17.61% y C.B.R de 13%, Peso específico de 1.99 gr/cm<sup>3</sup>

### **Apique 3 K 2+ 190**

De 0.00 m. a 0.40 capa vegetal

De 0.40 m. a 1.80 suelo areno arcilloso, de consistencia blanda, color negro, humedad natural de 46.60%, límite líquido de 48%, límite plástico de 31.03%, índice de plasticidad de 16.97% y C.B.R de 5.5%, Peso específico de 1.99 gr/cm<sup>3</sup>

### **Apique 4 K 2+ 890**

De 0.00 m. a 1.0 m. capa vegetal

De 1.0 m. a 1.80 m. suelo areno arcilloso, de consistencia media, color café, humedad natural de 46.84%, límite líquido de 48%, límite plástico de 31.09%, índice de plasticidad de 16.91% y C.B.R de 7%, Peso específico de 1.99 gr/cm<sup>3</sup>

## **3.2 DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE CBR DEL SUELO**

Para determinar la Capacidad de Soporte del Suelo de subrasante de la vía en estudio, se procede a aplicar el método de toma de CBR in situ. Éste, es un método adecuado para determinar la capacidad de soporte de un material en el lugar donde será sometido a las sollicitaciones de la estructura que soportará.

Cuando el material ha estado en el lugar por varios años, la humedad no es constante pero fluctúa dentro de rangos estrechos y el ensayo CBR in situ se considera como un indicador satisfactorio de la capacidad de soporte del suelo.

Por lo general, se elige un lugar donde no haya piedras mayores a 3/4", deberá removerse el material suelto y nivelar la superficie, luego se coloca un sistema de reacción montando un gato, con anillo dinamométrico y pistón en forma vertical, (tal como se indica en el registro fotográfico), aplicando la reacción con un vehículo.

Se colocan los anillos de sobrecarga directamente al suelo y se carga el pistón al suelo con una fuerza menor que 4,54 kg. Se instala un dial comparador para registrar las lecturas de deformaciones al realizar la penetración, en un punto que permanezca constante e inmóvil (por ejemplo una viga empotrada al suelo en poyos de hormigón).

La forma de expresar los resultados es trazando la curva tensión o esfuerzo contra penetración, corrigiendo la curva si fuese necesario y calculando el CBR in situ, usando los valores de penetración de 0,1" y 0,2".

Los resultados de resistencia de la subrasante en las diferentes abscisas de la vía son los siguientes:

<b>ABSCISA</b>	<b>C.B.R %</b>
K0+300	7 L.D
K0+600	5 L.I
K0+900	5 L.D
K1+200	3.5 L.I
K1+500	5.5 L.D
K1+800	4.0 L.I
K2+100	6.0 L.D
K2+400	5.5 L.I
K2+700	8.0 L.D
K3+000	6.0 L.I

Los resultados de laboratorio se indican en el Anexo 2.

**3.3 REGISTRO FOTOGRÁFICO TRABAJO DE CAMPO REALIZADO**

**Figura 7. Apique1**



**Figura 8 Apique 1**



**Figura 9. Apique2**



**Figura 10. Apique2**



**Figura 11. Apique 3**



**Figura 12. Apique 3**



**Figura 13. Apique 4**



**Figura 14. Apique 4**



## TOMA DE C.B.R

Figura 15 K0+300



Figura 16. K0+600 L.I



**Figura 17. K0+900 L.D**



**Figura 18. K1+200 L.I**



**Figura 19. K1+500 L.D**



#### **4. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DE LA VÍA**

Para obtener la información necesaria para la rectificación geométrica de la vía en sus diferentes parámetros, se procedió a realizar el levantamiento topográfico detallado de la misma, tanto en planta como en perfil, incluyendo la zona aledaña a la vía existente.

El levantamiento topográfico se realizó con el empleo de equipos de precisión y personal calificado utilizado normalmente para este tipo de trabajos.

De este proceso se obtuvo la planta general del proyecto, donde se incluye la ubicación de las diferentes obras de arte y de drenaje existentes y que pueden ser utilizadas para la pavimentación del sector en estudio.

De igual manera, se obtuvo los diferentes datos de altimetría correspondientes al perfil longitudinal y a las secciones transversales del terreno que circunda a la vía. Lo anterior está plasmado en los planos anexos al presente trabajo.

## **5. RECTIFICACION GEOMÉTRICA DE LA VÍA**

La vía en estudio posee unas características de trazado geométrico correspondientes a una vía terciaria, las cuales se consideran apropiadas para el tráfico proyectado. Es lógico que donde sea posible y se requiera, se mejore las características geométricas de la vía.

En el presente estudio se realiza el cálculo de todos los elementos geométricos de diseño vial con las especificaciones correspondientes a una vía terciaria, conservando el trazado geométrico actual sin mayores modificaciones, debido a las siguientes razones fundamentales:

- La vía en estudio atraviesa en un 100% terrenos de microfundio pertenecientes al cabildo de Pastás de Aldana, en los cuales existen numerosas viviendas. Esta situación hace que unas posibles negociaciones para intervenir dichos predios sean prácticamente imposibles de realizar por cuanto las entidades territoriales no pueden adquirir predios que sean pertenecientes a resguardos indígenas. La otra alternativa que sería negociar la autorización de intervención en los predios, es muy difícil de conseguir por cuanto las experiencias recientes en el caso de la concertación para la construcción de la nueva pista para el Aeropuerto San Luis y el paso de la Red de Interconexión Eléctrica hacia el Ecuador, demandaron altos costos adicionales a pagar a los resguardos.

- Analizando el trazado actual se observa que las entretangencias existentes cumplen con los parámetros geométricos establecidos para la velocidad de diseño adoptada, sin requerir mayores modificaciones.
- Las pendientes longitudinales existentes en la vía no superan el 10%, salvo un tramo ubicado entre las abscisas K1+190 y K1+390, en el cual la pendiente es del 12%. Por lo tanto, si consideramos que la vía se encuentra ubicada en un terreno montañoso en su totalidad, se considera que el trazado actual es adecuado para dichas condiciones.
- En la vía actual se encuentran construidas y en funcionamiento adecuado varias obras de drenaje, como es el caso de las alcantarillas para aguas lluvias; así mismo el afirmado se encuentra en buenas condiciones. Por lo tanto, estos elementos de la vía pueden seguir siendo utilizados al realizar la pavimentación, disminuyendo los costos de ejecución del proyecto.

## **5.1 ALINEAMIENTO HORIZONTAL**

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

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

En el alineamiento horizontal se utilizan curvas circulares simples y para el diseño se utilizan los siguientes elementos de diseño y su respectiva nomenclatura:

$V$  = velocidad de diseño = 50 km/hora.

$c$  = cuerda (terrenos montañosos) = 5 m.

R = radio de la curva.

G = grado de la curva.

PI = Punto de Inflexión

PC = Principio de la Curva

PT = Principio de la Tangente

$\Delta$  = Ángulo de deflexión de la curva cuyo sentido derecho o izquierdo será el de la curva. Se obtiene de datos del levantamiento topográfico.

T = Tangente

CL = Cuerda Larga

E = Externa

M = Ordenada media o Flecha

L = Longitud de la curva

Con base en la geografía física colombiana, en nuestro medio se emplean los valores de velocidad de diseño, según la clase de terrenos. La vía Aldana – El Chorrillo tiene un terreno de tipo Montañoso con altas pendientes y para un tráfico ligero, menor a 500 vehículos diarios, la Velocidad de Diseño es de 50 km/hora.\*

Todos estos elementos se relacionan entre sí mediante las siguientes fórmulas:

$$R = \frac{c/2}{\text{Sen}G/2}$$

$$T = R \tan \Delta / 2$$

$$CL = 2R \text{Sen} \Delta / 2$$

$$E = T \tan \Delta / 4$$

\* Paulo Emilio Bravo, *Trazado y Localización de Carreteras*, Pág 135

$$M = R(1 - \cos \Delta / 2)$$

$$L = \frac{c\Delta}{G}$$

El cálculo de cada uno de los elementos de las curvas y las carteras correspondientes se expone más adelante.

## **5.2 ALINEAMIENTO VERTICAL**

El perfil longitudinal está formado por la rasante constituida por una serie de rectas enlazadas por arcos verticales parabólicos, a los cuales dichas rectas son tangentes.

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

Las curvas verticales entre dos pendientes sucesivas permiten lograr una transición paulatina entre pendientes de distinta magnitud y/o sentido, eliminando el quiebre de la rasante. El adecuado diseño de ellas asegura las distancias de visibilidad requeridas por el proyecto.

A efectos de definir el perfil longitudinal se considerarán prioritarias las características funcionales de seguridad y comodidad, que se deriven de la visibilidad disponible, de la deseable ausencia de pérdidas de trazado y de una variación continua y gradual de parámetros.

En el diseño en perfil o alineamiento vertical, la influencia de las pendientes es notable en la regulación de las velocidades que pueden desarrollar los vehículos,

particularmente los de mayor peso. De ahí la importancia de establecer las relaciones entre unas y otras para hacer concordantes las normas de diseño en planta y en perfil, y determinar las pendientes máximas y la longitud máxima aceptable para tales pendientes.

Teniendo en cuenta las normas vigentes, para una velocidad de 50 km/h, las máximas pendientes están comprendidas entre el 5% y 12%, se adopta como pendiente longitudinal máxima el 12%. Se utilizó en el diseño curvas verticales cóncavas y convexas definidas con los siguientes elementos:

PIV = Punto de Inflexión Vertical

PCV = Punto de Comienzo de la curva Vertical

PTV = Punto de Terminación de la curva Vertical

L = Longitud de la curva vertical y es la distancia en proyección horizontal desde el PCV al PTV. La longitud más conveniente es:

$$L = k * i \quad \text{donde:}$$

k = 12 para una velocidad de diseño de 50 km/h.

i = Cambio entre las pendientes longitudinales.

y = Corrección de pendiente en la parábola de la curva vertical

En las curvas verticales simétricas se cumple la siguiente relación:

$$y = \frac{L * i * (X^2)}{8(L/2)^2}$$

En las curvas verticales asimétricas se utiliza las siguientes relaciones:

$$y_1 = e(X_1 / L_1)^2$$

$$y_2 = e(X_2 / L_2)^2$$

$$L = L_1 + L_2$$

$$e = \frac{i * L_1 * L_2}{2(L_1 + L_2)}$$

donde:

$y_1$  = Corrección por pendiente de la cota de la parábola asimétrica en el tramo más largo.

$y_2$  = Corrección por pendiente de la cota de la parábola asimétrica en el tramo más corto.

$L_1$  = Longitud tramo mayor de la curva vertical asimétrica.

$L_2$  = Longitud tramo menor de la curva vertical asimétrica.

$e$  = Externa de la curva vertical.

El cálculo de estos elementos de diseño en perfil se indica más adelante en las respectivas carteras de diseño.

### 5.3 TRANSICIÓN DEL PERALTADO

La sección transversal de la calzada o zona de rodamiento de una carretera tiene su característica según se considere la vía en tangente o en curva. En tangente se configura el bombeo que facilita el escurrimiento de las aguas lluvias a cada lado. Y en curva, la aplicación del peralte determina la inclinación uniforme de la calzada hacia el centro de curvatura.

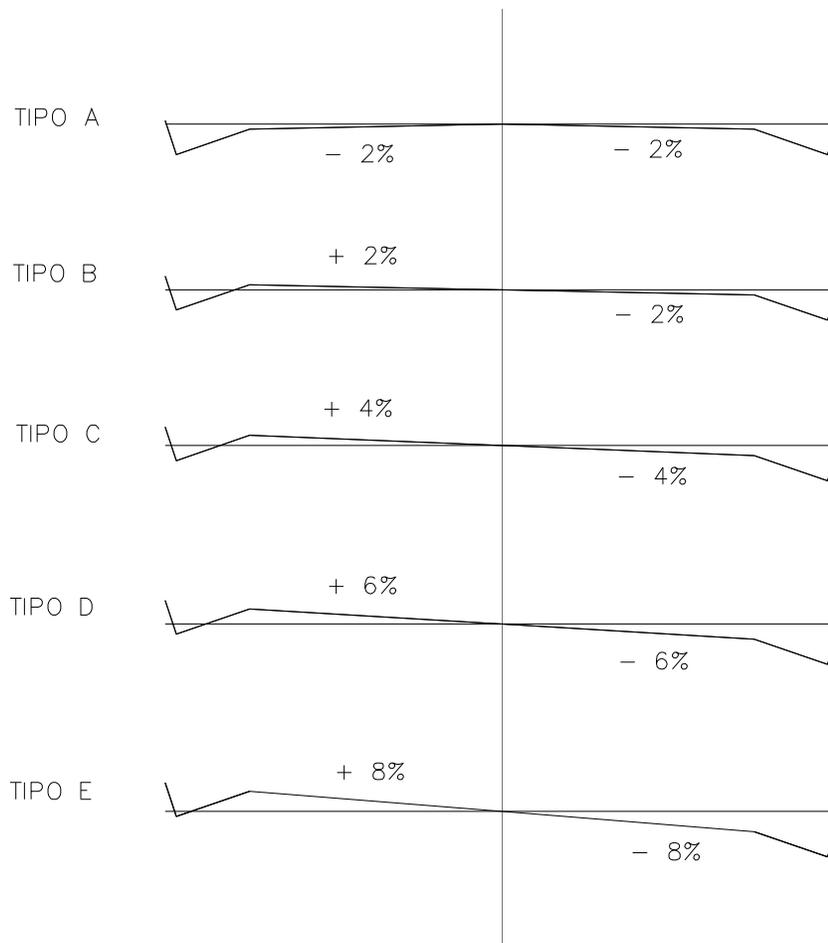
Por razones de orden práctico el valor máximo del peralte debe limitarse, ya que un peralte exagerado puede provocar el deslizamiento del vehículo hacia el interior de la curva cuando circula a baja velocidad o se ve obligado a detenerse. De otra parte un peralte reducido resulta inadecuado porque limita la velocidad en las curvas.

Con base en varias recomendaciones de diseño la AASHO recomienda utilizar varios valores de peralte como máximos y no uno solo al fijar las condiciones de diseño de las curvas y no exceder en ningún caso al peralte de 12%. Para carreteras, en Colombia, rige como peralte máximo el 10%.

Para el diseño de la vía Aldana – El Chorrillo, se adopta como pendiente transversal en tangente el 2% y para el peraltado por transición se utiliza una pendiente transversal máxima del 8% y una longitud de transición mínima de 30 metros, para la velocidad de diseño de 50 km/h \*. Se aplica las secciones tipo mostradas en la Figura 20, más secciones especiales cuando la topografía lo amerita.

\* Tomado de "Cuadro de longitudes de tramos de transición". TRAZADO Y LOCALIZACION DE CARRETERAS – PAULO EMILIO BRAVO

**Figura 20. Secciones Tipo para la Transición del Peralto**



#### 5.4 DISEÑO EN PLANTA

ABSCISA EJE		DEFLEXIONES		
PUNTO	Km	(°)	(')	$dc(°)=(0.5 \cdot Gc/C) \cdot (X2-X1)$
	0+000.00			
PC	0+007.17	0	0	0,00
	0+010.00	0	28	0,47
CURVA # 1	0+015.00	1	17	1,29
	0+020.00	2	7	2,12
PT	0+023.82	2	45	2,75
	0+030.00			
	0+040.00			
	0+050.00			
	0+060.00			
	0+070.00			
	0+080.00			
PC	0+089.58	0	0	0,00
	0+090.00	0	12	0,21
	0+095.00	2	40	2,68
	0+100.00	5	9	5,15
CURVA # 2	0+105.00	7	36	7,61
	0+110.00	10	4	10,08
	0+115.00	12	33	12,55
	0+120.00	15	1	15,02
PT	0+121.38	15	42	15,70
	0+130.00			
	0+140.00			
PC	0+148.63	0	0	0,00
	0+150.00	0	22	0,38
	0+155.00	1	45	1,75
	0+160.00	3	7	3,12
CURVA # 3	0+165.00	4	29	4,49
	0+170.00	5	51	5,86
	0+175.00	7	13	7,23
	0+180.00	8	36	8,60
PT	0+183.25	9	29	9,49
	0+190.00			
	0+200.00			

ABSCISA EJE		DEFLEXIONES		
PUNTO	Km	(°)	(')	$dc(°)=(0.5 \cdot Gc/C) \cdot (X2-X1)$
	0+210.00			
	0+220.00			
	0+230.00			
	0+240.00			
PC	0+242.30	0	0	0,00
	0+245.00	0	7	0,12
	0+250.00	0	20	0,34
	0+255.00	0	33	0,56
CURVA # 4	0+260.00	0	47	0,79
	0+265.00	1	0	1,01
	0+270.00	1	13	1,23
	0+275.00	1	28	1,45
	0+280.00	1	36	1,58
PT	0+284.81	1	50	1,80
	0+290.00			
	0+300.00			
	0+310.00			
	0+320.00			
	0+330.00			
	0+340.00			
	0+350.00			
	0+360.00			
	0+370.00			
	0+380.00			
	0+390.00			
	0+400.00			
	0+410.00			
	0+420.00			
	0+430.00			
PC	0+430.31	0	0	0,00
	0+435.00	4	42	4,70
	0+440.00	9	43	9,72
CURVA # 5	0+445.00	14	44	14,73
	0+450.00	19	45	19,75
	0+455.00	24	45	24,76
PT	0+455.41	25	10	25,17

ABSCISA EJE		DEFLEXIONES		
PUNTO	Km	(°)	(')	$dc(°)=(0.5 \cdot Gc/C) \cdot (X2-X1)$
	0+460.00			
	0+470.00			
	0+480.00			
	0+490.00			
	0+500.00			
PC	0+519.66	0	0	0,00
	0+520.00	0	7	0,12
	0+525.00	1	26	1,43
CURVA # 6	0+530.00	2	45	2,75
	0+535.00	4	3	4,06
	0+540.00	5	23	5,38
	0+545.00	6	42	6,70
PT	0+549.05	7	44	7,76
	0+550.00			
	0+560.00			
	0+570.00			
	0+580.00			
PC	0+583.87	0	0	0,00
	0+585.00	1	9	1,16
	0+590.00	6	16	6,27
CURVA # 7	0+595.00	11	23	11,39
	0+600.00	16	30	16,51
	0+605.00	21	37	21,62
PT	0+608.69	25	24	25,40
	0+610.00			
	0+620.00			
	0+630.00			
PC	0+633.62	0	0	0,00
	0+635.00	1	0	1,01
	0+640.00	4	41	4,68
	0+645.00	8	20	8,34
CURVA # 8	0+650.00	12	0	12,01
	0+655.00	15	40	15,67
	0+660.00	19	20	19,34
	0+665.00	23	0	23,00
PT	0+666.56	24	9	24,14

ABSCISA EJE		DEFLEXIONES		
PUNTO	Km	( <sup>o</sup> )	(')	$dc(^{\circ})=(0.5 \cdot Gc/C) \cdot (X2-X1)$
	0+670.00			
	0+680.00			
	0+690.00			
	0+700.00			
	0+710.00			
	0+720.00			
	0+730.00			
	0+740.00			
	0+750.00			
	0+760.00			
PC	0+765.57	0	0	0,00
CURVA # 9	0+770.00	5	33	5,56
	0+775.00	11	50	11,84
PT	0+780.05	18	10	18,17
	0+790.00			
	0+800.00			
	0+810.00			
	0+820.00			
	0+830.00			
PC	0+840.76	0	0	0,00
	0+845.00	0	31	0,52
	0+850.00	1	8	1,14
CURVA # 10	0+855.00	1	45	1,75
	0+860.00	2	22	2,37
	0+865.00	2	59	2,98
	0+870.00	3	36	3,60
PT	0+871.24	3	45	3,75
	0+880.00			
	0+890.00			
	0+900.00			
PC	0+901.21	0	0	0,00
	0+905.00	2	3	2,06
CURVA # 11	0+910.00	4	46	4,77
	0+915.00	7	29	7,49
PT	0+917.04	8	36	8,60
	0+920.00			

ABSCISA EJE		DEFLEXIONES		
PUNTO	Km	( $\theta$ )	( $'$ )	$dc(\theta)=(0.5 \cdot Gc/C) \cdot (X2-X1)$
	0+930.00			
	0+940.00			
PC	0+945.18	0	0	0,00
	0+950.00	1	50	1,83
CURVA # 12	0+955.00	3	44	3,73
	0+960.00	5	38	5,63
PT	0+962.50	6	35	6,58
	0+970.00			
	0+980.00			
	0+990.00			
	1+000.00			
	1+010.00			
	1+020.00			
	1+030.00			
	1+040.00			
	1+050.00			
	1+060.00			
	1+070.00			
	1+080.00			
	1+090.00			
	1+100.00			
PC	1+101.34	0	0	0,00
	1+105.00	0	56	0,93
	1+110.00	2	11	2,19
	1+115.00	3	27	3,46
	1+120.00	4	43	4,72
	1+125.00	5	59	5,99
	1+130.00	7	15	7,25
CURVA # 13	1+135.00	8	31	8,52
	1+140.00	9	46	9,78
	1+145.00	11	3	11,05
	1+150.00	12	18	12,31
	1+155.00	13	35	13,58
PT	1+158.83	14	33	14,55
	1+160.00			
	1+170.00			

ABSCISA EJE		DEFLEXIONES		
PUNTO	Km	( $\theta$ )	( $'$ )	$dc(\theta)=(0.5 \cdot Gc/C) \cdot (X2-X1)$
	1+180.00			
PC	1+188.11	0	0	0,00
	1+190.00	0	38	0,63
	1+195.00	2	18	2,31
CURVA # 14	1+200.00	3	59	3,99
	1+205.00	5	40	5,67
	1+210.00	7	21	7,35
	1+215.00	9	2	9,03
PT	1+221.40	11	11	11,18
	1+230.00			
PC	1+232.03	0	0	0,00
	1+235.00	0	23	0,39
	1+240.00	1	3	1,05
	1+245.00	1	43	1,72
	1+250.00	2	23	2,38
CURVA # 15	1+255.00	3	2	3,04
	1+260.00	3	42	3,70
	1+265.00	4	21	4,36
	1+270.00	5	1	5,02
	1+275.00	5	41	5,69
	1+280.00	6	21	6,35
PT	1+282.01	6	36	6,61
	1+290.00			
	1+300.00			
PC	1+306.33	0	0	0,00
	1+310.00	0	36	0,61
	1+315.00	1	26	1,44
CURVA # 16	1+320.00	2	16	2,27
	1+325.00	3	6	3,10
	1+330.00	3	56	3,94
	1+335.00	4	48	4,77
PT	1+335.04	4	48	4,77
	1+340.00			
	1+350.00			
	1+360.00			
PC	1+365.19	0	0	0,00

ABSCISA EJE		DEFLEXIONES		
PUNTO	Km	( <sup>o</sup> )	(')	$dc(^{\circ})=(0.5*Gc/C)*(X2-X1)$
	1+370.00	0	37	0,61
	1+375.00	1	14	1,24
	1+380.00	1	53	1,88
	1+385.00	2	30	2,51
	1+390.00	3	8	3,14
CURVA # 17	1+395.00	3	46	3,77
	1+400.00	4	24	4,41
	1+405.00	5	2	5,04
	1+410.00	5	40	5,67
	1+415.00	6	19	6,31
	1+420.00	6	56	6,94
PT	1+423.03	7	19	7,32
	1+430.00			
	1+440.00			
	1+450.00			
	1+460.00			
PC	1+469.49	0	0	0,00
	1+470.00	0	0	0,01
	1+475.00	0	8	0,14
	1+480.00	0	15	0,26
	1+485.00	0	22	0,38
	1+490.00	0	30	0,50
	1+500.00	0	38	0,63
CURVA # 18	1+505.00	0	45	0,75
	1+510.00	0	52	0,87
	1+520.00	1	0	1,00
	1+525.00	1	7	1,12
	1+530.00	1	14	1,24
	1+535.00	1	21	1,36
	1+540.00	1	29	1,49
PT	1+544.29	1	35	1,59
	1+550.00			
	1+560.00			
	1+570.00			
	1+580.00			
	1+590.00			

ABSCISA EJE		DEFLEXIONES		
PUNTO	Km	(°)	(')	$dc(°)=(0.5 \cdot Gc/C) \cdot (X2-X1)$
PC	1+592.46	0	0	0,00
	1+595.00	0	28	0,47
CURVA # 19	1+600.00	1	24	1,40
	1+605.00	2	20	2,34
PT	1+608.13	2	55	2,92
	1+610.00			
	1+620.00			
	1+630.00			
	1+640.00			
	1+650.00			
	1+660.00			
	1+670.00			
	1+680.00			
	1+690.00			
PC	1+695.06	0	0	0,00
	1+700.00	1	3	1,06
	1+705.00	2	7	2,12
CURVA # 20	1+710.00	3	11	3,19
	1+715.00	4	15	4,26
	1+720.00	5	20	5,33
	1+725.00	6	23	6,39
PT	1+729.30	7	18	7,31
	1+730.00			
	1+740.00			
	1+750.00			
	1+760.00			
	1+770.00			
	1+780.00			
	1+790.00			
	1+800.00			
	1+810.00			
	1+820.00			
	1+830.00			
	1+840.00			
PC	1+843.17	0	0	0,00
	1+845.00	0	14	0,24
	1+850.00	0	54	0,91

ABSCISA EJE		DEFLEXIONES		
PUNTO	Km	( <sup>o</sup> )	(')	$dc(\text{')}=(0.5 \cdot Gc/C) \cdot (X2-X1)$
	1+855.00	1	35	1,58
	1+860.00	2	15	2,25
	1+865.00	2	55	2,92
CURVA # 21	1+870.00	3	35	3,59
	1+875.00	4	15	4,26
	1+880.00	4	56	4,93
	1+885.00	5	36	5,60
	1+890.00	6	16	6,27
	1+895.00	6	56	6,94
PT	1+896.15	7	6	7,09
	1+900.00			
	1+910.00			
	1+920.00			
	1+930.00			
PC	1+933.67	0	0	0,00
	1+935.00	0	12	0,20
	1+940.00	0	57	0,96
CURVA # 22	1+945.00	1	44	1,73
	1+950.00	2	29	2,49
PT	1+951.10	2	38	2,66
	1+960.00			
	1+970.00			
PC	1+976.75	0	0	0,00
	1+980.00	1	1	1,02
	1+985.00	2	35	2,59
	1+990.00	4	9	4,15
CURVA # 23	1+995.00	5	43	5,72
	2+000.00	7	17	7,29
	2+005.00	8	51	8,85
	2+010.00	10	25	10,42
	2+015.00	11	59	11,99
PT=PC	2+019.85	13	30	13,51
	2+020.00	0	5	0,09
CURVA # 24	2+025.00	3	7	3,13
	2+030.00	6	9	6,16
PT	2+034.23	8	44	8,73
	2+040.00			

ABSCISA EJE		DEFLEXIONES		
PUNTO	Km	( $\eta$ )	( $'$ )	$dc(\eta)=(0.5 \cdot Gc/C) \cdot (X2-X1)$
	2+050.00			
PC	2+053.87	0	0	0,00
	2+055.00	0	22	0,37
	2+060.00	1	59	1,98
CURVA # 25	2+065.00	3	36	3,60
	2+070.00	5	13	5,22
PT	2+072.60	6	4	6,06
	2+080.00			
	2+090.00			
	2+100.00			
	2+110.00			
	2+120.00			
	2+130.00			
	2+140.00			
PC	2+143.56	0	0	0,00
	2+145.00	0	32	0,53
	2+150.00	2	23	2,38
	2+155.00	4	13	4,23
CURVA # 26	2+160.00	6	5	6,08
	2+165.00	7	56	7,93
	2+170.00	9	46	9,77
	2+175.00	11	37	11,62
PT	2+176.19	12	3	12,06
	2+180.00			
	2+190.00			
	2+200.00			
PC	2+203.25	0	0	0,00
	2+205.00	0	57	0,95
	2+210.00	3	39	3,65
CURVA # 27	2+215.00	6	21	6,35
	2+220.00	9	3	9,06
	2+225.00	11	45	11,76
	2+230.00	14	28	14,47
PT	2+233.54	16	24	16,38
	2+240.00			
	2+250.00			
	2+260.00			

ABSCISA EJE		DEFLEXIONES		
PUNTO	Km	(°)	(')	$dc(°)=(0.5 \cdot Gc/C) \cdot (X2-X1)$
PC	2+264.44	0	0	0,00
	2+265.00	0	18	0,31
	2+270.00	3	3	3,06
	2+275.00	5	48	5,80
	2+280.00	8	33	8,55
CURVA # 28	2+285.00	11	18	11,30
	2+290.00	14	3	14,05
	2+295.00	16	48	16,80
	2+300.00	19	33	19,55
PT	2+304.03	21	45	21,76
	2+310.00			
	2+320.00			
PC	2+323.27	0	0	0,00
	2+325.00	1	20	1,34
CURVA # 29	2+330.00	5	14	5,23
	2+335.00	9	6	9,11
PT	2+338.02	11	27	11,46
	2+340.00			
	2+350.00			
	2+360.00			
PC	2+366.15	0	0	0,00
	2+370.00	0	50	0,83
	2+375.00	1	54	1,91
	2+380.00	2	59	2,99
	2+385.00	4	4	4,07
CURVA # 30	2+390.00	5	9	5,15
	2+395.00	6	13	6,23
	2+400.00	7	18	7,30
	2+405.00	8	23	8,38
	2+410.00	9	27	9,46
PT	2+414.69	10	29	10,47
	2+420.00			
	2+430.00			
	2+440.00			
	2+450.00			
	2+460.00			
	2+470.00			

ABSCISA EJE		DEFLEXIONES		
PUNTO	Km	( $\eta$ )	( $'$ )	$dc(\eta)=(0.5 \cdot Gc/C) \cdot (X2-X1)$
	2+480.00			
	2+490.00			
PC	2+495.21	0	0	0,00
	2+500.00	1	29	1,49
CURVA # 31	2+505.00	3	3	3,05
	2+510.00	4	36	4,61
PT	2+512.33	5	20	5,33
	2+520.00			
	2+530.00			
	2+540.00			
	2+550.00			
	2+560.00			
	2+570.00			
	2+580.00			
	2+590.00			
	2+600.00			
	2+610.00			
	2+620.00			
	2+630.00			
PC	2+639.89	0	0	0,00
	2+640.00	0	5	0,09
CURVA # 32	2+645.00	4	23	4,38
	2+650.00	8	40	8,66
PT	2+654.37	12	24	12,40
	2+660.00			
	2+670.00			
	2+680.00			
PC	2+680.06	0	0	0,00
	2+685.00	3	17	3,28
CURVA # 33	2+690.00	6	35	6,59
	2+695.00	9	54	9,91
PT	2+699.78	13	4	13,08
	2+700.00			
	2+710.00			
	2+720.00			
	2+730.00			
	2+740.00			

ABSCISA EJE		DEFLEXIONES		
PUNTO	Km	( $\rho$ )	( $\rho'$ )	$dc(\rho)=(0.5 \cdot Gc/C) \cdot (X2-X1)$
	2+750.00			
	2+760.00			
PC	2+762.75	0	0	0,00
	2+765.00	1	24	1,40
	2+770.00	4	31	4,52
	2+775.00	7	38	7,64
CURVA # 34	2+780.00	10	45	10,76
	2+785.00	13	52	13,88
	2+790.00	17	0	17,01
PT	2+790.92	17	34	17,58
PC	2+793.12	0	0	0,00
	2+795.00	2	54	2,90
	2+800.00	10	37	10,62
CURVA # 35	2+805.00	18	20	18,34
	2+810.00	26	3	26,06
PT	2+812.90	30	33	30,54
	2+820.00			
	2+830.00			
	2+840.00			
PC	2+843.47	0	0	0,00
	2+845.00	1	21	1,35
	2+850.00	5	45	5,76
CURVA # 36	2+855.00	10	10	10,17
	2+860.00	14	35	14,58
	2+865.00	18	59	18,99
PT	2+869.29	22	46	22,77
	2+870.00			
	2+880.00			

#### 5.4.1 Elementos curvas horizontales

CURVA #	CUERDA C	RADIO R	GRADO G	TANGENTE T	LONGITUD L	CUERDA LARGA CL	EXTERNA E	DEFLEXION D (°)	FLECHA M	CURVA #
1	5	173,46	1°39'06"	8,33	16,65	16,64	0,20	5°30'00"	0,20	1
2	5	58,03	4°56'18"	16,31	31,81	31,41	2,25	31°24' 3 1"	2,16	2
3	5	104,56	2°44'24"	17,48	34,63	34,48	1,45	18°58' 30"	1,43	3
4	5	645,67	0°26'37"	20,29	42,51	40,56	0,35	3°46' 2 0"	0,32	4
5	5	28,60	10°01'46"	13,44	25,13	24,33	3,00	50°20' 00"	2,72	5
6	5	108,83	2°37'57"	14,83	29,39	29,39	1,00	15°28' 30"	1,00	6
7	5	28,03	10°14'02"	13,31	24,85	24,05	3,00	50°48' 20"	2,71	7
8	5	39,11	7°19'48"	17,53	32,96	31,99	3,75	48°17' 3 0"	3,42	8
9	5	22,87	12°33'05"	7,51	14,51	14,26	1,20	36°20' 0 0"	1,14	9
10	5	232,68	1°13'53"	15,25	30,48	30,44	0,50	7°30' 20"	0,50	10
11	5	52,76	5°25'55"	7,98	15,84	15,78	0,60	17°12' 0 0"	0,59	11
12	5	75,42	3°47'57"	8,70	17,32	17,28	0,50	13°09' 3 0"	0,50	12
13	5	113,24	2°31'48"	29,39	57,50	56,90	3,75	29°05' 30"	3,63	13
14	5	85,31	3°21'31"	16,86	33,29	33,08	1,65	22°21' 30"	1,62	14
15	5	216,52	1°19'23"	25,09	49,98	49,85	1,45	13°13' 30"	1,44	15
16	5	172,27	1°39'47"	14,38	28,71	28,65	0,60	9°33' 00"	0,60	16
17	5	226,23	1°15'59"	29,06	58,37	57,65	1,90	14°47' 00"	1,84	17
18	5	1166,23	0°14'44"	32,37	74,80	64,72	0,60	3°40' 30"	0,45	18
19	5	153,75	1°51'48"	7,84	15,68	15,66	0,20	5°50' 3 0"	0,20	19
20	5	134,15	2°08'08"	17,21	34,24	34,14	1,10	14°37' 30"	1,09	20
21	5	214,03	1°20'19"	26,62	52,98	52,83	1,65	14°11' 00"	1,64	21
22	5	188,00	1°31'26"	8,73	17,34	17,45	0,20	5°17' 0 0"	0,20	22
23	5	91,42	3°08'03"	21,96	43,10	42,71	2,60	27°00' 40"	2,53	23
24	5	47,23	6°04'06"	7,25	14,51	14,34	0,56	17°31' 2 0"	0,55	24
25	5	88,53	3°14'1"	9,40	18,77	18,69	0,50	12°09' 00 "	0,49	25
26	5	77,51	3°41'48"	16,56	32,64	32,39	1,75	24°07' 30"	1,71	26
27	5	52,99	5°24'30"	15,58	30,35	29,89	2,25	32°49' 10"	2,15	27
28	5	52,14	5°29'47"	20,81	39,60	38,66	4,00	43°31' 00"	3,72	28

CURVA #	CUERDA	RADIO	GRADO	TANGENTE	LONGITUD	CUERDA LARGA	EXTERNA	DEFLEXION	FLECHA	CURVA #
	C	R	G	T	L	CL	E	D (°)	M	
29	5	<b>36.91</b>	7°46'03"	<b>7.48</b>	<b>14.76</b>	<b>14.67</b>	<b>0.75</b>	22°54'30"	<b>0.74</b>	29
30	5	132,76	2°09'29"	24,53	48,54	48,25	2,25	20°57' 00"	2,21	30
31	5	91,95	3°06'58"	8,58	17,12	17,08	0,40	10°40' 1 0"	0,40	31
32	5	33,49	8°33'43"	7,36	14,50	14,38	0,80	24°48' 0 0"	0,78	32
33	5	43,22	6°37'55"	10,04	19,72	19,56	1,15	26°08' 50"	1,12	33
34	5	45,93	6°14'25"	14,55	28,18	27,75	2,25	35°09' 30"	2,15	34
35	5	18,61	15°26'26"	10,98	19,84	18,91	3,00	61°06' 30"	2,58	35
36	5	32,52	8°49'05"	13,65	25,85	25,17	2,75	45°03' 00"	2,53	36

## 5.5 DISEÑO DE VIA EN PERFIL

### 5.5.1 Cálculo cotas rasante

CURVA No.	L	ABSCISAS PROYECTO Km	PENDIENTE m (%)	COTAS ROJAS EN TANG (m)	CORRECCIÓN POR PENDIENTE (Y)	COTAS ROJAS SUBRASANTE (m)	COTA NEGRA (m)	CORTE (-) (m)	RELLENO (+) (m)
PCV1	25	0+000.00	(+) 8.66	2969,15		2969,15	2969,57	-0,42	
		0+005.00	(+) 8.66	2969,53	0,00	2969,53	2969,91	-0,38	
		0+010.00	(+) 8.66	2969,97	0,01	2969,95	2970,25	-0,30	
		0+015.00	(+) 8.66	2970,40	0,05	2970,35	2970,58	-0,23	
		0+020.00	(+) 8.66	2970,83	0,10	2970,73	2970,92	-0,19	
PIV #1	50	0+025.00	(+) 8.66	2971,27	0,19	2971,08	2971,24	-0,16	
		0+030.00	(+) 8.66	2971,70	0,29	2971,41	2971,51	-0,10	
		0+035.00	(+) 4.00	2971,90	0,19	2971,71	2971,77	-0,06	
		0+040.00	(+) 4.00	2972,10	0,10	2971,99	2972,03	-0,04	
PTV1	25	0+045.00	(+) 4.00	2972,30	0,05	2972,25	2972,26	-0,01	
		0+050.00	(+) 4.00	2972,50	0,01	2972,48	2972,48	0,00	0,00
		0+055.00	(+) 4.00	2972,70	0,00	2972,70	2972,71	-0,01	
PCV2	25	0+060.00	(+) 4.00	2972,90		2972,90	2972,93	-0,03	
		0+065.00	(+) 4.00	2973,09	0,00	2973,09	2973,14	-0,05	
		0+070.00	(+) 4.00	2973,29	0,00	2973,29	2973,35	-0,06	
		0+075.00	(+) 4.00	2973,49	0,01	2973,48	2973,56	-0,08	
		0+080.00	(+) 4.00	2973,69	0,03	2973,66	2973,77	-0,11	
PIV #2	50	0+085.00	(+) 4.00	2973,89	0,05	2973,84	2973,94	-0,10	
		0+090.00	(+) 4.00	2974,09	0,08	2974,01	2974,11	-0,10	
		0+095.00	(+) 2.78	2974,23	0,05	2974,18	2974,29	-0,11	
		0+100.00	(+) 2.78	2974,37	0,03	2974,34	2974,43	-0,09	
PTV2	25	0+105.00	(+) 2.78	2974,51	0,01	2974,50	2974,54	-0,04	
		0+110.00	(+) 2.78	2974,65	0,00	2974,64	2974,66	-0,02	
		0+115.00	(+) 2.78	2974,79	0,00	2974,79	2974,77		0,02

CURVA		ABSCISAS	PENDIENTE	COTAS	CORRECCIÓN	COTAS	COTA	CORTE	RELLENO
No.	L	PROYECTO Km	m (%)	ROJAS EN TANG (m)	POR PENDIENTE (Y)	SUBRASANTE (m)	NEGRA (m)	(-) (m)	(+) (m)
		0+120.00	(+) 2.78	2974,93		2974,93	2974,88		0,05
		0+130.00	(+) 2.78	2975,20		2975,20	2975,16		0,04
		0+140.00	(+) 2.78	2975,48		2975,48	2975,45		0,03
		0+150.00	(+) 2.78	2975,76		2975,76	2975,76	0,00	0,00
		0+160.00	(+) 2.78	2976,04		2976,04	2976,08	-0,04	
<b>PCV3</b>	25	0+165.00	(+) 2.78	2976,18	0,00	2976,18	2976,21	-0,03	
		0+170.00	(+) 2.78	2976,32	0,00	2976,32	2976,34	-0,02	
		0+175.00	(+) 2.78	2976,46	0,01	2976,45	2976,47	-0,02	
		0+180.00	(+) 2.78	2976,60	0,01	2976,58	2976,60	-0,02	
<b>PIV #3</b>	50	0+185.00	(+) 2.78	2976,73	0,03	2976,71	2976,72	-0,01	
		0+190.00	(+) 2.78	2976,87	0,04	2976,83	2976,82		0,01
		0+195.00	(+) 2.13	2976,98	0,03	2976,95	2976,91		0,04
	25	0+200.00	(+) 2.13	2977,09	0,01	2977,07	2977,01		0,06
		0+205.00	(+) 2.13	2977,19	0,01	2977,19	2977,12		0,07
		0+210.00	(+) 2.13	2977,30	0,00	2977,30	2977,23		0,07
<b>PTV3</b>		0+215.00	(+) 2.13	2977,41	0,00	2977,41	2977,34		0,07
		0+220.00	(+) 2.13	2977,51		2977,51	2977,45		0,06
		0+230.00	(+) 2.13	2977,72		2977,72	2977,74	-0,02	
		0+240.00	(+) 2.13	2977,94		2977,94	2977,98	-0,04	
		0+250.00	(+) 2.13	2978,15		2978,15	2978,23	-0,08	
<b>PCV4</b>	30	0+260.00	(+) 2.13	2978,36	0,00	2978,36	2978,48	-0,12	
		0+265.00	(+) 2.13	2978,47	0,01	2978,48	2978,65	-0,17	
		0+270.00	(+) 2.13	2978,58	0,05	2978,62	2978,83	-0,21	
		0+275.00	(+) 2.13	2978,68	0,11	2978,79	2979,01	-0,22	
		0+280.00	(+) 2.13	2978,79	0,19	2978,98	2979,20	-0,22	
		0+285.00	(+) 2.13	2978,89	0,29	2979,19	2979,38	-0,19	
<b>PIV #4</b>	60	0+290.00	(+) 2.13	2979,00	0,42	2979,42	2979,60	-0,18	

CURVA No.	L	ABSCISAS	PENDIENTE	COTAS	CORRECCIÓN POR PENDIENTE	COTAS ROJAS	COTA	CORTE	RELLENO
		PROYECTO Km	m (%)	ROJAS EN TANG (m)	(Y)	SUBRASANTE (m)	NEGRA (m)	(-) (m)	(+) (m)
<b>PTV4</b>	30	0+295.00	(+) 7.78	2979,39	0,29	2979,68	2979,82	-0,14	
		0+300.00	(+) 7.78	2979,78	0,19	2979,97	2980,04	-0,07	
		0+305.00	(+) 7.78	2980,17	0,11	2980,27	2980,37	-0,10	
		0+310.00	(+) 7.78	2980,56	0,05	2980,60	2980,70	-0,10	
		0+315.00	(+) 7.78	2980,94	0,01	2980,96	2981,04	-0,08	
		0+320.00	(+) 7.78	2981,33	0,00	2981,33	2981,37	-0,04	
		0+330.00	(+) 7.78	2982,11		2982,11	2982,11	0,00	0,00
<b>PCV5</b>		0+340.00	(+) 7.78	2982,89	0,00	2982,89	2982,85		0,04
		0+345.00	(+) 7.78	2983,28	0,01	2983,29	2983,26		0,03
		0+350.00	(+) 7.78	2983,67	0,03	2983,70	2983,68		0,02
		0+355.00	(+) 7.78	2984,06	0,07	2984,13	2984,09		0,04
<b>PIV # 5</b>	40	0+360.00	(+) 7.78	2984,44	0,12	2984,57	2984,51		0,06
		0+365.00	(+) 7.78	2984,83	0,19	2985,03	2984,92		0,11
		0+370.00	(+) 7.78	2985,22	0,28	2985,50	2985,34		0,16
	80	0+375.00	(+) 7.78	2985,61	0,38	2985,99	2985,75		0,24
		0+380.00	(+) 7.78	2986,00	0,50	2986,50	2986,17		0,32
		0+385.00	(+) 12.00	2986,64	0,38	2987,01	2986,77		0,24
		0+390.00	(+) 12.00	2987,27	0,28	2987,55	2987,36		0,19
	40	0+395.00	(+) 12.00	2987,91	0,19	2988,10	2987,96		0,14
		0+400.00	(+) 12.00	2988,55	0,12	2988,67	2988,56		0,11
		0+405.00	(+) 12.00	2989,18	0,07	2989,25	2989,19		0,06
<b>PTV5 PCV6</b>		0+410.00	(+) 12.00	2989,82	0,03	2989,85	2989,82		0,03
		0+415.00	(+) 12.00	2990,45	0,01	2990,46	2990,46	0,00	0,00
		0+420.00	(+) 12.00	2991,09	0,00	2991,09	2991,09	0,00	0,00
		0+425.00	(+) 12.00	2991,73	0,00	2991,73	2992,68	-0,95	
		0+430.00	(+) 12.00	2992,36	0,00	2992,36	2992,21		0,15
		0+435.00	(+) 12.00	2992,99	0,02	2992,98	2993,07	-0,10	

CURVA No.	L	ABSCISAS	PENDIENTE	COTAS	CORRECCIÓN POR PENDIENTE (Y)	COTAS ROJAS	COTA	CORTE	RELLENO	
		PROYECTO Km	m (%)	ROJAS EN TANG (m)		SUBRASANTE (m)	NEGRA (m)	(-) (m)	(+) (m)	
PIV # 6	60	0+440.00	(+) 12.00	2993,64	0,03	2993,60	2993,89	-0,29		
		0+445.00	(+) 12.00	2994,27	0,06	2994,21	2994,57	-0,36		
		0+450.00	(+) 12.00	2994,91	0,09	2994,82	2995,26	-0,44		
		0+455.00	(+) 12.00	2995,55	0,14	2995,41	2995,94	-0,53		
		0+460.00	(+) 12.00	2996,18	0,18	2996,00	2996,51	-0,51		
		0+465.00	(+) 12.00	2996,82	0,24	2996,58	2997,58	-1,00		
		0+470.00	(+) 12.00	2997,45	0,30	2997,15	2998,11	-0,96		
		0+475.00	(+) 12.00	2998,09	0,38	2997,72	2998,69	-0,97		
		0+480.00	(+) 12.00	2998,73	0,45	2998,27	2998,65	-0,38		
	95	0+485.00	(+) 12.00	2999,36	0,54	2998,82	2999,14	-0,32		
		0+490.00	(+) 8.21	2999,77	0,40	2999,38	2999,63	-0,25		
		0+495.00	(+) 8.21	3000,18	0,28	2999,91	3000,13	-0,22		
		35	0+500.00	(+) 8.21	3000,60	0,18	3000,42	3000,62	-0,20	
			0+505.00	(+) 8.21	3001,01	0,10	3000,91	3001,08	-0,17	
			0+510.00	(+) 8.21	3001,42	0,04	3001,37	3001,54	-0,17	
			0+515.00	(+) 8.21	3001,83	0,01	3001,81	3002,00	-0,19	
			0+520.00	(+) 8.21	3002,24	0,00	3002,24	3002,46	-0,22	
0+525.00	(+) 8.21	3002,65	0,02	3002,63	3002,79	-0,16				
0+530.00	(+) 8.21	3003,06	0,06	3003,00	3003,11	-0,11				
PTV6-PCV7	30	0+535.00	(+) 8.21	3003,47	0,14	3003,33	3003,44	-0,11		
		0+540.00	(+) 8.21	3003,88	0,24	3003,63	3003,77	-0,14		
	65	0+545.00	(+) 8.21	3004,29	0,38	3003,91	3004,10	-0,19		
		0+550.00	(+) 8.21	3004,70	0,55	3004,15	3004,39	-0,24		
		0+555.00	(+) 1.45	3004,77	0,40	3004,37	3004,53	-0,16		
	35	0+560.00	(+) 1.45	3004,84	0,28	3004,56	3004,68	-0,12		
		0+565.00	(+) 1.45	3004,92	0,18	3004,74	3004,79	-0,05		
		0+570.00	(+) 1.45	3004,99	0,10	3004,89	3004,89	0,00	0,00	
PIV # 7	30	0+535.00	(+) 8.21	3003,47	0,14	3003,33	3003,44	-0,11		
		0+540.00	(+) 8.21	3003,88	0,24	3003,63	3003,77	-0,14		
		0+545.00	(+) 8.21	3004,29	0,38	3003,91	3004,10	-0,19		
	65	0+550.00	(+) 8.21	3004,70	0,55	3004,15	3004,39	-0,24		
		0+555.00	(+) 1.45	3004,77	0,40	3004,37	3004,53	-0,16		
	35	0+560.00	(+) 1.45	3004,84	0,28	3004,56	3004,68	-0,12		
		0+565.00	(+) 1.45	3004,92	0,18	3004,74	3004,79	-0,05		
0+570.00	(+) 1.45	3004,99	0,10	3004,89	3004,89	0,00	0,00			

<b>CURVA</b>		<b>ABSCISAS</b>	<b>PENDIENTE</b>	<b>COTAS</b>	<b>CORRECCIÓN</b>	<b>COTAS</b>	<b>COTA</b>	<b>CORTE</b>	<b>RELLENO</b>
<b>No.</b>	<b>L</b>	<b>PROYECTO</b>	<b>i (%)</b>	<b>ROJAS EN</b>	<b>POR</b>	<b>SUBRASANTE</b>	<b>NEGRA</b>	<b>(-)</b>	<b>(+)</b>
		<b>Km</b>		<b>TANG (m)</b>	<b>PENDIENTE</b>	<b>(m)</b>	<b>(m)</b>	<b>(m)</b>	<b>(m)</b>
					<b>(Y)</b>				
<b>PTV7</b>		0+575.00	(+) 1.45	3005,06	0,04	3005,02	3005,00		0,02
		0+580.00	(+) 1.45	3005,13	0,01	3005,12	3005,11		0,01
		0+585.00	(+) 1.45	3005,21	0,00	3005,21	3005,21	-0,01	
<b>PCV8</b>		0+590.00	(+) 1.45	3005,28		3005,28	3005,31	-0,03	
		0+600.00	(+) 1.45	3005,42		3005,42	3005,51	-0,09	
		0+610.00	(+) 1.45	3005,57	0,00	3005,57	3005,69	-0,12	
<b>PIV #8</b>	30	0+615.00	(+) 1.45	3005,64	0,00	3005,64	3005,73	-0,09	
		0+620.00	(+) 1.45	3005,71	0,02	3005,73	3005,76	-0,03	
		0+625.00	(+) 1.45	3005,78	0,04	3005,82	3005,84	-0,02	
	60	0+630.00	(+) 1.45	3005,86	0,07	3005,93	3005,92		0,01
		0+635.00	(+) 1.45	3005,93	0,11	3006,04	3006,00		0,04
		0+640.00	(+) 1.45	3006,00	0,17	3006,17	3006,08		0,09
		0+645.00	(+) 3.65	3006,183	0,11	3006,30	3006,22		0,08
30	0+650.00	(+) 3.65	3006,365	0,07	3006,44	3006,36		0,08	
	0+655.00	(+) 3.65	3006,548	0,04	3006,59	3006,50		0,09	
	0+660.00	(+) 3.65	3006,731	0,02	3006,75	3006,64		0,11	
	0+665.00	(+) 3.65	3006,913	0,00	3006,92	3006,77		0,15	
	0+670.00	(+) 3.65	3007,096	0,00	3007,10	3006,93		0,17	
<b>PTV8</b>		0+680.00	(+) 3.65	3007,46		3007,46	3007,24		0,22
		0+690.00	(+) 3.65	3007,83		3007,83	3007,63		0,19
		0+700.00	(+) 3.65	3008,19		3008,19	3008,03		0,16
		0+710.00	(+) 3.65	3008,56		3008,56	3008,46		0,09
		0+720.00	(+) 3.65	3008,92		3008,92	3008,90		0,02
		0+730.00	(+) 3.65	3009,29		3009,29	3009,38	-0,10	
		0+740.00	(+) 3.65	3009,65		3009,65	3009,87	-0,22	
		0+750.00	(+) 3.65	3010,02		3010,02	3010,29	-0,28	
		0+760.00	(+) 3.65	3010,38		3010,38	3010,71	-0,33	

CURVA No.	L	ABSCISAS PROYECTO Km	PENDIENTE i (%)	COTAS ROJAS EN TANG (m)	CORRECCIÓN POR PENDIENTE (Y)	COTAS ROJAS	COTA	CORTE	RELLENO
						SUBRASANTE (m)	NEGRA (m)	(-) (m)	(+) (m)
		0+770.00	(+) 3.65	3010,75		3010,75	3011,06	-0,31	
		0+780.05	(+) 3.65	3011,11		3011,11	3011,42	-0,31	
		0+790.00	(+) 3.65	3011,48		3011,48	3011,71	-0,24	
		0+800.00	(+) 3.65	3011,85		3011,85	3012,01	-0,16	
		0+810.00	(+) 3.65	3012,21		3012,21	3012,30	-0,09	
		0+820.00	(+) 3.65	3012,58		3012,58	3012,60	-0,03	
		0+830.00	(+) 3.65	3012,94		3012,94	3012,96	-0,02	
		0+840.00	(+) 3.65	3013,31		3013,31	3013,32	-0,02	
		0+850.00	(+) 3.65	3013,67		3013,67	3013,66		0,01
		0+860.00	(+) 3.65	3014,04		3014,04	3014,01		0,02
		0+870.00	(+) 3.65	3014,40		3014,40	3014,31		0,09
		0+880.00	(+) 3.65	3014,77		3014,77	3014,52		0,24
		0+890.00	(+) 3.65	3015,13		3015,13	3014,86		0,27
		0+900.00	(+) 3.65	3015,50		3015,50	3015,21		0,28
		0+910.00	(+) 3.65	3015,86		3015,86	3015,64		0,22
<b>PCV9</b>		0+920.00	(+) 3.65	3016,23	0,00	3016,23	3016,07		0,16
		0+925.00	(+) 3.65	3016,41	0,01	3016,43	3016,27		0,16
		0+930.00	(+) 3.65	3016,596	0,05	3016,64	3016,47		0,17
	30	0+935.00	(+) 3.65	3016,78	0,11	3016,89	3016,78		0,11
		0+940.00	(+) 3.65	3016,96	0,19	3017,16	3017,09		0,07
		0+945.00	(+) 3.65	3017,144	0,30	3017,45	3017,44		0,01
	60	0+950.00	(+) 3.65	3017,33	0,44	3017,76	3017,78	-0,02	
		0+955.00	(+) 9.45	3017,80	0,30	3018,10	3018,13	-0,03	
		0+960.00	(+) 9.45	3018,27	0,19	3018,47	3018,47		0,00
	30	0+965.00	(+) 9.45	3018,74	0,11	3018,85	3018,84		0,01
		0+970.00	(+) 9.45	3019,22	0,05	3019,27	3019,23		0,04
		0+975.00	(+) 9.45	3019,69	0,01	3019,70	3019,63		0,07

CURVA No.	L	ABSCISAS	PENDIENTE	COTAS	CORRECCIÓN POR PENDIENTE (Y)	COTAS ROJAS	COTA	CORTE (-) (m)	RELLENO
		PROYECTO Km	i (%)	ROJAS EN TANG (m)		SUBRASANTE (m)	NEGRA (m)		(+) (m)
<b>PTV9</b>		0+980.00	(+) 9.45	3020,162	0,00	3020,16	3020,02		0,14
		0+990.00	(+) 9.45	3021,11		3021,11	3020,93		0,18
		1+000.00	(+) 9.45	3022,05		3022,05	3021,84		0,21
		1+010.00	(+) 9.45	3022,99		3022,99	3022,90		0,09
		1+020.00	(+) 9.45	3023,94		3023,94	3023,95	-0,01	
		1+030.00	(+) 9.45	3024,89		3024,89	3024,97	-0,08	
		1+040.00	(+) 9.45	3025,83		3025,83	3026,00	-0,17	
		1+050.00	(+) 9.45	3026,78		3026,78	3026,89	-0,11	
		1+060.00	(+) 9.45	3027,72		3027,72	3027,79	-0,07	
		1+070.00	(+) 9.45	3028,67		3028,67	3028,59		0,08
		1+080.00	(+) 9.45	3029,61		3029,61	3029,39		0,22
		1+090.00	(+) 9.45	3030,56		3030,56	3030,22		0,34
		1+100.00	(+) 9.45	3031,50		3031,50	3031,06		0,44
		1+110.00	(+) 9.45	3032,45		3032,45	3032,12		0,33
		1+120.00	(+) 9.45	3033,39		3033,39	3033,25		0,14
		1+130.00	(+) 9.45	3034,34		3034,34	3034,29		0,05
		1+140.00	(+) 9.45	3035,23		3035,23	3035,13		0,10
<b>PCV10</b>	30	1+150.00	(+) 9.45	3036,22		3036,22	3036,06		0,16
		1+160.00	(+) 9.45	3037,170	0,00	3037,17	3037,01		0,16
		1+165.00	(+) 9.45	3037,64	0,01	3037,65	3037,51		0,14
		1+170.00	(+) 9.45	3038,12	0,03	3038,14	3038,02		0,12
		1+175.00	(+) 9.45	3038,59	0,06	3038,65	3038,56		0,09
		1+180.00	(+) 9.45	3039,06	0,11	3039,17	3039,20	-0,03	
		1+185.00	(+) 9.45	3039,53	0,16	3039,70	3039,64		0,06
<b>PIV #10</b>	60	1+190.00	(+) 9.45	3040,00	0,24	3040,24	3040,29	-0,05	
		1+195.00	(+) 12.00	3040,64	0,16	3040,80	3040,73		0,07
		1+200.00	(+) 12.00	3041,27	0,11	3041,37	3041,28		0,09

CURVA No.	L	ABSCISAS PROYECTO Km	PENDIENTE i (%)	COTAS ROJAS EN TANG (m)	CORRECCIÓN POR PENDIENTE (Y)	COTAS ROJAS SUBRASANTE (m)	COTA NEGRA (m)	CORTE (-) (m)	RELLENO (+) (m)
PTV10	30	1+205.00	(+) 12.00	3041,90	0,06	3041,96	3041,88		0,08
		1+210.00	(+) 12.00	3042,53	0,03	3042,55	3042,48		0,07
		1+215.00	(+) 12.00	3043,157	0,01	3043,16	3043,08		0,08
		1+220.00	(+) 12.00	3043,787	0,00	3043,79	3043,68		0,11
		1+230.00	(+) 12.00	3045,05		3045,05	3044,93		0,12
		1+240.00	(+) 12.00	3046,31		3046,31	3046,20		0,11
		1+250.00	(+) 12.00	3047,57		3047,57	3047,54		0,03
		1+260.00	(+) 12.00	3048,83		3048,83	3048,88	-0,05	
		1+270.00	(+) 12.00	3050,09		3050,09	3050,22	-0,13	
		1+280.00	(+) 12.00	3051,35		3051,35	3051,55	-0,20	
		1+290.00	(+) 12.00	3052,61		3052,61	3052,86	-0,25	
		1+300.00	(+) 12.00	3053,87		3053,87	3054,17	-0,30	
1+310.00	(+) 12.00	3055,13		3055,13	3055,49	-0,36			
1+320.00	(+) 12.00	3056,39		3056,39	3056,81	-0,42			
PCV11		1+330.00	(+) 12.00	3057,65		3057,65	3057,91	-0,26	
		1+340.00	(+) 12.00	3058,915	0,00	3058,92	3059,02	-0,11	
		1+345.00	(+) 12.00	3059,545	0,01	3059,53	3059,57	-0,04	
		1+350.00	(+) 12.00	3060,176	0,05	3060,12	3060,12		0,00
		1+355.00	(+) 12.00	3060,806	0,12	3060,69	3060,62		0,07
PIV #11	50	1+360.00	(+) 12.00	3061,436	0,21	3061,22	3061,13		0,09
		1+365.00	(+) 12.00	3062,067	0,33	3061,74	3061,59		0,15
		1+370.00	(+) 12.00	3062,697	0,48	3062,22	3062,06		0,16
		1+375.00	(+) 12.00	3063,327	0,65	3062,68	3062,52		0,16
	100	1+380.00	(+) 12.00	3063,958	0,85	3063,11	3062,98		0,13
		1+385.00	(+) 12.00	3064,588	1,07	3063,52	3063,28		0,24
		1+390.00	(+) 12.00	3065,218	1,32	3063,90	3063,58		0,32
		1+395.00	(+) 2.03	3065,320	1,07	3064,25	3063,88		0,37

CURVA No.	L	ABSCISAS	PENDIENTE	COTAS	CORRECCIÓN POR PENDIENTE (Y)	COTAS ROJAS	COTA	CORTE (-) (m)	RELLENO
		PROYECTO Km	i (%)	ROJAS EN TANG (m)		SUBRASANTE (m)	NEGRA (m)		(+) (m)
PTV11	50	1+400.00	(+) 2.03	3065,422	0,85	3064,58	3064,18		0,40
		1+405.00	(+) 2.03	3065,523	0,65	3064,87	3064,48		0,39
		1+410.00	(+) 2.03	3065,625	0,48	3065,15	3064,78		0,37
		1+415.00	(+) 2.03	3065,726	0,33	3065,40	3065,08		0,32
		1+420.00	(+) 2.03	3065,828	0,21	3065,62	3065,38		0,24
		1+425.00	(+) 2.03	3065,929	0,12	3065,81	3065,64		0,17
		1+430.00	(+) 2.03	3066,031	0,05	3065,98	3065,85		0,13
		1+435.00	(+) 2.03	3066,133	0,01	3066,12	3066,05		0,07
		1+440.00	(+) 2.03	3066,234	0,00	3066,23	3066,25	-0,02	
		1+450.00	(+) 2.03	3066,44		3066,44	3066,55	-0,11	
		1+460.00	(+) 2.03	3066,64		3066,64	3066,85	-0,21	
		1+470.00	(+) 2.03	3066,84		3066,84	3067,00	-0,15	
		1+480.00	(+) 2.03	3067,05		3067,05	3067,14	-0,09	
		1+490.00	(+) 2.03	3067,25		3067,25	3067,30	-0,05	
		1+500.00	(+) 2.03	3067,45		3067,45	3067,45		0,00
		1+510.00	(+) 2.03	3067,66		3067,66	3067,60		0,06
		1+520.00	(+) 2.03	3067,86		3067,86	3067,74		0,12
		1+530.00	(+) 2.03	3068,06		3068,06	3067,88		0,18
PCV12		1+540.00	(+) 2.03	3068,26		3068,26	3068,03		0,23
		1+550.00	(+) 2.03	3068,47		3068,47	3068,22		0,25
		1+560.00	(+) 2.03	3068,67		3068,67	3068,44		0,23
		1+570.00	(+) 2.03	3068,87		3068,87	3068,64		0,23
		1+580.00	(+) 2.03	3069,08		3069,08	3068,84		0,23
		1+590.00	(+) 2.03	3069,28		3069,28	3069,24		0,04
		1+600.00	(+) 2.03	3069,484	0,00	3069,48	3069,58	-0,10	
		1+605.00	(+) 2.03	3069,586	0,01	3069,59	3069,71	-0,12	
		1+610.00	(+) 2.03	3069,687	0,03	3069,71	3069,85	-0,14	

CURVA No.	L	ABSCISAS	PENDIENTE	COTAS	CORRECCIÓN	COTAS	COTA	CORTE	RELLENO
		PROYECTO Km	i (%)	ROJAS EN TANG (m)	POR PENDIENTE (Y)	SUBRASANTE (m)	NEGRA (m)	(-) (m)	(+) (m)
PIV #12	40	1+615.00	(+) 2.03	3069,789	0,06	3069,85	3070,00	-0,15	
		1+620.00	(+) 2.03	3069,891	0,11	3070,00	3070,15	-0,15	
		1+625.00	(+) 2.03	3069,992	0,17	3070,16	3070,30	-0,14	
		1+630.00	(+) 2.03	3070,094	0,24	3070,33	3070,46	-0,13	
		1+635.00	(+) 2.03	3070,195	0,33	3070,52	3070,61	-0,09	
	80	1+640.00	(+) 2.03	3070,297	0,43	3070,72	3070,76	-0,04	
		1+645.00	(+) 6.28	3070,611	0,33	3070,94	3071,03	-0,09	
		1+650.00	(+) 6.28	3070,925	0,24	3071,16	3071,30	-0,14	
	40	1+655.00	(+) 6.28	3071,239	0,17	3071,41	3071,56	-0,15	
		1+660.00	(+) 6.28	3071,553	0,11	3071,66	3071,83	-0,17	
		1+665.00	(+) 6.28	3071,867	0,06	3071,93	3072,09	-0,16	
		1+670.00	(+) 6.28	3072,181	0,03	3072,21	3072,34	-0,13	
		1+675.00	(+) 6.28	3072,495	0,01	3072,50	3072,60	-0,10	
PTV12		1+680.00	(+) 6.28	3072,809	0,00	3072,81	3072,85	-0,04	
		1+690.00	(+) 6.28	3073,44		3073,44	3073,41		0,03
		1+700.00	(+) 6.28	3074,06		3074,06	3073,97		0,09
		1+710.00	(+) 6.28	3074,69		3074,69	3074,53		0,16
PCV13		1+720.00	(+) 6.28	3075,32		3075,32	3075,08		0,24
		1+730.00	(+) 6.28	3075,95		3075,95	3075,63		0,32
		1+740.00	(+) 6.28	3076,58		3076,58	3076,18		0,40
		1+750.00	(+) 6.28	3077,21		3077,21	3076,73		0,48
		1+760.00	(+) 6.28	3077,83		3077,83	3077,59		0,24
		1+770.00	(+) 6.28	3078,46		3078,46	3078,33		0,13
		1+780.00	(+) 6.28	3079,090	0,00	3079,09	3079,06		0,03
		1+785.00	(+) 6.28	3079,404	0,01	3079,41	3079,46	-0,05	
		1+790.00	(+) 6.28	3079,718	0,04	3079,75	3079,86	-0,11	
	1+795.00	(+) 6.28	3080,032	0,08	3080,11	3080,25	-0,14		

CURVA No.	L	ABSCISAS	PENDIENTE	COTAS	CORRECCIÓN	COTAS	COTA	CORTE	RELLENO
		PROYECTO Km	i (%)	ROJAS EN TANG (m)	POR PENDIENTE (Y)	ROJAS SUBRASANTE (m)	NEGRA (m)	(-) (m)	(+) (m)
PIV #13	30	1+800.00	(+) 6.28	3080,346	0,14	3080,49	3080,65	-0,16	
	60	1+805.00	(+) 6.28	3080,660	0,22	3080,88	3081,06	-0,18	
		1+810.00	(+) 6.28	3080,974	0,32	3081,29	3081,46	-0,17	
		1+815.00	(+) 10.52	3081,500	0,22	3081,72	3081,86	-0,14	
		1+820.00	(+) 10.52	3082,027	0,14	3082,17	3082,27	-0,10	
	30	1+825.00	(+) 10.52	3082,553	0,08	3082,63	3082,70	-0,07	
		1+830.00	(+) 10.52	3083,079	0,04	3083,11	3083,12	-0,01	
		1+835.00	(+) 10.52	3083,605	0,01	3083,61	3083,55		0,06
		1+840.00	(+) 10.52	3084,132	0,00	3084,13	3083,98		0,15
		1+850.00	(+) 10.52	3085,20		3085,20	3084,99		0,21
1+860.00		(+) 10.52	3086,24		3086,24	3085,99		0,25	
1+870.00		(+) 10.52	3087,29		3087,29	3087,06		0,23	
1+880.00		(+) 10.52	3088,34		3088,34	3088,14		0,20	
PTV13		1+890.00	(+) 10.52	3089,39		3089,39	3089,22		0,17
		1+900.00	(+) 10.52	3090,45		3090,45	3090,29		0,16
		1+910.00	(+) 10.52	3091,50		3091,50	3091,37		0,13
		1+920.00	(+) 10.52	3092,55		3092,55	3092,46		0,09
		1+930.00	(+) 10.52	3093,60		3093,60	3093,62	-0,02	
		1+940.00	(+) 10.52	3094,66		3094,66	3094,78	-0,12	
		1+950.00	(+) 10.52	3095,71		3095,71	3095,88	-0,17	
		1+960.00	(+) 10.52	3096,76		3096,76	3096,96	-0,20	
		1+970.00	(+) 10.52	3097,814	0,00	3097,81	3097,88	-0,07	
		1+975.00	(+) 10.52	3098,340	0,02	3098,32	3098,34	-0,02	
PCV14		1+980.00	(+) 10.52	3098,866	0,06	3098,80	3098,80		0,00
		1+985.00	(+) 10.52	3099,392	0,14	3099,25	3099,13		0,12
		1+990.00	(+) 10.52	3099,919	0,25	3099,67	3099,46		0,21
		1+995.00	(+) 10.52	3100,445	0,39	3100,05	3099,80		0,25

CURVA No.	L	ABSCISAS	PENDIENTE	COTAS	CORRECCIÓN	COTAS	COTA	CORTE	RELLENO	
		PROYECTO Km	i (%)	ROJAS EN TANG (m)	POR PENDIENTE (Y)	SUBRASANTE (m)	NEGRA (m)	(-) (m)	(+) (m)	
PIV #14	40	2+000.00	(+) 10.52	3100,971	0,56	3100,41	3100,13		0,28	
		2+005.00	(+) 10.52	3101,497	0,76	3100,73	3100,46		0,27	
	80	2+010.00	(+) 10.52	3102,024	1,00	3101,03	3100,79		0,24	
		2+015.00	(+) 0.53	3102,050	0,76	3101,29	3101,12		0,17	
		2+020.00	(+) 0.53	3102,077	0,56	3101,52	3101,45		0,07	
	PTV14	40	2+025.00	(+) 0.53	3102,104	0,39	3101,71	3101,64		0,07
			2+030.00	(+) 0.53	3102,130	0,25	3101,88	3101,84		0,04
		2+035.00	(+) 0.53	3102,157	0,14	3102,02	3102,02		0,00	
		2+040.00	(+) 0.53	3102,184	0,06	3102,12	3102,14	-0,02		
		2+045.00	(+) 0.53	3102,210	0,02	3102,19	3102,27	-0,08		
2+050.00		(+) 0.53	3102,237	0,00	3102,24	3102,39	-0,15			
2+060.00		(+) 0.53	3102,29		3102,29	3102,31	-0,02			
2+070.00		(+) 0.53	3102,34		3102,34	3102,23		0,11		
2+080.00		(+) 0.53	3102,40		3102,40	3102,09		0,31		
2+090.00		(+) 0.53	3102,45		3102,45	3102,05		0,40		
PCV15	25	2+100.00	(+) 0.53	3102,50		3102,50	3102,00		0,50	
		2+110.00	(+) 0.53	3102,56		3102,56	3101,98		0,58	
	PIV #15	25	2+120.00	(+) 0.53	3102,61		3102,61	3101,95		0,66
			2+130.00	(+) 0.53	3102,66		3102,66	3102,18		0,48
		2+140.00	(+) 0.53	3102,72		3102,72	3102,42		0,30	
		2+145.00	(+) 0.53	3102,744	0,00	3102,74	3102,52		0,22	
		2+150.00	(+) 0.53	3102,770	0,01	3102,78	3102,62		0,16	
		2+155.00	(+) 0.53	3102,797	0,03	3102,83	3102,73		0,10	
		2+160.00	(+) 0.53	3102,824	0,06	3102,89	3102,83		0,06	
		50	2+165.00	(+) 0.53	3102,850	0,11	3102,96	3102,93		0,03
2+170.00	(+) 0.53	3102,877	0,18	3103,05	3103,04		0,01			
25	2+175.00	(+) 3.35	3103,044	0,11	3103,16	3103,14		0,02		

CURVA No.	L	ABSCISAS	PENDIENTE	COTAS	CORRECCIÓN POR PENDIENTE	COTAS ROJAS	COTA	CORTE	RELLENO		
		PROYECTO Km	i (%)	ROJAS EN TANG (m)	(Y)	SUBRASANTE (m)	NEGRA (m)	(-) (m)	(+) (m)		
PTV15-PCV16	35	2+180.00	(+) 3.35	3103,212	0,06	3103,27	3103,24		0,03		
		2+185.00	(+) 3.35	3103,379	0,03	3103,41	3103,32		0,09		
		2+190.00	(+) 3.35	3103,546	0,01	3103,55	3103,41		0,14		
		2+195.00	(+) 3.35	3103,714	0,00	3103,71	3103,60		0,11		
		2+200.00	(+) 3.35	3103,881	0,01	3103,89	3103,79		0,10		
		2+205.00	(+) 3.35	3104,049	0,05	3104,10	3104,10	0,00	0,00		
		2+210.00	(+) 3.35	3104,216	0,12	3104,33	3104,41	-0,08			
		2+215.00	(+) 3.35	3104,383	0,21	3104,59	3104,73	-0,14			
		2+220.00	(+) 3.35	3104,551	0,33	3104,88	3105,04	-0,16			
		2+225.00	(+) 3.35	3104,718	0,47	3105,19	3105,35	-0,16			
		PIV #16	70	2+230.00	(+) 3.35	3104,885	0,64	3105,53	3105,67	-0,14	
				2+235.00	(+) 10.69	3105,420	0,47	3105,89	3106,00	-0,11	
		PTV16	35	2+240.00	(+) 10.69	3105,954	0,33	3106,28	3106,38	-0,10	
				2+245.00	(+) 10.69	3106,489	0,21	3106,70	3106,75	-0,05	
2+250.00	(+) 10.69			3107,023	0,12	3107,14	3107,13		0,01		
2+255.00	(+) 10.69			3107,557	0,05	3107,61	3107,66	-0,05			
2+260.00	(+) 10.69			3108,092	0,01	3108,10	3108,19	-0,09			
PCV17		2+265.00	(+) 10.69	3108,626	0,00	3108,63	3108,72	-0,09			
		2+270.00	(+) 10.69	3109,16		3109,16	3109,25	-0,09			
		2+280.00	(+) 10.69	3110,23		3110,23	3110,34	-0,11			
		2+290.00	(+) 10.69	3111,30		3111,30	3111,43	-0,13			
		2+300.00	(+) 10.69	3112,37		3112,37	3112,52	-0,15			
		2+310.00	(+) 10.69	3113,44		3113,44	3113,58	-0,14			
		2+320.00	(+) 10.69	3114,500		3114,50	3114,63	-0,13			
		2+330.00	(+) 10.69	3115,573	0,00	3115,57	3115,59	-0,02			
		2+335.00	(+) 10.69	3116,107	0,01	3116,10	3116,07		0,03		
2+340.00	(+) 10.69	3116,642	0,05	3116,60	3116,53		0,07				

CURVA No.	L	ABSCISAS	PENDIENTE	COTAS	CORRECCIÓN POR PENDIENTE	COTAS ROJAS	COTA	CORTE	RELLENO
		PROYECTO Km	i (%)	ROJAS EN TANG (m)	(Y)	SUBRASANTE (m)	NEGRA (m)	(-) (m)	(+) (m)
PIV #17	50	2+345.00	(+) 10.69	3117,176	0,10	3117,07	3116,97		0,10
		2+350.00	(+) 10.69	3117,710	0,18	3117,53	3117,41		0,12
		2+355.00	(+) 10.69	3118,245	0,28	3117,96	3117,76		0,20
		2+360.00	(+) 10.69	3118,779	0,41	3118,37	3118,12		0,25
		2+365.00	(+) 10.69	3119,314	0,55	3118,76	3118,46		0,30
		2+370.00	(+) 10.69	3119,848	0,72	3119,13	3118,80		0,33
	100	2+375.00	(+) 10.69	3120,382	0,91	3119,47	3119,15		0,32
		2+380.00	(+) 1.67	3120,917	1,13	3119,79	3119,49		0,30
		2+385.00	(+) 1.67	3121,000	0,91	3120,09	3119,71		0,38
		2+390.00	(+) 1.67	3121,083	0,72	3120,36	3119,93		0,43
	50	2+395.00	(+) 1.67	3121,167	0,55	3120,61	3120,16		0,45
		2+400.00	(+) 1.67	3121,250	0,41	3120,84	3120,38		0,46
		2+405.00	(+) 1.67	3121,333	0,28	3121,05	3120,60		0,45
		2+410.00	(+) 1.67	3121,417	0,18	3121,24	3120,82		0,42
		2+415.00	(+) 1.67	3121,500	0,10	3121,40	3121,04		0,36
PTV17		2+420.00	(+) 1.67	3121,583	0,05	3121,54	3121,24		0,30
		2+425.00	(+) 1.67	3121,667	0,01	3121,66	3121,44		0,22
		2+430.00	(+) 1.67	3121,75	0,00	3121,75	3121,64		0,11
		2+440.00	(+) 1.67	3121,92		3121,92	3121,96	-0,04	
		2+450.00	(+) 1.67	3122,08		3122,08	3122,24	-0,16	
		2+460.00	(+) 1.67	3122,25		3122,25	3122,50	-0,25	
		2+470.00	(+) 1.67	3122,42		3122,42	3122,63	-0,21	
		2+480.00	(+) 1.67	3122,58		3122,58	3122,76	-0,18	
		2+490.00	(+) 1.67	3122,75		3122,75	3122,91	-0,16	
		2+500.00	(+) 1.67	3122,92		3122,92	3123,06	-0,14	
		2+510.00	(+) 1.67	3123,08		3123,08	3123,27	-0,19	
		2+520.00	(+) 1.67	3123,25		3123,25	3123,35	-0,10	

CURVA No.	L	ABSCISAS	PENDIENTE	COTAS	CORRECCIÓN POR PENDIENTE	COTAS ROJAS	COTA	CORTE	RELLENO
		PROYECTO Km	i (%)	ROJAS EN TANG (m)	(Y)	SUBRASANTE (m)	NEGRA (m)	(-) (m)	(+) (m)
<b>PCV18</b>	20	2+530.00	(+) 1.67	3123,42		3123,42	3123,39		0,03
		2+540.00	(+) 1.67	3123,58		3123,58	3123,43		0,15
		2+550.00	(+) 1.67	3123,75		3123,75	3123,55		0,20
		2+560.00	(+) 1.67	3123,92		3123,92	3123,68		0,24
		2+570.00	(+) 1.67	3124,08		3124,08	3123,83		0,25
		2+580.00	(+) 1.67	3124,250	0,00	3124,25	3123,98		0,27
<b>PIV #18</b>	40	2+585.00	(+) 1.67	3124,333	0,02	3124,35	3124,19		0,16
		2+590.00	(+) 1.67	3124,417	0,08	3124,50	3124,40		0,10
		2+595.00	(+) 1.67	3124,500	0,19	3124,69	3124,61		0,08
		2+600.00	(+) 1.67	3124,583	0,34	3124,92	3124,82		0,10
<b>PTV18</b>	20	2+605.00	(+) 8.42	3125,004	0,19	3125,19	3125,15		0,04
		2+610.00	(+) 8.42	3125,425	0,08	3125,51	3125,49		0,02
		2+615.00	(+) 8.42	3125,846	0,02	3125,87	3125,82		0,05
		2+620.00	(+) 8.42	3126,267	0,00	3126,27	3126,15		0,12
<b>PCV19</b>	25	2+630.00	(+) 8.42	3127,11		3127,11	3127,12	-0,01	
		2+635.00	(+) 8.42	3127,529	0,00	3127,53	3127,46		0,07
		2+640.00	(+) 8.42	3127,950	0,01	3127,94	3127,80		0,14
		2+645.00	(+) 8.42	3128,371	0,02	3128,35	3128,25		0,10
<b>PIV #19</b>	50	2+650.00	(+) 8.42	3128,792	0,05	3128,75	3128,69		0,06
		2+655.00	(+) 8.42	3129,212	0,08	3129,13	3129,14	-0,01	
		2+660.00	(+) 8.42	3129,633	0,13	3129,51	3129,66	-0,15	
		2+665.00	(+) 6.40	3129,953	0,08	3129,87	3130,11	-0,24	
<b>PTV19</b>	25	2+670.00	(+) 6.40	3130,274	0,05	3130,23	3130,35	-0,12	
		2+675.00	(+) 6.40	3130,594	0,02	3130,57	3130,67	-0,10	
		2+680.00	(+) 6.40	3130,914	0,01	3130,91	3130,99	-0,08	
		2+685.00	(+) 6.40	3131,234	0,00	3131,23	3131,30	-0,07	
		2+690.00	(+) 6.40	3131,55		3131,55	3131,60	-0,05	

CURVA No.	L	ABSCISAS	PENDIENTE	COTAS	CORRECCIÓN POR PENDIENTE	COTAS ROJAS	COTA	CORTE	RELLENO
		PROYECTO Km	i (%)	ROJAS EN TANG (m)	(Y)	SUBRASANTE (m)	NEGRA (m)	(-) (m)	(+) (m)
PCV20  PIV #20  PTV20	25	2+695.00	(+) 6.40	3131,874	0,00	3131,87	3131,89	-0,02	
		2+700.00	(+) 6.40	3132,194	0,00	3132,20	3132,19		0,01
		2+705.00	(+) 6.40	3132,514	0,01	3132,52	3132,52	0,00	0,00
		2+710.00	(+) 6.40	3132,834	0,02	3132,86	3132,85		0,01
		2+715.00	(+) 6.40	3133,160	0,04	3133,20	3133,17		0,03
	50	2+720.00	(+) 6.40	3133,475	0,06	3133,54	3133,50		0,04
		2+725.00	(+) 7.43	3133,850	0,04	3133,89	3133,78		0,11
		2+730.00	(+) 7.43	3134,222	0,02	3134,24	3134,12		0,12
	25	2+735.00	(+) 7.43	3134,593	0,01	3134,60	3134,46		0,14
		2+740.00	(+) 7.43	3134,965	0,00	3134,97	3134,80		0,17
		2+745.00	(+) 7.43	3135,330	0,00	3135,33	3135,23		0,10
		2+750.00	(+) 7.43	3135,70		3135,70	3135,66		0,04
		2+760.00	(+) 7.43	3136,45		3136,45	3136,52	-0,07	
		2+770.00	(+) 7.43	3137,19		3137,19	3137,26	-0,07	
		2+780.00	(+) 7.43	3137,93		3137,93	3138,00	-0,07	
PCV21  PIV #21  PTV21	25	2+785.00	(+) 7.43	3138,304	0,00	3138,30	3138,37	-0,07	
		2+790.00	(+) 7.43	3138,675	0,01	3138,68	3138,73	-0,05	
		2+795.00	(+) 7.43	3139,046	0,02	3139,07	3139,12	-0,05	
		2+800.00	(+) 7.43	3139,418	0,06	3139,47	3139,52	-0,05	
		2+805.00	(+) 7.43	3139,789	0,10	3139,89	3139,92	-0,03	
	50	2+810.00	(+) 7.43	3140,161	0,15	3140,31	3140,31	0,00	0,00
		2+815.00	(+) 9.89	3140,655	0,10	3140,75	3140,74		0,01
		2+820.00	(+) 9.89	3141,150	0,06	3141,21	3141,22	-0,01	
	25	2+825.00	(+) 9.89	3141,645	0,02	3141,67	3141,70	-0,03	
		2+830.00	(+) 9.89	3142,140	0,01	3142,15	3142,17	-0,02	
		2+835.00	(+) 9.89	3142,634	0,00	3142,63	3142,69	-0,06	
		2+840.00	(+) 9.89	3143,129		3143,13	3143,22	-0,09	

<b>CURVA</b>		<b>ABSCISAS</b>	<b>PENDIENTE</b>	<b>COTAS</b>	<b>CORRECCIÓN</b>	<b>COTAS</b>	<b>COTA</b>	<b>CORTE</b>	<b>RELLENO</b>
<b>No.</b>	<b>L</b>	<b>PROYECTO</b> <b>Km</b>	<b>i (%)</b>	<b>ROJAS EN</b> <b>TANG (m)</b>	<b>POR</b> <b>PENDIENTE</b> <b>(Y)</b>	<b>SUBRASANTE</b> <b>(m)</b>	<b>NEGRA</b> <b>(m)</b>	<b>(-)</b> <b>(m)</b>	<b>(+)</b> <b>(m)</b>
		2+850.00	(+) 9.89	3144,118		3144,12	3144,27	-0,15	
		2+860.00	(+) 9.89	3145,107		3145,11	3145,12	-0,01	
		2+870.00	(+) 9.89	3146,096		3146,10	3145,99		0,11
		2+880.00	(+) 9.89	3147,090		3147,09	3147,06		0,03

### 5.5.2 Transición del peraltado

CURVA		ABSCISAS Km	COTAS ROJAS EJE SUBRASANTE	PERALTE		SECCIÓN TIPO	DESNIVELES		COTAS ROJAS SUBRASANTE	
HORIZONTAL	VERTICAL			e izq (%)	e der (%)		BORDE IZQUIERDO	BORDE DERECHO	BORDE IZQUIERDO	BORDE DERECHO
		0+000.00	2969,15	-2	-2	A	-0,06	-0,06	2969,09	2969,09
	PCV 1	0+005.00	2969,53	-2	2	B	-0,06	0,06	2969,47	2969,59
PC		0+007.17	2969,72	-2,86	2,86	Secc. Esp	-0,09	0,09	2969,63	2969,80
		0+010.00	2969,97	-4	4	C	-0,12	0,12	2969,85	2970,09
CURVA # 1		0+015.00	2970,35	-4	4	C	-0,12	0,12	2970,23	2970,47
		0+020.00	2970,73	-4	4	C	-0,12	0,12	2970,61	2970,85
PT		0+023.82	2971,00	-4	4	C	-0,12	0,12	2970,88	2971,12
	PIV 1	0+030.00	2971,41	-3,24	3,24	Secc. Esp	-0,10	0,10	2971,31	2971,50
		0+040.00	2971,99	-2	2	B	-0,06	0,06	2971,93	2972,05
		0+050.00	2972,48	-2	-2	A	-0,06	-0,06	2972,42	2972,42
	PTV 1	0+055.00	2972,70	-2	-2	A	-0,06	-0,06	2972,64	2972,64
		0+060.00	2972,90	-2	-2	A	-0,06	-0,06	2972,84	2972,84
	PCV 2	0+065.00	2973,09	2	-2	B	0,06	-0,06	2973,15	2973,03
		0+070.00	2973,29	4	-4	C	0,12	-0,12	2973,41	2973,17
		0+080.00	2973,66	8	-8	E	0,24	-0,24	2973,90	2973,42
PC		0+089.58	2974,00	8	-8	E	0,24	-0,24	2974,24	2973,76
	PIV 2	0+090.00	2974,01	8	-8	E	0,24	-0,24	2974,25	2973,77
		0+095.00	2974,18	8	-8	E	0,24	-0,24	2974,42	2973,94
		0+100.00	2974,34	8	-8	E	0,24	-0,24	2974,58	2974,10
CURVA # 2		0+105.00	2974,50	8	-8	E	0,24	-0,24	2974,74	2974,26
		0+110.00	2974,64	8	-8	E	0,24	-0,24	2974,88	2974,40
	PTV 2	0+115.00	2974,79	8	-8	E	0,24	-0,24	2975,03	2974,55
		0+120.00	2974,93	6	-6	D	0,18	-0,18	2975,11	2974,75
PT		0+121.38	2974,96	5,45	-5,45	Secc. Esp	0,16	-0,16	2975,13	2974,80
		0+130.00	2975,20	2	-2	B	0,06	-0,06	2975,26	2975,14

CURVA		ABSCISAS Km	COTAS ROJAS EJE SUBRASANTE	PERALTE		SECCIÓN TIPO	DESNIVELES		COTAS ROJAS SUBRASANTE	
HORIZONTAL	VERTICAL			e izq (%)	e der (%)		BORDE IZQUIERDO	BORDE DERECHO	BORDE IZQUIERDO	BORDE DERECHO
		0+135.00	2975,34	-2	-2	A	-0,06	-0,06	2975,28	2975,28
		0+140.00	2975,48	-2	2	B	-0,06	0,06	2975,42	2975,54
PC		0+148.63	2975,72	-4	4	C	-0,12	0,12	2975,60	2975,84
		0+150.00	2975,76	-4	4	C	-0,12	0,12	2975,64	2975,88
		0+155.00	2975,90	-6	6	D	-0,18	0,18	2975,72	2976,08
		0+160.00	2976,04	-6	6	D	-0,18	0,18	2975,86	2976,22
CURVA # 3	PCV 3	0+165.00	2976,18	-6	6	D	-0,18	0,18	2976,00	2976,36
		0+170.00	2976,32	-6	6	D	-0,18	0,18	2976,14	2976,50
		0+175.00	2976,45	-6	6	D	-0,18	0,18	2976,27	2976,63
		0+180.00	2976,58	-6	6	D	-0,18	0,18	2976,40	2976,76
PT		0+183.25	2976,69	-6	6	D	-0,18	0,18	2976,51	2976,87
	PIV 3	0+190.00	2976,83	-6	6	D	-0,18	0,18	2976,65	2977,01
		0+200.00	2977,07	-4	4	C	-0,12	0,12	2976,95	2977,19
		0+210.00	2977,30	-2	2	B	-0,06	0,06	2977,24	2977,36
	PTV 3	0+215.00	2977,41	-2	1	Secc. Esp	-0,06	0,03	2977,35	2977,44
		0+220.00	2977,51	-2	0	Secc. Esp	-0,06	0,00	2977,45	2977,51
		0+230.00	2977,72	-2	-2	A	-0,06	-0,06	2977,66	2977,66
		0+240.00	2977,94	-2	2	B	-0,06	0,06	2977,88	2978,00
PC		0+242.30	2977,99	-2,92	2,92	Secc. Esp	-0,09	0,09	2977,90	2978,07
		0+245.00	2978,04	-4	4	C	-0,12	0,12	2977,92	2978,16
		0+250.00	2978,15	-4	4	C	-0,12	0,12	2978,03	2978,27
		0+255.00	2978,26	-4	4	C	-0,12	0,12	2978,14	2978,38
CURVA # 4	PCV 4	0+260.00	2978,36	-4	4	C	-0,12	0,12	2978,24	2978,48
		0+265.00	2978,48	-4	4	C	-0,12	0,12	2978,36	2978,60
		0+270.00	2978,62	-4	4	C	-0,12	0,12	2978,50	2978,74
		0+275.00	2978,79	-4	4	C	-0,12	0,12	2978,67	2978,91
		0+280.00	2978,98	-4	4	C	-0,12	0,12	2978,86	2979,10

CURVA		ABSCISAS Km	COTAS ROJAS EJE SUBRASANTE	PERALTE		SECCIÓN TIPO	DESNIVELES		COTAS ROJAS SUBRASANTE	
HORIZONTAL	VERTICAL			e izq (%)	e der (%)		BORDE IZQUIERDO	BORDE DERECHO	BORDE IZQUIERDO	BORDE DERECHO
PT		0+284.81	2978,89	-4	4	C	-0,12	0,12	2978,77	2979,01
	PIV 4	0+290.00	2979,42	-2	2	B	-0,06	0,06	2979,36	2979,48
		0+295.00	2979,70	-2	-2	A	-0,06	-0,06	2979,64	2979,64
		0+300.00	2979,97	-2	-2	A	-0,06	-0,06	2979,91	2979,91
		0+310.00	2980,60	-2	-2	A	-0,06	-0,06	2980,54	2980,54
	PTV 4	0+320.00	2981,33	-2	-2	A	-0,06	-0,06	2981,27	2981,27
		0+330.00	2982,11	-2	-2	A	-0,06	-0,06	2982,05	2982,05
	PCV 5	0+340.00	2982,89	-2	-2	A	-0,06	-0,06	2982,83	2982,83
		0+350.00	2983,70	-2	-2	A	-0,06	-0,06	2983,64	2983,64
		0+360.00	2984,57	-2	-2	A	-0,06	-0,06	2984,51	2984,51
		0+370.00	2985,50	-2	-2	A	-0,06	-0,06	2985,44	2985,44
	PIV 5	0+380.00	2986,50	-2	-2	A	-0,06	-0,06	2986,44	2986,44
		0+390.00	2987,55	-2	-2	A	-0,06	-0,06	2987,49	2987,49
		0+400.00	2988,67	-2	2	A	-0,06	0,06	2988,61	2988,73
		0+410.00	2989,85	-4	4	C	-0,12	0,12	2989,73	2989,97
	PTV 5	0+420.00	2991,09	-6	6	D	-0,18	0,18	2990,91	2991,27
	PCV 6	0+425.00	2991,73	-7	7	Secc. Esp	-0,21	0,21	2991,52	2991,94
		0+430.00	2992,36	-8	8	E	-0,24	0,24	2992,12	2992,60
PC		0+430.31	2992,40	-8	8	E	-0,24	0,24	2992,16	2992,64
		0+435.00	2992,98	-8	8	E	-0,24	0,24	2992,74	2993,22
		0+440.00	2993,60	-8	8	E	-0,24	0,24	2993,36	2993,84
CURVA # 5		0+445.00	2994,21	-8	8	E	-0,24	0,24	2993,97	2994,45
		0+450.00	2994,82	-8	8	E	-0,24	0,24	2994,58	2995,06
		0+455.00	2995,41	-8	8	E	-0,24	0,24	2995,17	2995,65
PT		0+455.41	2995,60	-8	8	E	-0,24	0,24	2995,36	2995,84
		0+460.00	2996,00	-8	8	Secc. Esp	-0,24	0,24	2995,76	2996,24
		0+470.00	2997,15	-6	6	D	-0,18	0,18	2996,97	2997,33

CURVA		ABSCISAS Km	COTAS ROJAS EJE SUBRASANTE	PERALTE		SECCIÓN TIPO	DESNIVELES		COTAS ROJAS SUBRASANTE	
HORIZONTAL	VERTICAL			e izq (%)	e der (%)		BORDE	BORDE	BORDE	BORDE
							IZQUIERDO	DERECHO	IZQUIERDO	DERECHO
		0+480.00	2998,27	-4	4	C	-0,12	0,12	2998,15	2998,39
	PIV 6	0+485.00	2998,82	-3	3	Secc. Esp	-0,09	0,09	2998,73	2998,91
		0+490.00	2999,38	-2	2	B	-0,06	0,06	2999,32	2999,44
		0+500.00	3000,42	-2	2	B	-0,06	0,06	3000,36	3000,48
		0+510.00	3001,33	-4	4	C	-0,12	0,12	3001,21	3001,45
PC		0+519.66	3002,21	-4	4	C	-0,12	0,12	3002,09	3002,33
	PTV6-PCV 7	0+520.00	3002,24	-4	4	C	-0,12	0,12	3002,12	3002,36
		0+525.00	3002,63	-4	4	C	-0,12	0,12	3002,51	3002,75
CURVA # 6		0+530.00	3003,00	-4	4	C	-0,12	0,12	3002,88	3003,12
		0+535.00	3003,33	-4	4	C	-0,12	0,12	3003,21	3003,45
		0+540.00	3003,63	-4	4	C	-0,12	0,12	3003,51	3003,75
		0+545.00	3003,91	-2	2	B	-0,06	0,06	3003,85	3003,97
PT		0+549.05	3004,10	-2	-2	A	-0,06	-0,06	3004,04	3004,04
	PIV 7	0+550.00	3004,15	-2	-2	A	-0,06	-0,06	3004,09	3004,09
		0+560.00	3004,56	2	-2	B	0,06	-0,06	3004,62	3004,50
		0+570.00	3004,89	4	-4	C	0,12	-0,12	3005,01	3004,77
		0+580.00	3005,12	6	-6	D	0,18	-0,18	3005,30	3004,94
PC		0+583.87	3005,19	6,77	-6,77	Secc. Esp	0,20	-0,20	3005,39	3004,98
	PTV 7	0+585.00	3005,21	7	-7	Secc. Esp	0,21	-0,21	3005,42	3005,00
		0+590.00	3005,28	8	-8	E	0,24	-0,24	3005,52	3005,04
CURVA # 7		0+595.00	3005,35	8	-8	E	0,24	-0,24	3005,59	3005,11
		0+600.00	3005,42	8	-8	E	0,24	-0,24	3005,66	3005,18
		0+605.00	3005,49	8	-8	E	0,24	-0,24	3005,73	3005,25
PT		0+608.69	3005,55	8	-8	E	0,24	-0,24	3005,79	3005,31
	PTV 7	0+610.00	3005,57	8	-8	E	0,24	-0,24	3005,81	3005,33
		0+620.00	3005,73	4	-4	C	0,12	-0,12	3005,85	3005,61
		0+630.00	3005,93	0	-2	Secc. Esp	0,00	-0,06	3005,93	3005,87

CURVA		ABSCISAS Km	COTAS ROJAS EJE SUBRASANTE	PERALTE		SECCIÓN TIPO	DESNIVELES		COTAS ROJAS SUBRASANTE	
HORIZONTAL	VERTICAL			e izq (%)	e der (%)		BORDE	BORDE	BORDE	BORDE
							IZQUIERDO	DERECHO	IZQUIERDO	DERECHO
PC		0+633.62	3005,91	-2	-2	A	-0,06	-0,06	3005,85	3005,85
		0+635.00	3006,04	-2	-2	A	-0,06	-0,06	3005,98	3005,98
	PCV 8	0+640.00	3006,17	-2	2	B	-0,06	0,06	3006,11	3006,23
		0+645.00	3006,30	-6	6	D	-0,18	0,18	3006,12	3006,48
CURVA # 8		0+650.00	3006,44	-6	6	D	-0,18	0,18	3006,26	3006,62
		0+655.00	3006,59	-6	6	D	-0,18	0,18	3006,41	3006,77
		0+660.00	3006,75	-6	6	D	-0,18	0,18	3006,57	3006,93
		0+665.00	3006,92	-6	6	D	-0,18	0,18	3006,74	3007,10
PT		0+666.56	3006,97	-6	6	D	-0,18	0,18	3006,79	3007,15
	PTV 8	0+670.00	3007,10	-6	6	D	-0,18	0,18	3006,92	3007,28
		0+680.00	3007,46	-4	4	C	-0,12	0,12	3007,34	3007,58
		0+690.00	3007,83	-2	2	B	-0,06	0,06	3007,77	3007,89
		0+700.00	3008,19	-2	0	Secc. Esp	-0,06	0,00	3008,13	3008,19
		0+710.00	3008,56	-2	-2	A	-0,06	-0,06	3008,50	3008,50
		0+720.00	3008,92	-2	-2	A	-0,06	-0,06	3008,86	3008,86
		0+730.00	3009,29	-2	-2	A	-0,06	-0,06	3009,23	3009,23
		0+740.00	3009,65	2	-2	B	0,06	-0,06	3009,71	3009,59
		0+750.00	3010,02	4	-4	C	0,12	-0,12	3010,14	3009,90
		0+760.00	3010,38	6	-6	D	0,18	-0,18	3010,56	3010,20
PC		0+765.57	3010,59	8	-8	E	0,24	-0,24	3010,83	3010,35
CURVA # 9		0+770.00	3010,75	8	-8	E	0,24	-0,24	3010,99	3010,51
		0+775.00	3010,93	8	-8	E	0,24	-0,24	3011,17	3010,69
PT		0+780.05	3011,12	8	-8	E	0,24	-0,24	3011,36	3010,88
		0+790.00	3011,48	6	-6	D	0,18	-0,18	3011,66	3011,30
		0+800.00	3011,85	4	-4	C	0,12	-0,12	3011,97	3011,73
		0+810.00	3012,21	2	-2	B	0,06	-0,06	3012,27	3012,15
		0+820.00	3012,58	-2	-2	A	-0,06	-0,06	3012,52	3012,52

CURVA		ABSCISAS Km	COTAS ROJAS EJE SUBRASANTE	PERALTE		SECCIÓN TIPO	DESNIVELES		COTAS ROJAS SUBRASANTE	
HORIZONTAL	VERTICAL			e izq (%)	e der (%)		BORDE	BORDE	BORDE	BORDE
							IZQUIERDO	DERECHO	IZQUIERDO	DERECHO
		0+830.00	3012,94	-2	2	A	-0,06	0,06	3012,88	3013,00
PC		0+840.76	3013,34	-4	4	C	-0,12	0,12	3013,22	3013,46
		0+845.00	3013,49	-4	4	C	-0,12	0,12	3013,37	3013,61
		0+850.00	3013,67	-4	4	C	-0,12	0,12	3013,55	3013,79
CURVA # 10		0+855.00	3013,86	-4	4	C	-0,12	0,12	3013,74	3013,98
		0+860.00	3014,04	-4	4	C	-0,12	0,12	3013,92	3014,16
		0+865.00	3014,22	-4	4	C	-0,12	0,12	3014,10	3014,34
		0+870.00	3014,40	-2	2	B	-0,06	0,06	3014,34	3014,46
PT		0+871.24	3014,45	-2	2	B	-0,06	0,06	3014,39	3014,51
		0+880.00	3014,77	-2	-2	A	-0,06	-0,06	3014,71	3014,71
		0+890.00	3015,13	2	-2	B	0,06	-0,06	3015,19	3015,07
		0+900.00	3015,50	4	-4	C	0,12	-0,12	3015,62	3015,38
PC		0+901.21	3015,54	4,48	-4,48	Secc. Esp	0,13	-0,13	3015,68	3015,41
		0+905.00	3015,68	6	-6	D	0,18	-0,18	3015,86	3015,50
CURVA # 11		0+910.00	3015,86	6	-6	D	0,18	-0,18	3016,04	3015,68
		0+915.00	3016,05	6	-6	D	0,18	-0,18	3016,23	3015,87
PT		0+917.04	3016,12	6	-6	D	0,18	-0,18	3016,30	3015,94
	PCV9	0+920.00	3016,23	6	-6	D	0,18	-0,18	3016,41	3016,05
		0+930.00	3016,64	4	-4	C	0,12	-0,12	3016,76	3016,52
		0+940.00	3017,16	2	-2	B	0,06	-0,06	3017,22	3017,10
PC		0+945.18	3017,46	4	-4	C	0,12	-0,12	3017,58	3017,34
	PIV9	0+950.00	3017,76	6	-6	D	0,18	-0,18	3017,94	3017,58
CURVA # 12		0+955.00	3018,10	6	-6	D	0,18	-0,18	3018,28	3017,92
		0+960.00	3018,47	6	-6	D	0,18	-0,18	3018,65	3018,29
PT		0+962.50	3018,51	6	-6	D	0,18	-0,18	3018,69	3018,33
		0+970.00	3019,27	6	-6	D	0,18	-0,18	3019,45	3019,09
	PTV 9	0+980.00	3020,16	4	-4	C	0,12	-0,12	3020,28	3020,04

CURVA		ABSCISAS Km	COTAS ROJAS EJE SUBRASANTE	PERALTE		SECCIÓN TIPO	DESNIVELES		COTAS ROJAS SUBRASANTE	
HORIZONTAL	VERTICAL			e izq (%)	e der (%)		BORDE	BORDE	BORDE	BORDE
							IZQUIERDO	DERECHO	IZQUIERDO	DERECHO
		0+990.00	3021,11	2	-2	B	0,06	-0,06	3021,17	3021,05
		1+000.00	3022,05	2	0	Secc. Esp	0,06	0,00	3022,11	3022,05
		1+010.00	3022,99	-2	-2	A	-0,06	-0,06	3022,93	3022,93
		1+020.00	3023,94	-2	-2	A	-0,06	-0,06	3023,88	3023,88
		1+030.00	3024,89	-2	-2	A	-0,06	-0,06	3024,83	3024,83
		1+040.00	3025,83	-2	-2	A	-0,06	-0,06	3025,77	3025,77
		1+050.00	3026,78	-2	-2	A	-0,06	-0,06	3026,72	3026,72
		1+060.00	3027,72	-2	-2	A	-0,06	-0,06	3027,66	3027,66
		1+070.00	3028,67	-2	0	Secc. Esp	-0,06	0,00	3028,61	3028,67
		1+080.00	3029,61	-2	2	B	-0,06	0,06	3029,55	3029,67
		1+090.00	3030,56	-4	4	C	-0,12	0,12	3030,44	3030,68
		1+100.00	3031,50	-6	6	D	-0,18	0,18	3031,32	3031,68
PC		1+101.34	3031,63	-6	6	D	-0,18	0,18	3031,45	3031,81
		1+105.00	3031,97	-6	6	D	-0,18	0,18	3031,79	3032,15
		1+110.00	3032,45	-6	6	D	-0,18	0,18	3032,27	3032,63
		1+115.00	3032,92	-6	6	D	-0,18	0,18	3032,74	3033,10
		1+120.00	3033,39	-6	6	D	-0,18	0,18	3033,21	3033,57
		1+125.00	3033,86	-6	6	D	-0,18	0,18	3033,68	3034,04
CURVA # 13		1+130.00	3034,34	-6	6	D	-0,18	0,18	3034,16	3034,52
		1+135.00	3034,81	-6	6	D	-0,18	0,18	3034,63	3034,99
		1+140.00	3035,23	-6	6	D	-0,18	0,18	3035,05	3035,41
		1+145.00	3035,75	-6	6	D	-0,18	0,18	3035,57	3035,93
		1+150.00	3036,22	-4	4	C	-0,12	0,12	3036,10	3036,34
		1+155.00	3036,70	-2	2	B	-0,06	0,06	3036,64	3036,76
PT		1+158.83	3037,06	-2	0,94	Secc. Esp	-0,06	0,03	3037,00	3037,09
	PCV 10	1+160.00	3037,17	-2	-2	A	-0,06	-0,06	3037,11	3037,11
		1+170.00	3038,14	2	-2	B	0,06	-0,06	3038,20	3038,08

CURVA		ABSCISAS Km	COTAS ROJAS EJE SUBRASANTE	PERALTE		SECCIÓN TIPO	DESNIVELES		COTAS ROJAS SUBRASANTE	
HORIZONTAL	VERTICAL			e izq (%)	e der (%)		BORDE	BORDE	BORDE	BORDE
							IZQUIERDO	DERECHO	IZQUIERDO	DERECHO
		1+180.00	3039,17	4	-4	C	0,12	-0,12	3039,29	3039,05
PC		1+188.11	3039,83	5,62	-5,62	Secc. Esp	0,17	-0,17	3039,99	3039,66
	PIV 10	1+190.00	3040,24	6	-6	D	0,18	-0,18	3040,42	3040,06
		1+195.00	3040,80	6	-6	D	0,18	-0,18	3040,98	3040,62
CURVA # 14		1+200.00	3041,37	6	-6	D	0,18	-0,18	3041,55	3041,19
		1+205.00	3041,96	6	-6	D	0,18	-0,18	3042,14	3041,78
		1+210.00	3042,55	6	-6	D	0,18	-0,18	3042,73	3042,37
		1+215.00	3043,16	6	-6	D	0,18	-0,18	3043,34	3042,98
	PTV 10	1+220.00	3043,79	6	-6	D	0,18	-0,18	3043,97	3043,61
PT		1+221.40	3043,96	6	-6	D	0,18	-0,18	3044,14	3043,78
		1+225.00	3043,16	4	-4	C	0,12	-0,12	3043,28	3043,04
		1+230.00	3045,05	2	-2	B	0,06	-0,06	3045,11	3044,99
PC		1+232.03	3045,30	2	-2	B	0,06	-0,06	3045,36	3045,24
		1+235.00	3045,68	4	-4	C	0,12	-0,12	3045,80	3045,56
		1+240.00	3046,31	4	-4	C	0,12	-0,12	3046,43	3046,19
		1+245.00	3046,94	4	-4	C	0,12	-0,12	3047,06	3046,82
		1+250.00	3047,57	4	-4	C	0,12	-0,12	3047,69	3047,45
CURVA # 15		1+255.00	3048,20	4	-4	C	0,12	-0,12	3048,32	3048,08
		1+260.00	3048,83	4	-4	C	0,12	-0,12	3048,95	3048,71
		1+265.00	3049,46	4	-4	C	0,12	-0,12	3049,58	3049,34
		1+270.00	3050,09	4	-4	C	0,12	-0,12	3050,21	3049,97
		1+275.00	3050,72	4	-4	C	0,12	-0,12	3050,84	3050,60
		1+280.00	3051,35	4	-4	C	0,12	-0,12	3051,47	3051,23
PT		1+282.01	3051,60	3,2	-3,2	Secc. Esp	0,10	-0,10	3051,70	3051,51
		1+285.00	3051,98	2	-2	B	0,06	-0,06	3052,04	3051,92
		1+290.00	3052,61	-2	-2	A	-0,06	-0,06	3052,55	3052,55
		1+300.00	3053,87	-2	2	B	-0,06	0,06	3053,81	3053,93

CURVA		ABSCISAS Km	COTAS ROJAS EJE SUBRASANTE	PERALTE		SECCIÓN TIPO	DESNIVELES		COTAS ROJAS SUBRASANTE	
HORIZONTAL	VERTICAL			e izq (%)	e der (%)		BORDE IZQUIERDO	BORDE DERECHO	BORDE IZQUIERDO	BORDE DERECHO
PC		1+306.33	3054,67	-4	4	C	-0,12	0,12	3054,55	3054,79
		1+310.00	3055,13	-6	6	D	-0,18	0,18	3054,95	3055,31
		1+315.00	3055,76	-6	6	D	-0,18	0,18	3055,58	3055,94
CURVA # 16		1+320.00	3056,39	-6	6	D	-0,18	0,18	3056,21	3056,57
		1+325.00	3057,24	-6	6	D	-0,18	0,18	3057,06	3057,42
		1+330.00	3057,65	-6	6	D	-0,18	0,18	3057,47	3057,83
		1+335.00	3058,29	-6	6	D	-0,18	0,18	3058,11	3058,47
PT		1+335.04	3058,29	-6	6	D	-0,18	0,18	3058,11	3058,47
	PCV 11	1+340.00	3058,92	-4	4	C	-0,12	0,12	3058,80	3059,04
		1+350.00	3060,12	-2	2	B	-0,06	0,06	3060,06	3060,18
		1+360.00	3061,22	-4	4	C	-0,12	0,12	3061,10	3061,34
PC		1+365.19	3061,75	-4	4	C	-0,12	0,12	3061,63	3061,87
		1+370.00	3062,22	-4	4	C	-0,12	0,12	3062,10	3062,34
		1+375.00	3062,68	-4	4	C	-0,12	0,12	3062,56	3062,80
		1+380.00	3063,11	-4	4	C	-0,12	0,12	3062,99	3063,23
		1+385.00	3063,52	-4	4	C	-0,12	0,12	3063,40	3063,64
	PIV 11	1+390.00	3063,90	-4	4	C	-0,12	0,12	3063,78	3064,02
CURVA # 17		1+395.00	3064,25	-4	4	C	-0,12	0,12	3064,13	3064,37
		1+400.00	3064,58	-4	4	C	-0,12	0,12	3064,46	3064,70
		1+405.00	3064,87	-4	4	C	-0,12	0,12	3064,75	3064,99
		1+410.00	3065,15	-4	4	C	-0,12	0,12	3065,03	3065,27
		1+415.00	3065,40	-4	4	C	-0,12	0,12	3065,28	3065,52
		1+420.00	3065,62	-4	4	C	-0,12	0,12	3065,50	3065,74
PT		1+423.03	3065,73	-4	4	C	-0,12	0,12	3065,61	3065,85
		1+430.00	3065,98	-2	2	B	-0,06	0,06	3065,92	3066,04
	PTV 11	1+440.00	3066,23	-2	-2	A	-0,06	-0,06	3066,17	3066,17
		1+450.00	3066,44	-2	-2	A	-0,06	-0,06	3066,38	3066,38

CURVA		ABSCISAS Km	COTAS ROJAS EJE SUBRASANTE	PERALTE		SECCIÓN TIPO	DESNIVELES		COTAS ROJAS SUBRASANTE	
HORIZONTAL	VERTICAL			e izq (%)	e der (%)		BORDE IZQUIERDO	BORDE DERECHO	BORDE IZQUIERDO	BORDE DERECHO
		1+460.00	3066,64	-2	2	B	-0,06	0,06	3066,58	3066,70
PC		1+469.49	3066,83	-4	4	C	-0,12	0,12	3066,71	3066,95
		1+470.00	3066,84	-4	4	C	-0,12	0,12	3066,72	3066,96
		1+475.00	3066,95	-4	4	C	-0,12	0,12	3066,83	3067,07
		1+480.00	3067,05	-4	4	C	-0,12	0,12	3066,93	3067,17
		1+485.00	3067,15	-4	4	C	-0,12	0,12	3067,03	3067,27
		1+490.00	3067,25	-4	4	C	-0,12	0,12	3067,13	3067,37
		1+500.00	3067,45	-4	4	C	-0,12	0,12	3067,33	3067,57
CURVA # 18		1+505.00	3067,56	-4	4	C	-0,12	0,12	3067,44	3067,68
		1+510.00	3067,45	-4	4	C	-0,12	0,12	3067,33	3067,57
		1+520.00	3067,66	-4	4	C	-0,12	0,12	3067,54	3067,78
		1+525.00	3067,96	-4	4	C	-0,12	0,12	3067,84	3068,08
		1+530.00	3068,06	-4	4	C	-0,12	0,12	3067,94	3068,18
		1+535.00	3068,16	-4	4	C	-0,12	0,12	3068,04	3068,28
		1+540.00	3068,26	-4	4	C	-0,12	0,12	3068,14	3068,38
PT		1+544.29	3068,35	-4	4	C	-0,12	0,12	3068,23	3068,47
		1+550.00	3068,47	-2	2	B	-0,06	0,06	3068,41	3068,53
		1+560.00	3068,67	-2	-2	A	-0,06	-0,06	3068,61	3068,61
		1+570.00	3068,87	-2	-2	A	-0,06	-0,06	3068,81	3068,81
		1+580.00	3069,08	-2	2	B	-0,06	0,06	3069,02	3069,14
		1+590.00	3069,28	-4	4	C	-0,12	0,12	3069,16	3069,40
PC		1+592.46	3069,33	-4	4	C	-0,12	0,12	3069,21	3069,45
		1+595.00	3069,38	-4	4	C	-0,12	0,12	3069,26	3069,50
CURVA # 19	PCV 12	1+600.00	3069,48	-4	4	C	-0,12	0,12	3069,36	3069,60
		1+605.00	3069,59	-4	4	C	-0,12	0,12	3069,47	3069,71
PT		1+608.13	3069,65	-4	4	C	-0,12	0,12	3069,53	3069,77
		1+610.00	3069,71	-4	4	C	-0,12	0,12	3069,59	3069,83

CURVA		ABSCISAS Km	COTAS ROJAS EJE SUBRASANTE	PERALTE		SECCIÓN TIPO	DESNIVELES		COTAS ROJAS SUBRASANTE	
HORIZONTAL	VERTICAL			e izq (%)	e der (%)		BORDE IZQUIERDO	BORDE DERECHO	BORDE IZQUIERDO	BORDE DERECHO
		1+620.00	3070,00	-2	2	B	-0,06	0,06	3069,94	3070,06
		1+630.00	3070,33	-2	-2	A	-0,06	-0,06	3070,27	3070,27
	PIV 12	1+640.00	3070,72	-2	-2	A	-0,06	-0,06	3070,66	3070,66
		1+650.00	3071,16	-2	-2	A	-0,06	-0,06	3071,10	3071,10
		1+660.00	3071,66	-2	-2	A	-0,06	-0,06	3071,60	3071,60
		1+670.00	3072,21	-2	2	B	-0,06	0,06	3072,15	3072,27
	PTV 12	1+680.00	3072,81	-4	4	C	-0,12	0,12	3072,69	3072,93
		1+690.00	3073,44	-6	6	D	-0,18	0,18	3073,26	3073,62
PC		1+695.06	3073,76	-6	6	D	-0,18	0,18	3073,58	3073,94
		1+700.00	3074,06	-6	6	D	-0,18	0,18	3073,88	3074,24
		1+705.00	3074,38	-6	6	D	-0,18	0,18	3074,20	3074,56
CURVA # 20		1+710.00	3074,69	-6	6	D	-0,18	0,18	3074,51	3074,87
		1+715.00	3075,01	-6	6	D	-0,18	0,18	3074,83	3075,19
		1+720.00	3075,32	-6	6	D	-0,18	0,18	3075,14	3075,50
		1+725.00	3075,64	-6	6	D	-0,18	0,18	3075,46	3075,82
PT		1+729.30	3075,91	-6	6	D	-0,18	0,18	3075,73	3076,09
		1+730.00	3075,95	-6	6	D	-0,18	0,18	3075,77	3076,13
		1+740.00	3076,58	-4	4	C	-0,12	0,12	3076,46	3076,70
		1+750.00	3077,21	-2	2	B	-0,06	0,06	3077,15	3077,27
		1+760.00	3077,83	-2	-2	A	-0,06	-0,06	3077,77	3077,77
		1+770.00	3078,46	-2	-2	A	-0,06	-0,06	3078,40	3078,40
	PCV 13	1+780.00	3079,09	-2	-2	A	-0,06	-0,06	3079,03	3079,03
		1+790.00	3079,75	-2	-2	A	-0,06	-0,06	3079,69	3079,69
		1+800.00	3080,49	-2	-2	A	-0,06	-0,06	3080,43	3080,43
	PIV 13	1+810.00	3081,29	-2	-2	A	-0,06	-0,06	3081,23	3081,23
		1+820.00	3082,17	-2	-2	A	-0,06	-0,06	3082,11	3082,11
		1+830.00	3083,11	2	-2	B	0,06	-0,06	3083,17	3083,05

CURVA		ABSCISAS Km	COTAS ROJAS EJE SUBRASANTE	PERALTE		SECCIÓN TIPO	DESNIVELES		COTAS ROJAS SUBRASANTE	
HORIZONTAL	VERTICAL			e izq (%)	e der (%)		BORDE IZQUIERDO	BORDE DERECHO	BORDE IZQUIERDO	BORDE DERECHO
	PTV 13	1+840.00	3084,13	4	-4	C	0,12	-0,12	3084,25	3084,01
PC		1+843.17	3084,47	4	-4	C	0,12	-0,12	3084,59	3084,35
		1+845.00	3084,66	4	-4	C	0,12	-0,12	3084,78	3084,54
		1+850.00	3085,20	4	-4	C	0,12	-0,12	3085,32	3085,08
		1+855.00	3085,71	4	-4	C	0,12	-0,12	3085,83	3085,59
		1+860.00	3086,24	4	-4	C	0,12	-0,12	3086,36	3086,12
		1+865.00	3086,76	4	-4	C	0,12	-0,12	3086,88	3086,64
CURVA # 21		1+870.00	3087,29	4	-4	C	0,12	-0,12	3087,41	3087,17
		1+875.00	3087,82	4	-4	C	0,12	-0,12	3087,94	3087,70
		1+880.00	3088,34	4	-4	C	0,12	-0,12	3088,46	3088,22
		1+885.00	3088,87	4	-4	C	0,12	-0,12	3088,99	3088,75
		1+890.00	3089,39	4	-4	C	0,12	-0,12	3089,51	3089,27
		1+895.00	3089,92	4	-4	C	0,12	-0,12	3090,04	3089,80
PT		1+896.15	3090,04	4	-4	C	0,12	-0,12	3090,16	3089,92
		1+900.00	3090,45	2	-2	B	0,06	-0,06	3090,51	3090,39
		1+910.00	3091,50	-2	-2	A	-0,06	-0,06	3091,44	3091,44
		1+920.00	3092,55	-2	-2	A	-0,06	-0,06	3092,49	3092,49
		1+930.00	3093,60	2	-2	B	0,06	-0,06	3093,66	3093,54
PC		1+933.67	3093,99	3,47	-3,47	Secc. Esp	0,10	-0,10	3094,09	3093,89
		1+935.00	3094,13	4	-4	C	0,12	-0,12	3094,25	3094,01
		1+940.00	3094,66	4	-4	C	0,12	-0,12	3094,78	3094,54
CURVA # 22		1+945.00	3095,18	4	-4	C	0,12	-0,12	3095,30	3095,06
		1+950.00	3095,71	4	-4	C	0,12	-0,12	3095,83	3095,59
PT		1+951.10	3095,83	4	-4	C	0,12	-0,12	3095,95	3095,71
		1+955.00	3096,24	2	-2	B	0,06	-0,06	3096,30	3096,18
		1+960.00	3096,76	-2	-2	A	-0,06	-0,06	3096,70	3096,70
	PCV 14	1+970.00	3097,81	-4	4	C	-0,12	0,12	3097,69	3097,93

CURVA		ABSCISAS Km	COTAS ROJAS EJE SUBRASANTE	PERALTE		SECCIÓN TIPO	DESNIVELES		COTAS ROJAS SUBRASANTE	
HORIZONTAL	VERTICAL			e izq (%)	e der (%)		BORDE IZQUIERDO	BORDE DERECHO	BORDE IZQUIERDO	BORDE DERECHO
PC		1+976.75	3098,49	-5,35	5,35	Secc. Esp	-0,16	0,16	3098,33	3098,65
		1+980.00	3098,80	-6	6	D	-0,18	0,18	3098,62	3098,98
		1+985.00	3099,25	-6	6	D	-0,18	0,18	3099,07	3099,43
		1+990.00	3099,67	-6	6	D	-0,18	0,18	3099,49	3099,85
CURVA # 23		1+995.00	3100,05	-6	6	D	-0,18	0,18	3099,87	3100,23
		2+000.00	3100,41	-6	6	D	-0,18	0,18	3100,23	3100,59
		2+005.00	3100,73	-6	6	D	-0,18	0,18	3100,55	3100,91
	PIV 14	2+010.00	3101,03	-6	6	D	-0,18	0,18	3100,85	3101,21
		2+015.00	3101,29	-6	6	D	-0,18	0,18	3101,11	3101,47
PT=PC		2+019.85	3010,51	-6	6	D	-0,18	0,18	3010,33	3010,69
		2+020.00	3101,52	-6	6	D	-0,18	0,18	3101,34	3101,70
CURVA # 24		2+025.00	3101,71	-6	6	C	-0,18	0,18	3101,53	3101,89
		2+030.00	3101,88	-6	6	B	-0,18	0,18	3101,70	3102,06
PT		2+034.23	3102,00	-4	4	C	-0,12	0,12	3101,88	3102,12
		2+040.00	3102,12	-2	2	B	-0,06	0,06	3102,06	3102,18
		2+045.00	3102,18	-2	-2	A	-0,06	-0,06	3102,12	3102,12
	PTV 14	2+050.00	3102,24	2	-2	B	0,06	-0,06	3102,30	3102,18
PC		2+053.87	3102,26	3,55	-3,55	Secc. Esp	0,11	-0,11	3102,36	3102,15
		2+055.00	3102,26	4	-4	C	0,12	-0,12	3102,38	3102,14
		2+060.00	3102,29	6	-6	D	0,18	-0,18	3102,47	3102,11
CURVA # 25		2+065.00	3102,32	6	-6	D	0,18	-0,18	3102,50	3102,14
		2+070.00	3102,34	6	-6	D	0,18	-0,18	3102,52	3102,16
PT		2+072.60	3102,36	6	-6	D	0,18	-0,18	3102,54	3102,18
		2+080.00	3102,40	4	-4	C	0,12	-0,12	3102,52	3102,28
		2+090.00	3102,45	2	-2	B	0,06	-0,06	3102,51	3102,39
		2+100.00	3102,50	-2	-2	A	-0,06	-0,06	3102,44	3102,44
		2+110.00	3102,56	-2	-2	A	-0,06	-0,06	3102,50	3102,50

CURVA		ABSCISAS	COTAS ROJAS	PERALTE		SECCIÓN	DESNIVELES		COTAS ROJAS SUBRASANTE	
HORIZONTAL	VERTICAL	Km	EJE SUBRASANTE	e izq (%)	e der (%)	TIPO	BORDE	BORDE	BORDE	BORDE
							IZQUIERDO	DERECHO	IZQUIERDO	DERECHO
		2+120.00	3102,61	2	-2	B	0,06	-0,06	3102,67	3102,55
		2+130.00	3102,66	4	-4	C	0,12	-0,12	3102,78	3102,54
		2+140.00	3102,72	6	-6	D	0,18	-0,18	3102,90	3102,54
PC		2+143.56	3102,74	6	-6	D	0,18	-0,18	3102,92	3102,56
	PCV 15	2+145.00	3102,74	6	-6	D	0,18	-0,18	3102,92	3102,56
		2+150.00	3102,78	6	-6	D	0,18	-0,18	3102,96	3102,60
		2+155.00	3102,83	6	-6	D	0,18	-0,18	3103,01	3102,65
CURVA # 26		2+160.00	3102,89	6	-6	D	0,18	-0,18	3103,07	3102,71
		2+165.00	3102,96	6	-6	D	0,18	-0,18	3103,14	3102,78
	PIV 15	2+170.00	3103,05	6	-6	D	0,18	-0,18	3103,23	3102,87
		2+175.00	3103,16	4	-4	C	0,12	-0,12	3103,28	3103,04
PT		2+176.19	3103,19	3,52	-3,52	Secc. Esp	0,11	-0,11	3103,29	3103,08
		2+180.00	3103,27	2	-2	B	0,06	-0,06	3103,33	3103,21
		2+190.00	3103,55	-2	-2	A	-0,06	-0,06	3103,49	3103,49
	PTV15-PCV16	2+195.00	3103,71	-2	2	B	-0,06	0,06	3103,65	3103,77
		2+200.00	3103,89	-4	4	C	-0,12	0,12	3103,77	3104,01
PC		2+203.25	3104,03	-5,3	5,3	Secc. Esp	-0,16	0,16	3103,87	3104,19
		2+205.00	3104,10	-6	6	D	-0,18	0,18	3103,92	3104,28
		2+210.00	3104,33	-6	6	D	-0,18	0,18	3104,15	3104,51
CURVA # 27		2+215.00	3104,59	-6	6	D	-0,18	0,18	3104,41	3104,77
		2+220.00	3104,88	-6	6	D	-0,18	0,18	3104,70	3105,06
		2+225.00	3105,19	-6	6	D	-0,18	0,18	3105,01	3105,37
	PIV 16	2+230.00	3105,53	-6	6	D	-0,18	0,18	3105,35	3105,71
PT		2+233.54	3105,79	-4,58	4,58	Secc. Esp	-0,14	0,14	3105,65	3105,92
		2+235.00	3105,91	-4	4	C	-0,12	0,12	3105,79	3106,03
		2+240.00	3106,28	-2	2	B	-0,06	0,06	3106,22	3106,34
		2+250.00	3107,14	-2	-2	A	-0,06	-0,06	3107,08	3107,08

CURVA		ABSCISAS Km	COTAS ROJAS EJE SUBRASANTE	PERALTE		SECCIÓN TIPO	DESNIVELES		COTAS ROJAS SUBRASANTE	
HORIZONTAL	VERTICAL			e izq (%)	e der (%)		BORDE IZQUIERDO	BORDE DERECHO	BORDE IZQUIERDO	BORDE DERECHO
		2+270.00	3109,16	6	-6	D	0,18	-0,18	3109,34	3108,98
		2+275.00	3109,70	6	-6	D	0,18	-0,18	3109,88	3109,52
		2+280.00	3110,23	6	-6	D	0,18	-0,18	3110,41	3110,05
CURVA # 28		2+285.00	3110,76	6	-6	D	0,18	-0,18	3110,94	3110,58
		2+290.00	3111,30	6	-6	D	0,18	-0,18	3111,48	3111,12
		2+295.00	3111,83	6	-6	D	0,18	-0,18	3112,01	3111,65
		2+300.00	3112,37	4	-4	C	0,12	-0,12	3112,49	3112,25
PT		2+304.03	3112,80	2	-2	B	0,06	-0,06	3112,86	3112,74
		2+310.00	3113,44	-2	-2	A	-0,06	-0,06	3113,38	3113,38
		2+315.00	3113,97	-2	2	B	-0,06	0,06	3113,91	3114,03
		2+320.00	3114,50	-4	4	C	-0,12	0,12	3114,38	3114,62
PC		2+323.27	3114,85	-5,31	5,31	Secc. Esp	-0,16	0,16	3114,69	3115,01
		2+325.00	3115,04	-6	6	D	-0,18	0,18	3114,86	3115,22
CURVA # 29	PCV 17	2+330.00	3115,57	-6	6	D	-0,18	0,18	3115,39	3115,75
		2+335.00	3116,10	-4	4	C	-0,12	0,12	3115,98	3116,22
PT		2+338.02	3116,39	-2,79	2,79	Secc. Esp	-0,08	0,08	3116,31	3116,48
		2+340.00	3116,60	-2	2	B	-0,06	0,06	3116,54	3116,66
		2+350.00	3117,53	-2	-2	A	-0,06	-0,06	3117,47	3117,47
		2+360.00	3118,37	2	-2	B	0,06	-0,06	3118,43	3118,31
PC		2+366.15	3118,85	4	-4	C	0,12	-0,12	3118,97	3118,73
		2+370.00	3119,13	6	-6	D	0,18	-0,18	3119,31	3118,95
		2+375.00	3119,47	6	-6	D	0,18	-0,18	3119,65	3119,29
	PIV 17	2+380.00	3119,79	6	-6	D	0,18	-0,18	3119,97	3119,61
		2+385.00	3120,09	6	-6	D	0,18	-0,18	3120,27	3119,91
CURVA # 30		2+390.00	3120,36	6	-6	D	0,18	-0,18	3120,54	3120,18
		2+395.00	3120,61	6	-6	D	0,18	-0,18	3120,79	3120,43
		2+400.00	3120,84	6	-6	D	0,18	-0,18	3121,02	3120,66

CURVA		ABSCISAS Km	COTAS ROJAS EJE SUBRASANTE	PERALTE		SECCIÓN TIPO	DESNIVELES		COTAS ROJAS SUBRASANTE	
HORIZONTAL	VERTICAL			e izq (%)	e der (%)		BORDE IZQUIERDO	BORDE DERECHO	BORDE IZQUIERDO	BORDE DERECHO
		2+405.00	3121,05	6	-6	D	0,18	-0,18	3121,23	3120,87
		2+410.00	3121,24	6	-6	D	0,18	-0,18	3121,42	3121,06
PT		2+414.69	3121,39	6	-6	D	0,18	-0,18	3121,57	3121,21
		2+420.00	3121,54	6	-6	D	0,18	-0,18	3121,72	3121,36
	PTV 17	2+430.00	3121,75	4	-4	C	0,12	-0,12	3121,87	3121,63
		2+440.00	3121,92	2	-2	B	0,06	-0,06	3121,98	3121,86
		2+450.00	3122,08	-2	-2	A	-0,06	-0,06	3122,02	3122,02
		2+460.00	3122,25	-2	-2	A	-0,06	-0,06	3122,19	3122,19
		2+470.00	3122,42	2	-2	B	0,06	-0,06	3122,48	3122,36
		2+480.00	3122,58	4	-4	C	0,12	-0,12	3122,70	3122,46
		2+490.00	3122,75	6	-6	D	0,18	-0,18	3122,93	3122,57
PC		2+495.21	3122,94	6	-6	D	0,18	-0,18	3123,12	3122,76
		2+500.00	3122,92	6	-6	D	0,18	-0,18	3123,10	3122,74
CURVA # 31		2+505.00	3123,00	6	-6	D	0,18	-0,18	3123,18	3122,82
		2+510.00	3123,08	6	-6	D	0,18	-0,18	3123,26	3122,90
PT		2+512.33	3123,12	6	-6	D	0,18	-0,18	3123,30	3122,94
		2+520.00	3123,25	6	-6	D	0,18	-0,18	3123,43	3123,07
		2+530.00	3123,42	4	-4	C	0,12	-0,12	3123,54	3123,30
		2+540.00	3123,58	2	-2	B	0,06	-0,06	3123,64	3123,52
		2+550.00	3123,75	-2	-2	A	-0,06	-0,06	3123,69	3123,69
		2+560.00	3123,92	-2	-2	A	-0,06	-0,06	3123,86	3123,86
		2+570.00	3124,08	-2	-2	A	-0,06	-0,06	3124,02	3124,02
	PCV 18	2+580.00	3124,25	-2	-2	A	-0,06	-0,06	3124,19	3124,19
		2+590.00	3124,50	-2	-2	A	-0,06	-0,06	3124,44	3124,44
	PIV 18	2+600.00	3124,92	-2	-2	A	-0,06	-0,06	3124,86	3124,86
		2+610.00	3125,51	-2	2	B	-0,06	0,06	3125,45	3125,57
	PTV 18	2+620.00	3126,27	-4	4	C	-0,12	0,12	3126,15	3126,39

CURVA		ABSCISAS Km	COTAS ROJAS EJE SUBRASANTE	PERALTE		SECCIÓN TIPO	DESNIVELES		COTAS ROJAS SUBRASANTE	
HORIZONTAL	VERTICAL			e izq (%)	e der (%)		BORDE IZQUIERDO	BORDE DERECHO	BORDE IZQUIERDO	BORDE DERECHO
		2+630.00	3127,11	-6	6	D	-0,18	0,18	3126,93	3127,29
	PCV 19	2+635.00	3127,53	-7	7	Secc. Esp	-0,21	0,21	3127,32	3127,74
PC		2+639.89	3127,94	-8	8	E	-0,24	0,24	3127,70	3128,18
		2+640.00	3127,94	-8	8	E	-0,24	0,24	3127,70	3128,18
CURVA # 32		2+645.00	3128,35	-8	8	E	-0,24	0,24	3128,11	3128,59
		2+650.00	3128,75	-8	8	E	-0,24	0,24	3128,51	3128,99
PT		2+654.37	3129,08	-7	7	Secc. Esp	-0,21	0,21	3128,87	3129,29
	PIV 19	2+660.00	3129,51	-6	6	D	-0,18	0,18	3129,33	3129,69
		2+670.00	3130,23	-4	4	C	-0,12	0,12	3130,11	3130,35
		2+680.00	3130,91	-6	6	D	-0,18	0,18	3130,73	3131,09
PC		2+680.06	3130,91	-6	6	D	-0,18	0,18	3130,73	3131,09
	PTV 19	2+685.00	3131,23	-8	8	E	-0,24	0,24	3130,99	3131,47
CURVA # 33		2+690.00	3131,55	-8	8	E	-0,24	0,24	3131,31	3131,79
	PCV 20	2+695.00	3131,87	-8	8	E	-0,24	0,24	3131,63	3132,11
PT		2+699.78	3132,18	-8	8	E	-0,24	0,24	3131,94	3132,42
		2+700.00	3132,20	-8	8	E	-0,24	0,24	3131,96	3132,44
		2+710.00	3132,86	-6	6	D	-0,18	0,18	3132,68	3133,04
	PIV 20	2+720.00	3133,54	-4	4	C	-0,12	0,12	3133,42	3133,66
		2+730.00	3134,24	-2	2	B	-0,06	0,06	3134,18	3134,30
		2+740.00	3134,97	-2	-2	A	-0,06	-0,06	3134,91	3134,91
	PTV 20	2+745.00	3135,33	-2	2	B	-0,06	0,06	3135,27	3135,39
		2+750.00	3135,70	-4	4	C	-0,12	0,12	3135,58	3135,82
		2+755.00	3136,05	-6	6	D	-0,18	0,18	3135,87	3136,23
		2+760.00	3136,45	-8	8	E	-0,24	0,24	3136,21	3136,69
PC		2+762.75	3136,65	-8	8	E	-0,24	0,24	3136,41	3136,89
		2+765.00	3136,82	-8	8	E	-0,24	0,24	3136,58	3137,06
		2+770.00	3137,19	-8	8	E	-0,24	0,24	3136,95	3137,43

CURVA		ABSCISAS Km	COTAS ROJAS EJE SUBRASANTE	PERALTE		SECCIÓN TIPO	DESNIVELES		COTAS ROJAS SUBRASANTE	
HORIZONTAL	VERTICAL			e izq (%)	e der (%)		BORDE IZQUIERDO	BORDE DERECHO	BORDE IZQUIERDO	BORDE DERECHO
		2+775.00	3137,56	-8	8	E	-0,24	0,24	3137,32	3137,80
CURVA # 34		2+780.00	3137,93	-8	8	E	-0,24	0,24	3137,69	3138,17
	PCV 21	2+785.00	3138,30	-8	8	E	-0,24	0,24	3138,06	3138,54
		2+790.00	3138,68	-8	8	E	-0,24	0,24	3138,44	3138,92
PT		2+790.92	3138,75	-8	8	E	-0,24	0,24	3138,51	3138,99
PC		2+793.12	3138,92	-8	8	E	-0,24	0,24	3138,68	3139,16
		2+795.00	3139,07	-8	8	E	-0,24	0,24	3138,83	3139,31
		2+800.00	3139,47	-8	8	E	-0,24	0,24	3139,23	3139,71
CURVA # 35		2+805.00	3139,89	-8	8	E	-0,24	0,24	3139,65	3140,13
	PIV 21	2+810.00	3140,31	-8	8	E	-0,24	0,24	3140,07	3140,55
PT		2+812.90	3140,57	-6,84	6,84	Secc. Esp	-0,21	0,21	3140,36	3140,77
		2+815.00	3140,76	-6	6	D	-0,18	0,18	3140,58	3140,94
		2+820.00	3141,21	-4	4	C	-0,12	0,12	3141,09	3141,33
		2+825.00	3141,68	-2	2	B	-0,06	0,06	3141,62	3141,74
		2+830.00	3142,15	-2	-2	A	-0,06	-0,06	3142,09	3142,09
	PTV 21	2+835.00	3142,63	2	-2	B	0,06	-0,06	3142,69	3142,57
		2+840.00	3143,13	4	-4	C	0,12	-0,12	3143,25	3143,01
PC		2+843.47	3143,47	5,39	-5,39	Secc. Esp	0,16	-0,16	3143,63	3143,31
		2+845.00	3143,62	6	-6	D	0,18	-0,18	3143,80	3143,44
		2+850.00	3144,12	8	-8	E	0,24	-0,24	3144,36	3143,88
CURVA # 36		2+855.00	3144,61	8	-8	E	0,24	-0,24	3144,85	3144,37
		2+860.00	3145,11	8	-8	E	0,24	-0,24	3145,35	3144,87
		2+865.00	3145,60	8	-8	E	0,24	-0,24	3145,84	3145,36
PT		2+869.29	3146,03	8	-8	E	0,24	-0,24	3146,27	3145,79
		2+870.00	3146,10	8	-8	E	0,24	-0,24	3146,34	3145,86
		2+880.00	3147,09	6	-6	D	0,18	-0,18	3147,27	3146,91

## 6. CARTERA MOVIMIENTO DE TIERRAS

En la construcción de la vía, los volúmenes de material producto de corte se emplean para la formación de terraplenes, mediante el transporte del material hacia las zonas de terraplén.

En función de la cantidad y calidad de este material de corte y de los requerimientos de volumen de terraplén, se presentan tramos del camino en que el volumen de corte supera la necesidad de material para terraplén, por lo que hay que desperdiciar parte de ese volumen. El caso contrario se presenta cuando el volumen de corte no alcanza a cubrir el requerimiento de terraplén, por lo que hay que recurrir a material de préstamo

Para el caso de este proyecto, dada la situación de que esta vía cruza en su totalidad por terrenos de posesión indígena, el volumen de cortes a realizar en los terrenos es muy bajo, ya que existe imposibilidad económica y social de intervenir dichos predios.

En esta cartera, en la columna de áreas se consignan las calculadas en  $m^2$  para cada sección desde el plano de secciones transversales, y separadamente para corte y para terraplén. Finalmente, en la columna de Volúmenes se consignan los calculados en  $m^3$  igual separadamente para corte y terraplén o relleno. Estos cálculos se efectúan por el sistema de las áreas medias, que consiste en multiplicar la media aritmética de dos áreas contiguas por la distancia entre ellas. Los resultados se anotan en el renglón intermedio a los correspondientes a tales áreas y se suman al final para comparar el total de corte con respecto al total de relleno necesario y así definir costos de ejecución del proyecto vial.

ABSCISAS Km	AREAS (M2)		DISTANCIA (M)	VOLUMENES (M3)	
	CORTE (-)	RELLENO(+)		CORTE (-)	RELLENO (+)
			10.00	1.20	10.90
0+190.00	0.13	1.25			
			10.00	0.80	14.40
0+200.00	0.03	1.63			
			10.00	0.30	14.85
0+210.00	0.03	1.34			
			10.00	0.80	10.75
0+220.00	0.13	0.81			
			10.00	1.65	5.00
0+230.00	0.20	0.19			
			10.00	1.75	2.30
0+240.00	0.15	0.27			
			10.00	3.90	2.15
0+250.00	0.63	0.16			
			10.00	8.05	0.90
0+260.00	0.98	0.02			
			10.00	13.80	0.10
0+270.00	1.78	0.00			
			20.00	21.70	0.00
0+290.00	0.39	0.00			
			10.00	14.90	0.00
0+300.00	2.59	0.00			
			10.00	22.35	0.00
0+310.00	1.88	0.00			
			10.00	11.90	0.05
0+320.00	0.50	0.01			
			10.00	5.30	0.10
0+330.00	0.56	0.01			
			10.00	5.85	0.15
0+340.00	0.61	0.02			
			10.00	3.55	0.20
0+350.00	0.10	0.02			
			10.00	1.05	2.70
0+360.00	0.11	0.52			
			10.00	0.60	9.25
0+370.00	0.01	1.33			

ABSCISAS Km	AREAS (M2)		DISTANCIA (M)	VOLUMENES (M3)	
	CORTE (-)	RELLENO (+)		CORTE (-)	RELLENO(+)
			10.00	0.05	21.35
0+380.00	0.00	2.94			
			10.00	0.00	22.35
0+390.00	0.00	1.53			
			10.00	0.25	11.70
0+400.00	0.05	0.81			
			10.00	0.85	6.90
0+410.00	0.12	0.57			
			10.00	1.65	6.15
0+420.00	0.21	0.66			
			10.00	4.00	4.60
0+430.00	0.59	0.26			
			10.00	10.15	1.30
0+440.00	1.44	0.00			
			10.00	18.15	0.00
0+450.00	2.19	0.00			
			10.00	27.55	0.00
0+460.00	3.32	0.00			
			10.00	28.20	0.00
0+470.00	2.32	0.00			
			10.00	19.45	0.05
0+480.00	1.57	0.01			
			10.00	13.00	0.35
0+490.00	1.03	0.06			
			10.00	9.55	0.65
0+500.00	0.88	0.07			
			20.00	20.00	2.70
0+520.00	1.12	0.20			
			10.00	8.10	2.65
0+530.00	0.50	0.33			
			10.00	6.30	1.85
0+540.00	0.76	0.04			
			10.00	11.20	0.20
0+550.00	1.48	0.00			
			10.00	9.00	1.10
0+560.00	0.32	0.22			

ABSCISAS Km	AREAS (M2)		DISTANCIA (M)	VOLUMENES (M3)	
	CORTE (-)	RELLENO (+)		CORTE (-)	RELLENO (+)
			10.00	1.85	4.85
0+570.00	0.05	0.75			
			10.00	1.40	6.80
0+580.00	0.23	0.61			
			10.00	2.80	5.90
0+590.00	0.33	0.57			
			10.00	4.35	4.45
0+600.00	0.54	0.32			
			10.00	7.25	4.95
0+610.00	0.91	0.67			
			10.00	8.00	5.75
0+620.00	0.69	0.48			
			10.00	5.35	5.25
0+630.00	0.38	0.57			
			10.00	1.90	7.00
0+640.00	0.00	0.83			
			10.00	0.00	14.30
0+650.00	0.00	2.03			
			10.00	0.00	16.65
0+660.00	0.00	1.30			
			10.00	0.00	15.70
0+670.00	0.00	1.84			
			10.00	0.00	16.05
0+680.00	0.00	1.37			
			10.00	0.00	10.90
0+690.00	0.00	0.81			
			10.00	0.70	4.65
0+700.00	0.14	0.12			
			10.00	2.50	0.90
0+710.00	0.36	0.06			
			10.00	5.40	0.30
0+720.00	0.72	0.00			
			10.00	9.40	0.00
0+730.00	1.16	0.00			
			20.00	25.90	0.00
0+750.00	1.43	0.00			

ABSCISAS Km	AREAS (M2)		DISTANCIA (M)	VOLUMENES (M3)	
	CORTE (-)	RELLENO(+)		CORTE (-)	RELLENO (+)
			10.00	15.50	0.00
0+760.00	1.67	0.00			
			10.00	17.60	0.00
0+770.00	1.85	0.00			
			10.00	18.95	0.00
0+780.00	1.94	0.00			
			10.00	15.65	0.00
0+790.00	1.19	0.00			
			10.00	7.90	0.00
0+800.00	0.39	0.00			
			10.00	3.35	0.80
0+810.00	0.28	0.16			
			10.00	3.90	2.60
0+820.00	0.50	0.36			
			10.00	3.40	3.80
0+830.00	0.18	0.40			
			10.00	0.90	4.95
0+840.00	0.00	0.59			
			10.00	0.00	6.10
0+850.00	0.00	0.63			
			10.00	0.00	7.35
0+860.00	0.00	0.84			
			10.00	0.00	9.85
0+870.00	0.00	1.13			
			10.00	0.00	13.40
0+880.00	0.00	1.55			
			10.00	0.00	18.35
0+890.00	0.00	2.12			
			10.00	0.00	22.95
0+900.00	0.00	2.47			
			10.00	0.00	17.85
0+910.00	0.00	1.10			
			10.00	0.75	5.50
0+920.00	0.15	0.00			
			10.00	5.45	0.00
0+930.00	0.94	0.00			

ABSCISAS Km	AREAS (M2)		DISTANCIA (M)	VOLUMENES (M3)	
	CORTEO (-)	RELLENO(+)		CORTE (-)	RELLENO(+)
			10.00	13.60	0.00
0+940.00	1.78	0.00			
			10.00	15.25	0.00
0+950.00	1.27	0.00			
			10.00	6.35	1.30
0+960.00	0.00	0.26			
			10.00	0.35	2.15
0+970.00	0.07	0.17			
			10.00	0.35	3.45
0+980.00	0.00	0.52			
			10.00	0.00	9.75
0+990.00	0.00	1.43			
			10.00	0.00	18.40
1+000.00	0.00	2.25			
			10.00	0.00	17.50
1+010.00	0.00	1.25			
			10.00	0.00	8.30
1+020.00	0.00	0.41			
			10.00	2.10	2.05
1+030.00	0.42	0.00			
			10.00	8.75	0.00
1+040.00	1.33	0.00			
			10.00	9.45	0.00
1+050.00	0.56	0.00			
			10.00	3.45	1.75
1+060.00	0.13	0.35			
			10.00	0.65	8.30
1+070.00	0.00	1.31			
			10.00	0.00	16.95
1+080.00	0.00	2.08			
			10.00	0.00	25.20
1+090.00	0.00	2.96			
			10.00	0.00	34.40
1+100.00	0.00	3.92			
			10.00	0.00	39.60

ABSCISAS Km	AREAS (M2)		DISTANCIA (M)	VOLUMENES (M3)	
	CORTE (-)	RELLENO (+)		CORTE (-)	RELLENO(+)
1+110.00	0.00	4.00			
			10.00	0.00	35.15
1+120.00	0.00	3.03			
			10.00	0.00	28.45
1+130.00	0.00	2.66			
			10.00	0.00	21.20
1+140.00	0.00	1.58			
			10.00	0.00	18.15
1+150.00	0.00	2.05			
			10.00	0.00	18.90
1+160.00	0.00	1.73			
			10.00	0.00	13.65
1+170.00	0.00	1.00			
			10.00	0.00	10.25
1+180.00	0.00	1.05			
			10.00	0.00	12.05
1+190.00	0.00	1.36			
			10.00	0.00	13.95
1+200.00	0.00	1.43			
			10.00	0.00	11.55
1+210.00	0.00	0.88			
			10.00	0.00	9.00
1+220.00	0.00	0.92			
			10.00	0.00	9.75
1+230.00	0.00	1.03			
			10.00	0.00	10.45
1+240.00	0.00	1.06			
			10.00	0.00	8.45
1+250.00	0.00	0.63			
			10.00	12.05	4.60
1+260.00	2.41	0.29			
			10.00	15.70	2.10
1+270.00	0.73	0.13			
			10.00	9.80	0.65
1+280.00	1.23	0.00			
			10.00	15.35	0.00

ABSCISAS Km	AREAS (M2)		DISTANCIA (M)	VOLUMENES (M3)	
	CORTE (-)	RELLENO(+)		CORTE (-)	RELLENO(+)
1+290.00	1.84	0.00			
			10.00	19.10	0.00
1+300.00	1.98	0.00			
			10.00	22.75	0.00
1+310.00	2.57	0.00			
			10.00	28.30	0.00
1+320.00	3.09	0.00			
			10.00	23.90	0.00
1+330.00	1.69	0.00			
			10.00	10.15	1.25
1+340.00	0.34	0.25			
			10.00	1.70	5.80
1+350.00	0.00	0.91			
			10.00	0.00	10.25
1+360.00	0.00	1.14			
			10.00	0.00	20.60
1+370.00	0.00	2.98			
			10.00	0.00	34.55
1+380.00	0.00	3.93			
			10.00	0.00	40.70
1+390.00	0.00	4.21			
			10.00	0.00	39.05
1+400.00	0.00	3.60			
			10.00	0.00	34.75
1+410.00	0.00	3.35			
			10.00	0.00	28.95
1+420.00	0.00	2.44			
			10.00	0.00	21.95
1+430.00	0.00	1.95			
			10.00	0.00	11.90
1+440.00	0.00	0.43			
			10.00	2.45	2.15
1+450.00	0.49	0.00			
			10.00	13.65	0.00
1+460.00	2.24	0.00			
			10.00	15.05	0.85

ABSCISAS Km	AREAS (M2)		DISTANCIA (M)	VOLUMENES (M3)	
	CORTE(-)	RELLENO (+)		CORTE (-)	RELLENO (+)
1+470.00	0.77	0.17			
			10.00	5.80	2.95
1+480.00	0.39	0.42			
			10.00	3.40	4.50
1+490.00	0.29	0.48			
			10.00	2.60	4.65
1+500.00	0.23	0.45			
			10.00	6.65	2.25
1+510.00	1.10	0.00			
			10.00	8.75	0.40
1+520.00	0.65	0.08			
			10.00	3.25	14.85
1+530.00	0.00	2.89			
			10.00	0.00	28.30
1+540.00	0.00	2.77			
			10.00	0.00	21.65
1+550.00	0.00	1.56			
			10.00	1.70	13.55
1+560.00	0.34	1.15			
			10.00	1.70	16.15
1+570.00	0.00	2.08			
			10.00	0.00	26.10
1+580.00	0.00	3.14			
			10.00	0.00	24.75
1+590.00	0.00	1.81			
			10.00	0.90	10.60
1+600.00	0.18	0.31			
			10.00	7.25	1.55
1+610.00	1.27	0.00			
			10.00	8.65	0.75
1+620.00	0.46	0.15			
			10.00	4.55	1.20
1+630.00	0.45	0.09			
			10.00	2.75	1.50
1+640.00	0.10	0.21			
			10.00	4.05	1.05

ABSCISAS Km	AREAS (M2)		DISTANCIA (M)	VOLUMENES (M3)	
	CORTE (-)	RELLENO (+)		CORTE (-)	RELLENO(+)
1+650.00	0.71	0.00			
			10.00	8.50	0.00
1+660.00	0.99	0.00			
			10.00	7.45	0.50
1+670.00	0.50	0.10			
			10.00	4.10	3.50
1+680.00	0.32	0.60			
			10.00	6.20	7.50
1+690.00	0.92	0.90			
			10.00	4.60	10.75
1+700.00	0.00	1.25			
			10.00	0.00	17.00
1+710.00	0.00	2.15			
			10.00	0.00	25.80
1+720.00	0.00	3.01			
			10.00	0.00	33.70
1+730.00	0.00	3.73			
			10.00	0.00	40.25
1+740.00	0.00	4.32			
			10.00	0.00	40.35
1+750.00	0.00	3.75			
			10.00	0.00	33.55
1+760.00	0.00	2.96			
			10.00	0.00	22.15
1+770.00	0.00	1.47			
			10.00	0.40	10.35
1+780.00	0.08	0.60			
			10.00	5.15	8.90
1+790.00	0.95	1.18			
			10.00	14.65	5.90
1+800.00	1.98	0.00			
			10.00	17.10	0.00
1+810.00	1.44	0.00			
			10.00	8.80	1.25
1+820.00	0.32	0.25			

ABSCISAS Km	AREAS (M2)		DISTANCIA (M)	VOLUMENES (M3)	
	CORTE (-)	RELLENO (+)		CORTE(-)	RELLENO (+)
			10.00	2.10	4.25
1+830.00	0.10	0.60			
			10.00	0.50	10.25
1+840.00	0.00	1.45			
			10.00	0.00	17.45
1+850.00	0.00	2.04			
			10.00	0.00	25.65
1+860.00	0.00	3.09			
			10.00	0.00	28.65
1+870.00	0.00	2.64			
			10.00	0.00	25.65
1+880.00	0.00	2.49			
			10.00	0.00	21.00
1+890.00	0.00	1.71			
			10.00	0.00	14.75
1+900.00	0.00	1.24			
			10.00	13.50	11.90
1+910.00	2.70	1.14			
			10.00	27.80	10.50
1+920.00	2.86	0.96			
			10.00	23.65	7.25
1+930.00	1.87	0.49			
			10.00	15.25	4.00
1+940.00	1.18	0.31			
			10.00	12.05	2.15
1+950.00	1.23	0.12			
			10.00	12.45	0.60
1+960.00	1.26	0.00			
			10.00	6.70	1.45
1+970.00	0.08	0.29			
			10.00	1.15	5.10
1+980.00	0.15	0.73			
			10.00	0.75	14.05
1+990.00	0.00	2.08			
			10.00	0.00	22.85
2+000.00	0.00	2.49			

ABSCISAS Km	AREAS (M2)		DISTANCIA (M)	VOLUMENES (M3)	
	CORTEJO (-)	RELLENO (+)		CORTO (-)	RELLENO(+)
			10.00	0.00	26.70
2+010.00	0.00	2.85			
			10.00	0.00	22.80
2+020.00	0.00	1.71			
			10.00	0.00	21.30
2+030.00	0.00	2.55			
			10.00	0.00	21.75
2+040.00	0.00	1.80			
			10.00	0.50	11.25
2+050.00	0.10	0.45			
			10.00	0.90	3.50
2+060.00	0.08	0.25			
			10.00	0.40	8.60
2+070.00	0.00	1.47			
			10.00	0.00	22.85
2+080.00	0.00	3.10			
			10.00	0.00	38.55
2+090.00	0.00	4.61			
			10.00	0.00	44.50
2+100.00	0.00	4.29			
			10.00	0.00	45.05
2+110.00	0.00	4.72			
			10.00	0.45	47.95
2+120.00	0.09	4.87			
			10.00	0.80	43.95
2+130.00	0.07	3.92			
			10.00	0.35	32.15
2+140.00	0.00	2.51			
			10.00	0.85	25.40
2+150.00	0.17	2.57			
			10.00	2.40	22.30
2+160.00	0.31	1.89			
			10.00	2.80	17.15
2+170.00	0.25	1.54			
			10.00	1.90	11.05
2+180.00	0.13	0.67			

ABSCISAS Km	AREAS (M2)		DISTANCIA (M)	VOLUMENES (M3)	
	CORTE (-)	RELLENO(+)		CORTE (-)	RELLENO (+)
			10.00	2.00	5.80
2+190.00	0.27	0.49			
			10.00	5.20	6.95
2+200.00	0.77	0.90			
			10.00	13.35	4.50
2+210.00	1.90	0.00			
			10.00	18.65	0.00
2+220.00	1.83	0.00			
			10.00	15.75	0.00
2+230.00	1.32	0.00			
			10.00	9.30	0.00
2+240.00	0.54	0.00			
			10.00	5.40	0.00
2+250.00	0.54	0.00			
			10.00	3.60	2.80
2+260.00	0.18	0.56			
			10.00	4.65	5.60
2+270.00	0.75	0.56			
			10.00	9.60	3.75
2+280.00	1.17	0.19			
			10.00	16.25	0.95
2+290.00	2.08	0.00			
			10.00	21.10	0.00
2+300.00	2.14	0.00			
			10.00	19.45	0.00
2+310.00	1.75	0.00			
			10.00	13.45	1.20
2+320.00	0.94	0.24			
			10.00	7.50	5.65
2+330.00	0.56	0.89			
			10.00	3.45	10.70
2+340.00	0.13	1.25			
			10.00	0.65	15.90
2+350.00	0.00	1.93			
			10.00	0.00	20.50
2+360.00	0.00	2.17			

ABSCISAS Km	AREAS (M2)		DISTANCIA (M)	VOLUMENES (M3)	
	CORTE (-)	RELLENO(+)		CORTE (-)	RELLENO(+)
			10.00	0.00	25.90
2+370.00	0.00	3.01			
			10.00	0.00	33.85
2+380.00	0.00	3.76			
			10.00	0.00	48.50
2+390.00	0.00	5.94			
			10.00	0.00	69.30
2+400.00	0.00	7.92			
			10.00	0.00	74.75
2+410.00	0.00	7.03			
			10.00	0.00	41.45
2+430.00	0.00	1.26			
			10.00	0.90	6.30
2+440.00	0.18	0.00			
			10.00	5.60	4.55
2+450.00	0.94	0.91			
			10.00	10.95	5.55
2+460.00	1.25	0.20			
			10.00	14.70	5.30
2+470.00	1.69	0.86			
			10.00	11.95	4.30
2+480.00	0.70	0.00			
			10.00	7.05	1.15
2+490.00	0.71	0.23			
			10.00	8.00	3.15
2+500.00	0.89	0.40			
			10.00	7.60	5.55
2+510.00	0.63	0.71			
			10.00	5.25	9.50
2+520.00	0.42	1.19			
			10.00	3.35	16.05
2+530.00	0.25	2.02			
			10.00	2.05	18.50
2+540.00	0.16	1.68			
			10.00	1.35	16.70
2+550.00	0.11	1.66			

ABSCISAS Km	AREAS (M2)		DISTANCIA (M)	VOLUMENES (M3)	
	CORTE (-)	RELLENO (+)		CORTE (-)	RELLENO (+)
			10.00	0.55	15.65
2+560.00	0.00	1.47			
			10.00	33.60	7.35
2+570.00	6.72	0.00			
			10.00	33.60	8.65
2+580.00	0.00	1.73			
			10.00	5.90	8.65
2+590.00	1.18	0.00			
			10.00	20.45	0.00
2+600.00	2.91	0.00			
			10.00	31.00	0.00
2+610.00	3.29	0.00			
			10.00	27.15	0.00
2+620.00	2.14	0.00			
			10.00	13.75	0.00
2+630.00	0.61	0.00			
			10.00	3.05	5.30
2+640.00	0.00	1.06			
			10.00	0.00	11.00
2+650.00	0.00	1.14			
			10.00	0.00	10.65
2+660.00	0.00	0.99			
			10.00	0.00	7.90
2+670.00	0.00	0.59			
			10.00	1.95	4.85
2+680.00	0.39	0.38			
			10.00	2.45	4.40
2+690.00	0.10	0.50			
			10.00	0.50	5.90
2+700.00	0.00	0.68			
			10.00	0.00	6.45
2+710.00	0.00	0.61			
			10.00	0.00	7.35
2+720.00	0.00	0.86			
			10.00	0.00	6.95
2+730.00	0.00	0.53			

ABSCISAS Km	AREAS (M2)		DISTANCIA (M)	VOLUMENES (M3)	
	CORTE (-)	RELLENO (+)		CORTE (-)	RELLENO (+)
			10.00	0.00	6.70
2+740.00	0.00	0.81			
			10.00	1.05	6.65
2+750.00	0.21	0.52			
			10.00	5.15	5.30
2+760.00	0.82	0.54			
			10.00	6.75	5.70
2+770.00	0.53	0.60			
			10.00	4.55	6.15
2+780.00	0.38	0.63			
			10.00	3.00	6.60
2+790.00	0.22	0.69			
			10.00	3.65	6.15
2+800.00	0.51	0.54			
			10.00	6.25	5.10
2+810.00	0.74	0.48			
			10.00	7.35	2.75
2+820.00	0.73	0.07			
			10.00	11.15	0.35
2+830.00	1.50	0.00			
			10.00	17.20	0.00
2+840.00	1.94	0.00			
			10.00	24.25	2.40
2+850.00	2.91	0.48			
			10.00	26.65	6.45
2+860.00	2.42	0.81			
			10.00	19.80	9.90
2+870.00	1.54	1.17			
			10.00	12.80	9.60
2+880.00	1.02	0.75			

<b>VOLUMENES TOTALES (M3)</b>	<b>1,673.80</b>	<b>3,005.20</b>
-------------------------------	-----------------	-----------------

## **7. DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO EN CONCRETO ASFÁLTICO**

Una unidad de diseño es un tramo de carretera cuyas características se puedan considerar uniformes para efectos del diseño de un pavimento, tales como las condiciones geológicas: estratigrafía, presencia de fallas, formaciones, fuentes de materiales; las condiciones ambientales especialmente en lo referente al drenaje; el tránsito que va a utilizar la vía y sobretodo la longitud representativa del tramo.

La vía Aldana – El Chorrillo es una vía en afirmado en su totalidad, atraviesa zonas montañosas y en el tramo evaluado tiene una longitud relativamente corta con un ancho medio de calzada es de 5.50m, siendo uniforme en todo el recorrido.

El tránsito, al igual que en la mayoría de las vías rurales secundarias y terciarias, es estacional; puede advertirse que en el recorrido no existen otras vías alimentadoras que concurran y den lugar a incrementos de tránsito a partir de un punto cualquiera de la vía.

Desde el comienzo y en todo el tramo a intervenir, de acuerdo a los perfiles estratigráficos anexos, atraviesa materiales areno – arcillosos con parámetros como humedad, límites líquido y plástico y peso específico muy similares, lo que hace considerar a todo el tramo como uniforme en lo que se refiere a estratigrafía y tipo de suelo. De la misma manera, los resultados de la resistencia del suelo se pueden considerar uniformes en el tramo estudiado.

El régimen de lluvias es uniforme en casi toda la región, sin presentarse diferencias representativas en los tramos de esta vía.

Teniendo en cuenta todas las consideraciones anteriores, para efectos de diseño estructural del pavimento, se adopta una única unidad de diseño definida así:

Unidad de diseño 1: K0+000.00 a K2+880.00

El diseño de la estructura del pavimento de la vía Aldana – El Chorrillo se obtiene por el Método AASHTO 93 y se corrobora por medio del Método Racional de diseño con todas sus variables.

## **7.1 UNIDAD DE DISEÑO: ABSCISA K0+000.00 – K2+880.00**

### **7.1.1 Método AASHTO de Diseño**

- **Variables de Diseño**

- **Clima:** Tomando los registros de las temperaturas medias diarias para el año 2010 de la Estación Meteorológica Aeropuerto San Luis, Ipiales, se toma una temperatura promedio ponderada  $T^0 W_{MAAT}$  de 11,6°C para la zona del proyecto (ver Tabla 2).

**TABLA 2. TEMPERATURAS MEDIAS DIARIAS AÑO 2010  
ESTACION METEOROLOGICA AEROPUERTO SAN LUIS**

DIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	12,1	12,0	10,1	13,3	13,0	13,1	12,1	10,7	11,5	11,1	10,3	12,6
2	10,9	13,5	12,1	13,7	13,4	12,2	11,9	11,7	10,1	10,3	12,2	11,7
3	10,1	12,2	10,5	13,4	12,3	11,3	11,5	11,4	9,9	11,6	12,9	10,8
4	10,6	14,4	12,7	12,8	11,8	11,2	10,5	11,6	10,1	11,1	12,1	10,9
5	10,5	14,7	11,5	13,5	13,2	11,3	11,3	9,5	10,4	10,8	12,3	11,5
6	11,2	11,3	11,5	12,3	12,1	11,1	12,1	8,8	10,6	11,5	12,2	11,1
7	11,5	11,3	12,7	13,9	12,3	11,9	12,3	11,1	10,1	12,0	12,7	12,1
8	11,0	11,1	13,2	13,4	11,9	11,3	11,3	10,0	11,2	10,3	12,5	11,6
9	11,0	13,3	13,7	13,1	11,9	11,1	11,7	9,3	11,5	10,4	11,0	10,1
10	11,9	13,3	13,1	13,7	12,8	11,4	10,9	9,4	10,8	11,0	11,6	12,5
11	12,7	13,0	12,6	12,5	12,3	10,8	11,4	9,3	10,6	9,2	11,7	12,5
12	13,3	10,9	12,9	12,9	11,3	10,7	12,2	10,5	10,3	8,5	10,9	12,3
13	10,3	12,4	12,4	12,1	12,3	11,1	10,3	10,7	11,0	10,7	10,7	10,7
14	9,5	13,9	12,3	13,0	13,5	11,2	10,8	10,6	11,1	10,6	10,9	9,9
15	8,1	13,7	12,1	12,3	12,7	11,7	10,4	10,3	9,8	11,3	10,7	9,7
16	11,1	13,6	11,8	13,0	13,1	11,2	10,7	10,0	10,9	11,7	10,4	11,1
17	11,3	11,2	11,3	12,9	13,3	11,8	10,9	8,9	9,3	11,9	9,8	10,1
18	12,4	10,0	12,1	13,6	13,0	10,8	11,1	10,0	10,0	12,1	11,1	9,5
19	10,7	11,4	12,0	11,5	13,1	12,4	10,8	10,3	10,2	11,3	11,3	9,2
20	10,5	12,1	11,5	12,4	13,3	9,7	10,3	10,3	10,7	12,1	10,9	10,4
21	11,2	13,0	12,1	11,7	13,1	11,9	10,9	7,9	11,9	11,3	9,9	11,2
22	10,9	13,3	12,9	13,7	12,3	11,3	9,7	10,0	12,7	10,7	11,0	11,3
23	11,9	12,5	14,3	12,2	13,7	11,0	7,8	10,9	11,8	11,9	10,4	10,2
24	13,3	13,1	12,1	13,1	12,4	12,4	11,2	11,5	10,6	11,7	11,7	11,8
25	13,6	13,1	11,5	13,1	13,8	12,6	11,0	12,1	11,1	10,9	10,6	10,7
26	12,1	11,2	10,1	12,4	11,9	12,0	10,9	11,0	10,3	10,6	11,3	10,3
27	12,0	12,3	11,8	12,8	12,3	10,7	10,5	10,5	11,0	11,7	11,0	11,3
28	11,2	11,7	10,9	11,9	12,1	11,0	10,7	11,4	12,1	11,9	11,2	12,3
29	13,3		13,3	12,7	13,2	11,3	10,4	11,9	12,8	12,0	12,7	11,0
30	10,9		12,7	13,1	12,7	12,0	11,1	10,6	10,5	10,9	12,5	11,3
31	12,1		10,9		11,6		11,9	10,7		12,3		11,8
SUMATORIA	353,2	349,5	374,7	386,0	391,7	343,5	340,6	322,9	324,9	345,4	340,5	343,5
PROMEDIO MENSUAL	11,4	12,5	12,1	12,9	12,6	11,5	11,0	10,4	10,8	11,1	11,4	11,1
PROMEDIO ANUAL	<b>11,6°C</b>											

Fuente: IDEAM – Estación Meteorológica Aeropuerto San Luis, Ipiales

- **Tránsito (N):** Es el número acumulado de ejes equivalentes a 8.2 Ton en el carril de diseño durante el período de diseño, que normalmente oscila de 10 a 20 años según la categoría de la vía. Es uno de los parámetros de diseño fundamentales, y aunque se pueden permitir ciertas imprecisiones en la determinación de esta variable, siempre será necesario conocerla para poder determinar los espesores de las capas que constituyen el pavimento.

De acuerdo al conteo no direccional realizado en la vía Aldana – El Chorrillo, municipio de Aldana (N), el número de ejes equivalentes a 8.2 Ton utilizado para este diseño de pavimentos se calcula de la siguiente manera:

Resultado del conteo:

TPDS = 275 Automóviles (83.85%)

11 Buses (3.35%)

42 Camiones (12.80%)

C2P: 32 (9.76%)

C2G: 7 (2,13%)

C3: 3 (0,91%)

Total vehículos = 328 vehículos / día

- FACTOR DAÑO O FACTOR GLOBAL PARA EL AÑO INICIAL DEL PROYECTO: FD

Se entiende por Factor Daño el número por el cual debe multiplicarse cualquier cantidad de vehículos comerciales para convertirlos a ejes equivalentes de 8,2 toneladas.

Tabla 3. Factor daño por tipo de vehículo

FACTORES DAÑO PARA VEHÍCULOS CARGADOS (FD)	
TIPO DE VEHÍCULO	FACTOR DAÑO
Autos	0.0
Bus Grande	1.0
C2P	1.14
C2G	3.44
C3	3.76
C2 – S1	3.37
C4	6.73
C3 – S1	2.22
C2 – S2	3.42
C3 – S2	4.40
C3 – S3	4.72

Fuente: Estudio de los factores de daño de los vehículos que circulan por las carreteras colombianas. MURGUEITIO VALENCIA, A., BENAVIDES BASTIDAS, C.A. Y SOLANO, E.J. 1997

- FACTOR DIRECCIONAL:  $F_d = 50\%$ . Este factor explica la distribución direccional de los vehículos comerciales. A menos que existan consideraciones especiales, la distribución direccional asigna un 50% del tránsito a cada dirección.
- FACTOR DE DISTRIBUCIÓN CARRIL:  $F_{ca} = 1,0$ . El carril de diseño es aquel que recibe el mayor número de ejes equivalentes. En una carretera de dos carriles, uno en cada dirección, como la que se está diseñando, cualquiera puede ser el carril de diseño, ya que el tránsito por dirección forzosamente se canaliza en ese carril, por lo tanto el factor de distribución por carril es 100%.
- $r =$  TASA DE CRECIMIENTO ANUAL = 2.5%
- $n =$  PERIODO DE DISEÑO = 15 años

- No. Total de ejes equivalentes a 8,2 Ton en el carril de diseño:

$$N = \left[ 365 \times \left( \sum (\text{Vehiculos} \times \%V \times \text{FD}) \right) \times F_d \times F_{ca} \right] \times \left[ \frac{(1+r)^n - 1}{\ln(1+r)} \right]$$

$$N = \left[ 365 \times \left( (328 \times 0,0335 \times 1,0) + (328 \times 0,0976 \times 1,14) + (328 \times 0,0213 \times 3,44) + (328 \times 0,0091 \times 3,76) \right) \times 0,5 \times 1,0 \right] \times \left[ \frac{(1+0,025)^{15} - 1}{\ln(1+0,025)} \right]$$

$$N = 274139,27 = 0,27 \times 10^6 \text{ ejes equivalentes a 8.2 Ton}$$

- o **Serviciabilidad ( $\Delta P_{si}$ ,  $P_o$ ,  $P_f$ ):** Se define como la capacidad del pavimento para brindar un manejo seguro y confortable a los usuarios. Califica el estado del pavimento en cualquier momento de su vida. La serviciabilidad depende de una serie de medidas de la rugosidad y el deterioro que presente el pavimento (parqueo, fisuras, deformaciones) en un tiempo dado durante la vida del pavimento. Los criterios recomendados por experiencia son

$$P_o = \text{Serviciabilidad Inicial: } \left\{ \begin{array}{l} 4.2 \text{ Pavimentos Flexibles} \\ 4.5 \text{ Pavimentos Rígidos} \end{array} \right\}$$

$$P_f = \text{Serviciabilidad Final: } \left\{ \begin{array}{l} 2.0 \text{ Carreteras} \\ 1.8 \text{ Urbano Principal} \end{array} \right\}$$

$$\Delta P_{si}: \text{Pérdida de Serviciabilidad} \quad \Delta P_{si} = P_o - P_f$$

Para el presente proyecto:  $P_o = 4.2$  y  $P_f = 2.0 \gg \Delta P_{si} = 2.2$

- o **Confiabilidad:** Es la probabilidad de que el sistema estructural que conforma el pavimento cumpla su función prevista, dentro de su vida útil bajo las condiciones que tienen lugar en ese lapso.

La confiabilidad para el comportamiento de la estructura se establece en el 85%, tomando un valor conservador para el diseño, para el cual se determina el valor de la desviación estándar  $Z_r$ .

Para un  $NC=85\%$   $Z_r = -1.037$

Así mismo, la confiabilidad por tránsito se establece como nivel de confianza  $NC = 50\%$  como factor de seguridad, para el cual se determina  $S_o$  como error estándar.

Para  $NC = 50\%$   $S_o = 0.49 \rightarrow$  Aplica para este proyecto

$NC > 50\%$   $S_o = 0.44$

o **Resistencia de la Subrasante**

Como se estableció en el estudio de suelos, se realizaron 10 apiques en la Subrasante de los cuales se obtuvo los siguientes valores de CBR.

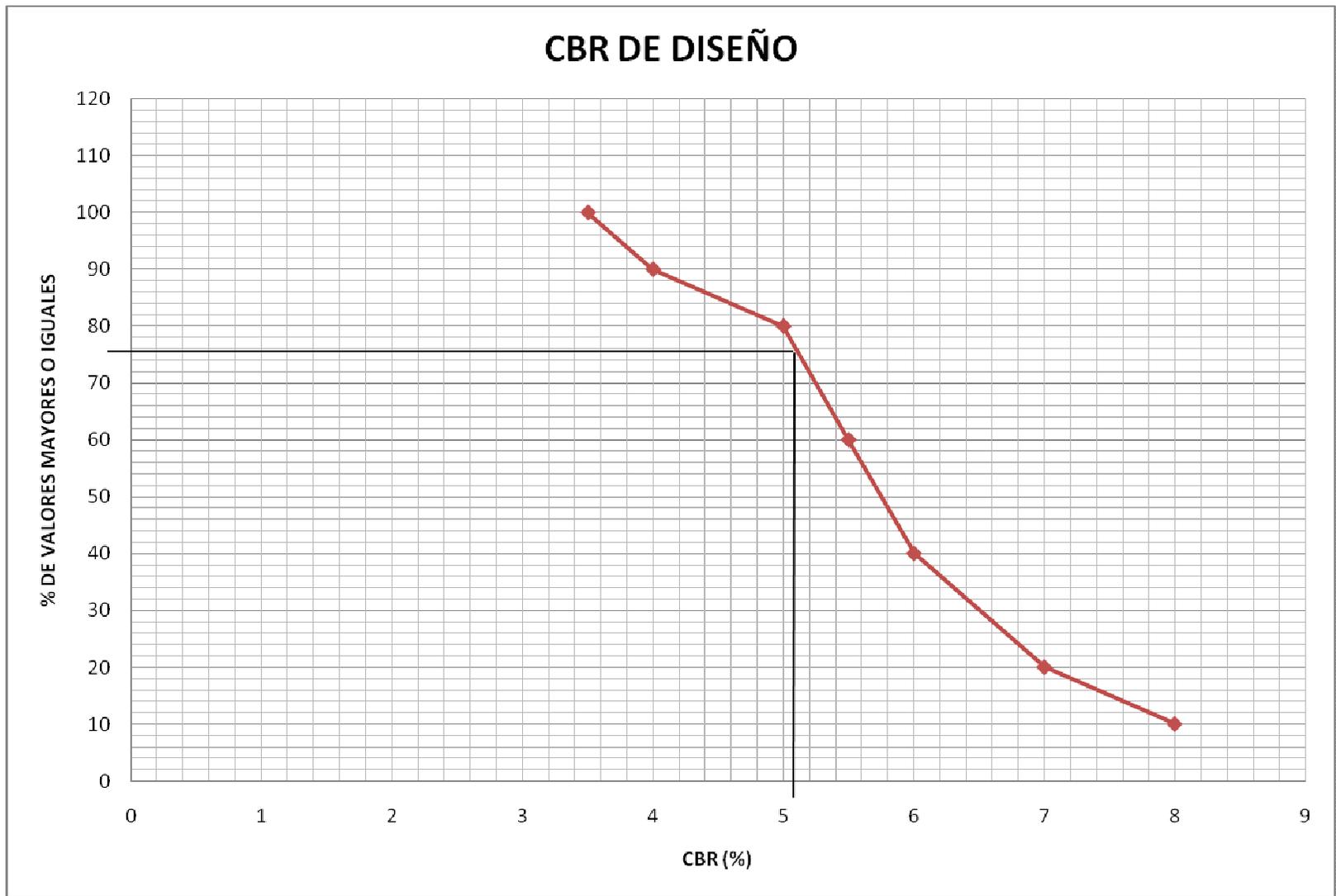
Tabla 4. Resultados CBR de Campo

<b>ABSCISA Km.</b>	<b>CBR %</b>
0 + 300.00	7.0
0 + 600.00	5.0
0 + 900.00	5.0
1 + 200.00	3.5
1 + 500.00	5.5
1 + 800.00	4.0
2 + 100.00	6.0
2 + 400.00	5.5
2 + 700.00	8.0
3 + 000.00	6.0

De acuerdo al Método del Instituto del Asfalto, se organiza los resultados del CBR y se grafica para obtener el CBR de diseño.

Tabla 5. Resultados CBR organizados

<b>Resultados de ensayos de CBR ( de menor a mayor)</b>	<b>Número de resultados de CBR mayores o iguales</b>	<b>Porcentaje de resultados mayores o iguales</b>
3.5	10	100.0
4.0	9	90.0
5.0	8	80.0
5.0		
5.5	6	60.0
5.5		
6.0	4	40.0
6.0		
7.0	2	20.0
8.0	1	10.0



Gráfica 1. Obtención CBR de diseño

De acuerdo al método Racional, para la obtención del CBR de diseño se trabaja con el percentil 87,5 para vías con tránsito medio y con el percentil 75 para vías con tránsito bajo, es decir, si el número de repeticiones de ejes equivalentes a 8,2 Ton, está entre  $1 \times 10^5$  y  $1 \times 10^6$ . Para el caso de este proyecto, el CBR de diseño se tomará con el percentil del 75%: **CBR = 5,1%**

Para la subrasante, de acuerdo a la Shell, la correlación del Módulo Resiliente  $M_R$  con el CBR, está determinada así.

$$M_R = 1500 (\%CBR)_{(psi)} \qquad M_R = 100 (\%CBR)_{(kg/cm^2)}$$

Luego, para la subrasante de la vía objeto de este proyecto:

$$M_{R\ STE} = 1500 * 5,1 = 7650 \text{ psi} \qquad M_{R\ STE} = 100 * 5,1 = 510 \text{ kg/cm}^2$$

Relación de Poisson  $\mu = 0.50$

- **Propiedades de los materiales de la estructura del pavimento**

- RELACIÓN DE POISSON ( $\mu$ )

De acuerdo a las curvas maestras nacionales el valor de  $\mu$  para los diferentes materiales es:

- $\mu$  : 0.35 → Concreto asfáltico
- 0.40 → Base o subbase granular
- 0.35 → Base granular con cemento
- 0.35 → Base cal/cemento
- 0.12 → Concreto simple
- 0.45 – 0.50 → Subrasante

- CAPA ASFÁLTICA: Se escoge el tipo de mezcla de acuerdo a las siguientes características:

Stiffness: S1 o S2 (S1 para carpeta asfáltica, mayor rigidez; S2 para bases asfálticas).

Fatiga. F1 o F2 (F1 mayor resistencia a la fatiga que F2).

Penetración: 50 o 100 (penetración en décimas de milímetro)

Dadas las condiciones del proyecto y de la temperatura ambiente de la región, se escoge una mezcla S1-F1-50. Con este dato, y para un T° ambiente aproximada de 12°C, de la Gráfica 1: Curvas maestras del método Shell y frecuencia de 10HZ, se obtiene el módulo dinámico de la carpeta asfáltica:

$$E_{\text{din CA}} = 72.000 \text{ Kg/cm}^2 = 1.028.571 \text{ psi.}$$

○ BASE GRANULAR: De acuerdo a las especificaciones INVIAS, el CBR mínimo para la base granular es mayor de 80%. Para efectos de diseño, este valor se toma como CBR = 100% y le corresponde un:

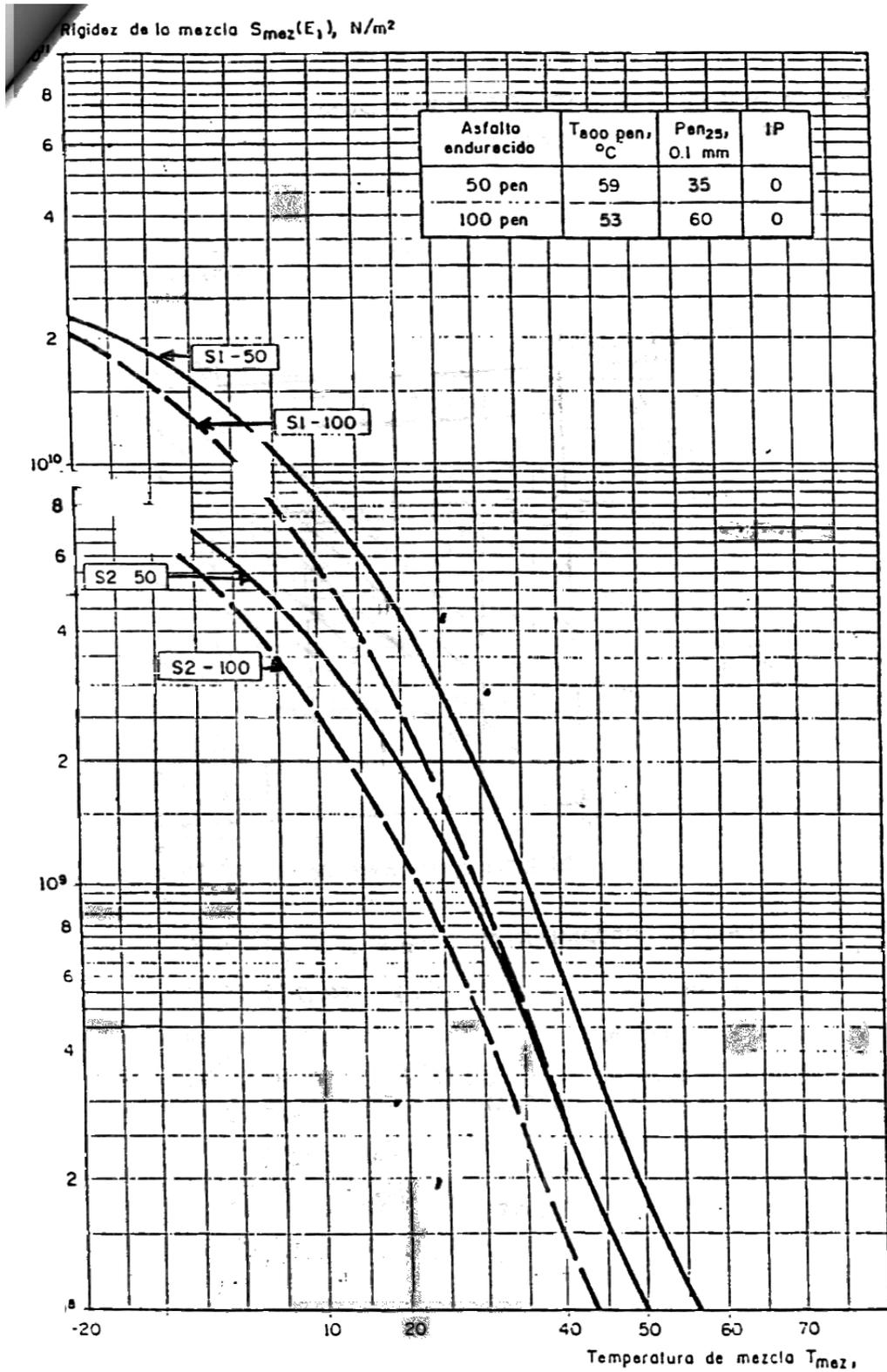
$$M_R = 30.000 \text{ psi} = 2.100 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Relación de Poisson} \quad \mu = 0.40$$

○ SUBBASE GRANULAR: Para esta capa el CBR mínimo permitido es 30%, al que le corresponde un  $M_R = 15.000 \text{ psi} = 1.190 \text{ kg/cm}^2$

$$\text{Relación de Poisson} \quad \mu = 0.45$$

Gráfica 2. Curvas maestras del método Shell. Frecuencia 10 Hertz



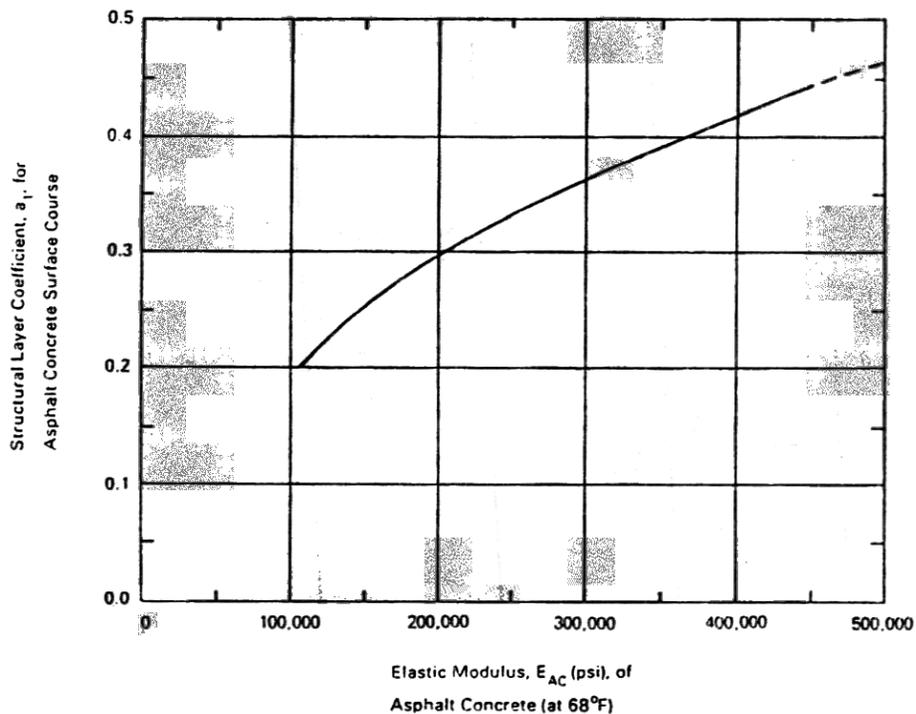
- **Coefficientes estructurales.** Los materiales usados en cada una de las capas de la estructura de un pavimento flexible, de acuerdo a sus características ingenieriles, tienen un coeficiente estructural " $a_i$ ". Este coeficiente representa la capacidad estructural del material para resistir las cargas solicitantes.

Para la carpeta asfáltica el valor del coeficiente  $a_1$  se obtiene con el módulo de elasticidad de  $72.000 \text{ kg/cm}^2$  en la Gráfica 2. Para este caso, este valor se sale del rango, por tanto se adopta el máximo,  $a_1 = 0.46$ .

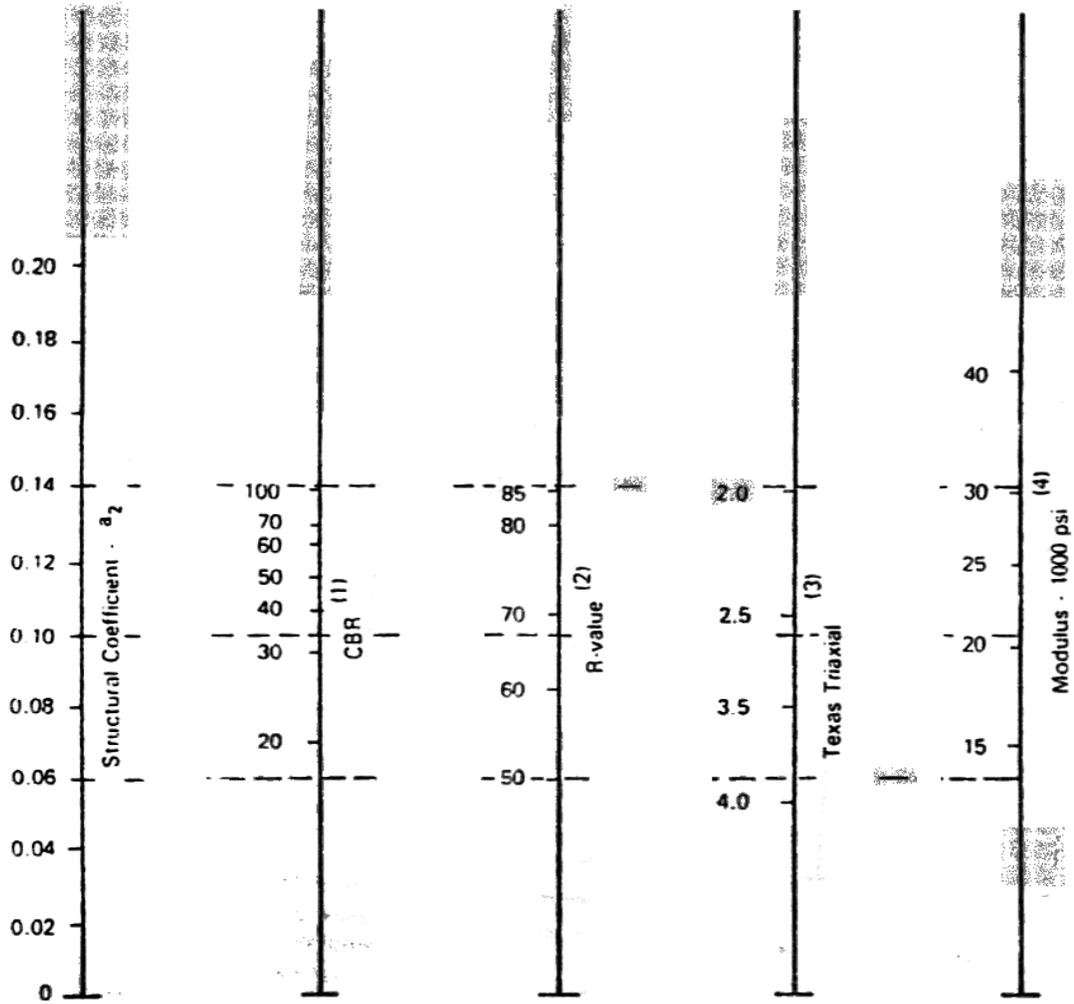
De la Gráfica 3, para un valor de CBR = 100% para base granular:  $a_2 = 0.14$ .

Para un valor de CBR = 30% para subbase granular,  $a_3 = 0.11$  de la Gráfica 4.

Gráfica 3. Coeficiente estructural  $a_1$  de la carpeta asfáltica

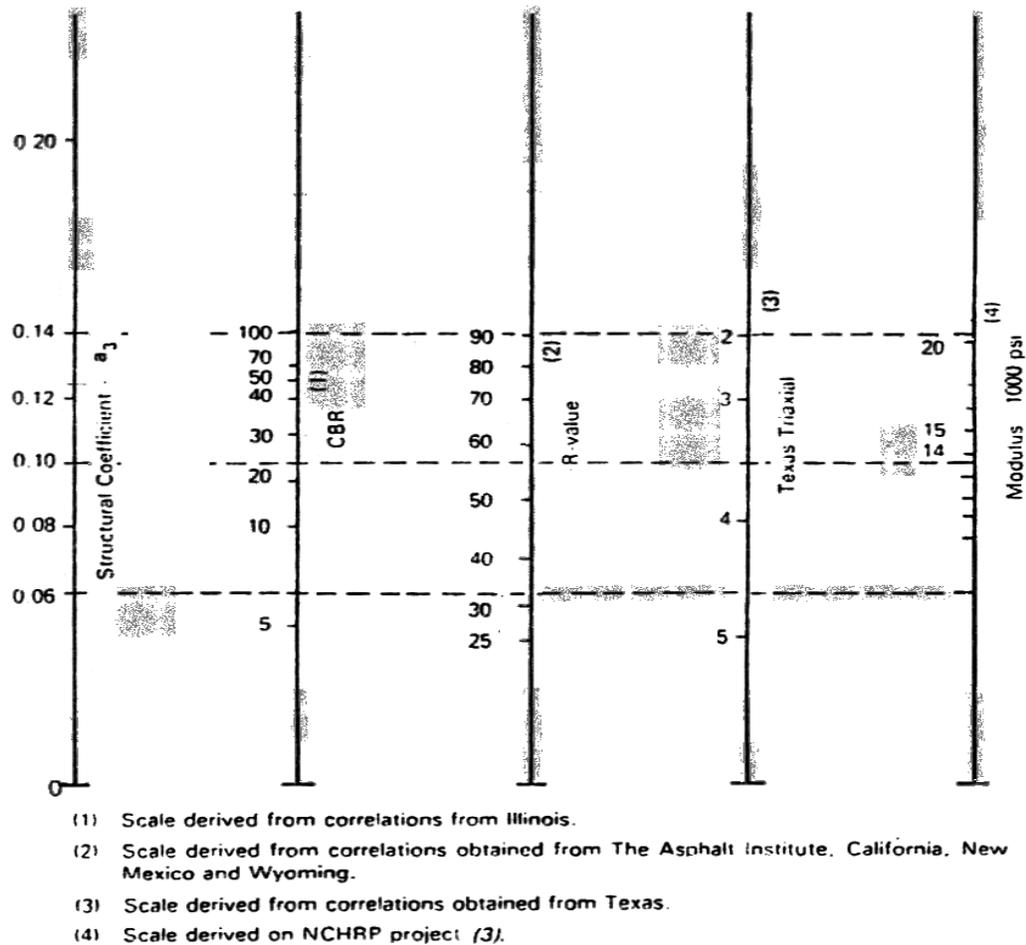


Gráfica 4. Coeficiente estructural  $a_2$  base granular



- (1) Scale derived by averaging correlations obtained from Illinois
- (2) Scale derived by averaging correlations obtained from California, New Mexico and Wyoming
- (3) Scale derived by averaging correlations obtained from Texas
- (4) Scale derived on NCHRP

Gráfica 5. Coeficiente estructural  $a_3$  subbase granular



- **Drenaje.** El método de diseño AASHTO 93 tiene en cuenta la influencia del agua en la resistencia y potencial expansivo de la subrasante, así como en la resistencia de las capas del pavimento, siendo los factores de drenaje recomendados por la AASHTO solo para capas granulares, los cuales modifican los coeficientes estructurales de cada una de las capas; tales factores son medida de la calidad del drenaje el cual se determina por el tiempo de permanencia del agua en la estructura del pavimento, y la capacidad de éste para perder agua, hasta un nivel de saturación del 50%, así la calidad de drenaje se califica como se presenta a continuación:

Tabla 6. Calidad de drenaje en las capas del pavimento

<b>DRENAJE</b>		<b>AGUA ELIMINADA EN</b>			
Excelente		2 horas			
Bueno		1 día			
Regular		1 semana			
Pobre		1 mes			
Malo		(el agua no drena)			

<b>Calidad de Drenaje</b>	<b>Porcentaje de tiempo anual en que la estructura del pavimento está expuesta a niveles cercanos a saturación</b>			
	1%	1a 5%	5 a 25%	>25%
Excelente	1,40-1,35	1,35-1,30	1,30-1,20	1,20
Bueno	1,35-1,25	1,25-1,15	1,15-1,00	1,00
Regular	1,25-1,15	1,15-1,05	1,00-0,80	0,80
Pobre	1,15-1,05	1,05-0,80	0,80-0,60	0,60
Malo	1,05-0,95	0,95-0,75	0,75-0,40	0,40

Para el caso de Aldana, se toma como tasa de lluviosidad:  $(6\text{meses}/12\text{meses}) \cdot 100 = 50\%$  para efectos de este diseño. Esto representa el porcentaje de tiempo anual en que la estructura del pavimento está cercana a niveles de saturación

De la tabla anterior, el valor  $m_2$  para la base granular con características de drenaje bueno es:  $m_{2\text{BG}} = 1.00$ .

La subbase tendrá características de drenaje regular:  $m_{3\text{SB}} = 0.80$ .

- **Número estructural.** El número estructural SN, es un número abstracto, que representa la resistencia total de la estructura del pavimento para unas condiciones particulares de tránsito, serviciabilidad, confiabilidad y resistencia, y

es igual a la sumatoria del producto de los espesores de cada capa ( $H_i$ ) por su coeficiente estructural ( $a_i$ ) y por el coeficiente de drenaje ( $m_i$ ).

Con ayuda del programa AASHTO 93 se calcula el número estructural de cada una de las capas del pavimento en función de la confiabilidad, serviciabilidad y el valor del módulo resiliente.

**Figura 21. Subrasante:  $SN_{3 SR} = 2.64$**

The screenshot shows the 'Ecuación AASHTO 93' software window. It is configured for a flexible pavement analysis. The 'Tipo de Pavimento' section has 'Pavimento flexible' selected. The 'Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So)' section shows '85 % Zr=-1.037' and 'So = 0.49'. The 'Serviciabilidad inicial y final' section has 'PSI inicial = 4.2' and 'PSI final = 2'. The 'Módulo resiliente de la subrasante' section has 'Mr = 7650 psi'. The 'Tipo de Análisis' section has 'Calcular SN' selected, with 'W18 = 270000' entered. The 'Número Estructural' section shows the calculated 'SN = 2.64'. There are 'Calcular' and 'Salir' buttons at the bottom.

Parameter	Value
Tipo de Pavimento	Pavimento flexible
Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So)	85 % Zr=-1.037, So = 0.49
Serviciabilidad inicial y final	PSI inicial = 4.2, PSI final = 2
Módulo resiliente de la subrasante	Mr = 7650 psi
Tipo de Análisis	Calcular SN
W18	270000
Número Estructural	SN = 2.64

**Figura 22. Subbase Granular:  $SN_{2 SB} = 2.06$**

**Ecuación AASHTO 93**

Tipo de Pavimento  
 Pavimento flexible  Pavimento rígido

Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So)  
 85 % Zi=-1.037 So 0.49

Serviciabilidad inicial y final  
 PSI inicial 4.2 PSI final 2

Módulo resiliente de la subrasante  
 Mr 15000 psi

Información adicional para pavimentos rígidos  
 Módulo de elasticidad del concreto - Ec (psi)   
 Módulo de rotura del concreto - Sc (psi)   
 Coeficiente de transmisión de carga - (J)   
 Coeficiente de drenaje - (Cd)

Tipo de Análisis  
 Calcular SN **W18 = 270000**  
 Calcular W18

Número Estructural  
**SN = 2.06**

Calcular Salir

**Figura 23. Base Granular:  $SN_{1 BG} = 1.57$**

**Ecuación AASHTO 93**

Tipo de Pavimento  
 Pavimento flexible  Pavimento rígido

Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So)  
 85 % Zi=-1.037 So 0.49

Serviciabilidad inicial y final  
 PSI inicia 4.2 PSI final 2

Módulo resiliente de la subrasante  
 Mr 30000 psi

Información adicional para pavimentos rígidos  
 Módulo de elasticidad del concreto - Ec (psi)   
 Módulo de rotura del concreto - Sc (psi)   
 Coeficiente de transmisión de carga - (J)   
 Coeficiente de drenaje - (Cd)

Tipo de Análisis  
 Calcular SN **W18 = 270000**  
 Calcular W18

Número Estructural  
**SN = 1.57**

Calcular Salir

- **Determinación de espesores.** Los espesores mínimos dependiendo del tránsito de diseño que sirven como referencia para los cálculos posteriores son:

Tabla 7. Espesores mínimos de acuerdo al tránsito

<b>ESPEORES MÍNIMOS</b>		
<b>N*10<sup>6</sup></b>	<b>CA (in)</b>	<b>BG (in)</b>
< 0.05	1.0 o TSD	4.0
0.05 – 0.15	2.0	4.0
0.15 – 0.50	2.5	4.0
0.50 – 2.00	3.0	6.0
2.00 – 7.00	3.5	6.0
> 7.00	4.0	6.0

El espesor  $H_i$  de cada capa se calcula con el número estructural de la capa inmediatamente inferior o que la soporta, así:

➤ Espesor de Carpeta Asfáltica  $H_{CA}$ :

$$SN_1 = a_1 H_1 \rightarrow H_1 = \frac{1.57}{0.46} = 3.4'' \approx 8.5 \text{ cm}$$

De la Tabla 3, para tráfico de  $0.27 \cdot 10^6$  ejes equivalentes,

$$H_1 \text{ min} = 2.5'' < 3.4'' \rightarrow \text{OK}$$

Se toma  $H_1 \text{ real} = 8.5 \text{ cm} = 3.4''$

$$SN_{1 \text{ real}} = 0.46 \cdot 3.4$$

$$SN_{1 \text{ real}} = 1.57 = SN_1 \rightarrow \text{OK}$$

➤ Espesor de Base Granular  $H_{BG}$ :

$$SN_2 = SN_{1 \text{ real}} + H_2 * a_2 * m_2$$

$$H_2 = \frac{SN_2 - SN_{1 \text{ real}}}{a_2 * m_2} = \frac{2.06 - 1.57}{0.14 * 1.00} = 3.5''$$

De la Tabla 3, el espesor mínimo de la capa granular es de 4" > 3.5" entonces:

$$H_2 = 4'' = 10,2 \text{ cm.}$$

Por facilidad constructiva se toma como  $H_{2 \text{ REAL}} = 5'' = 12.5 \text{ cm}$

Recálculo  $SN_2$

$$SN_{2 \text{ REAL}} = SN_{1 \text{ REAL}} + H_{2 \text{ REAL}} * a_2 * m_2$$

$$SN_{2 \text{ REAL}} = 1.57 + 5'' * 0.14 * 1.00$$

$$SN_{2 \text{ REAL}} = 2.27 > SN_2 \quad \rightarrow \quad \text{OK}$$

➤ Espesor de Subbase  $H_{SB}$ :

$$SN_3 = SN_{2 \text{ REAL}} + a_3 * m_3 * H_3$$

$$H_3 = \frac{SN_3 - SN_{2 \text{ REAL}}}{a_3 * m_3}$$

$$H_3 = \frac{2.64 - 2.27}{0.11 * 0.80}$$

$$H_3 = 4.2''$$

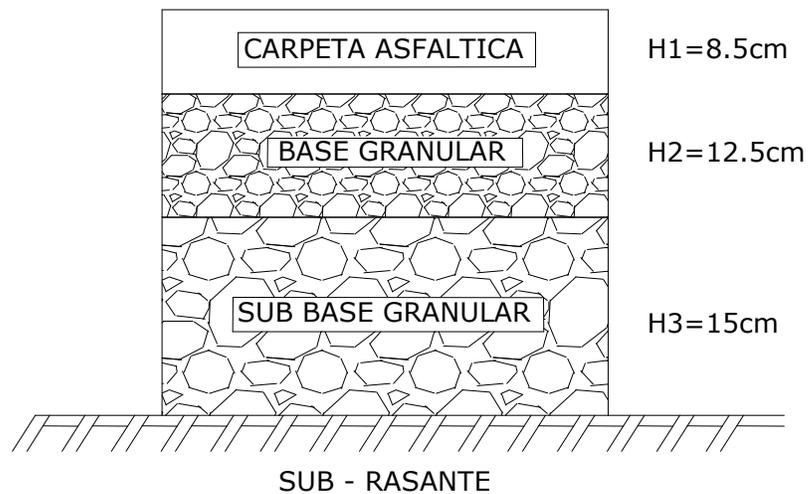
$H_3 = 10,7 \text{ cm}$  → tomando como premisa que una capa de soporte no podría tener un espesor menor al de la capa inmediatamente superior debido a que la calidad de este último es mejor que el del material que lo soporta,

por criterio de adopción como espesor de la capa de subbase 15 cm = 6"; no se controla por espesor mínimo.

$$H_3 = 6'' = 15 \text{ cm}$$

La estructura final resultante del diseño por el Método AASHTO es la siguiente:

Grafica 6. Estructura del pavimento Unidad de Diseño



### 7.1.2 Chequeo del diseño por el método racional

La utilización de métodos analíticos o racionales para el diseño de pavimentos flexibles requiere de la caracterización dinámica de los materiales que conforman las capas de la estructura del pavimento con el fin de considerar el efecto dinámico de las sollicitaciones reales impuestas por las cargas de los vehículos.

El método racional parte de una modelización de la estructura del pavimento, la cual queda definida por el conocimiento de sus espesores y de las características elástico – dinámicas de cada una de las capas componentes de la estructura. La caracterización de los materiales viales, está enfocada básicamente a la determinación de los módulos dinámicos, la relación de Poisson y la ley de fatiga o falla del material.

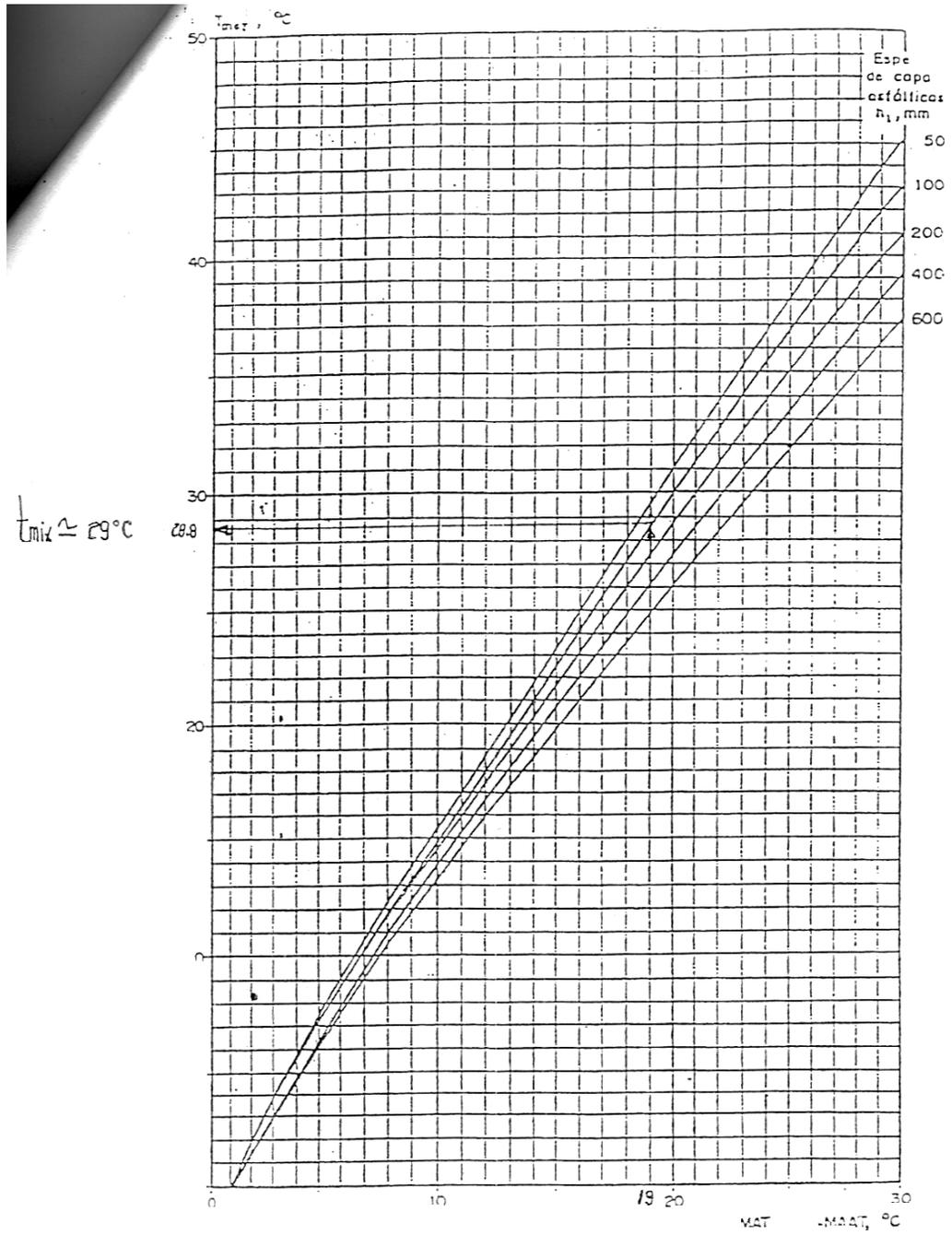
- **Parámetros**

- $N = 0.27 \cdot 10^6$  ejes de 8.2 Ton
- Carga por llanta =  $\frac{8.2 \text{ Tn}}{4} = 2.05 \text{ Tn} = 2050 \text{ kg} = 20 \text{ kN}$
- Presión de inflado =  $5.6 \text{ kg/cm}^2$
- $a = 10.8 \text{ cm}$
- $s = 3a = 32.4 \text{ cm}$

- **Clima**

A partir de los datos de la Estación Meteorológica Aeropuerto San Luis, Ipiales, se tiene una temperatura promedio ponderada  $T^0 W_{MAAT} = 11.6^\circ\text{C}$ , y con un espesor de 8.5 cm de carpeta asfáltica, de la Gráfica 6: Diagrama RT: Relación entre temperatura efectiva de las capas asfálticas y W-MAAT, se obtiene la temperatura de la mezcla  $T_{MIX} = 17.3^\circ\text{C}$ .

Gráfica 7. Relación entre Temperatura Efectiva de las Capas y W- MAAT



$T_{mix} \approx 28.9^\circ C$

DIAGRAMA  
 RELACION ENTRE TEMPERATUR EFECTIVAS DE LAS CAPAS DE ASFALTO Y W-MAAT

- **Caracterización Dinámica de Materiales**

- **Relación de Poisson ( $\mu$ )**

De acuerdo a las curvas maestras nacionales el valor de  $\mu$  para los diferentes materiales es:

- $\mu$  : 0.35 → Concreto asfáltico
- 0.40 → Base o subbase granular
- 0.35 → Base granular con cemento
- 0.35 → Base cal/cemento
- 0.12 → Concreto simple
- 0.45 – 0.50 → Subrasante

- **Concreto Asfáltico**

Con  $T_{MIX} = 17.3^{\circ}C$  y concreto asfáltico S1 – F1 – 50 y frecuencia de 10 HZ obtengo de la curva maestra del método Shell:

$$E_{din} = 5.5 \cdot 10^9 \text{ N/m}^2 = 55000 \text{ kg/cm}^2 = 5500 \text{ MPa}$$

Relación de Poisson  $\mu = 0.35$

- **Subrasante**

CBR de diseño = 5.1%

$$M_R = 100 \text{ CBR} = 100 \cdot 5.1 = 510 \text{ kg/cm}^2 = 51 \text{ MPa}$$

Relación de Poisson  $\mu = 0.50$

- **Capas Granulares**

El módulo resiliente de los suelos de las capas granulares de base y subbase, dependen del estado de esfuerzos al que están sometidas y del material sobre el que se apoyan. Según el método Shell, el módulo de las capas granulares se puede calcular en función del módulo de la subrasante

o apoyo y del espesor de la respectiva capa, mediante la siguiente expresión:

$$Mr = 0.206 \times h^{0.45} \times M_{r, \text{CAPA DE APOYO}}$$

○ **Subbase Granular**

$$Mr = 0.206 \times h_{SB}^{0.45} \times M_{r, SB} = 0.206 \times 150^{0.45} \times 510$$

$$Mr = 1001.6 \text{ kg/cm}^2 = 100,2 \text{ MPa}$$

Relación de Poisson  $\mu = 0.45$

○ **Base Granular**

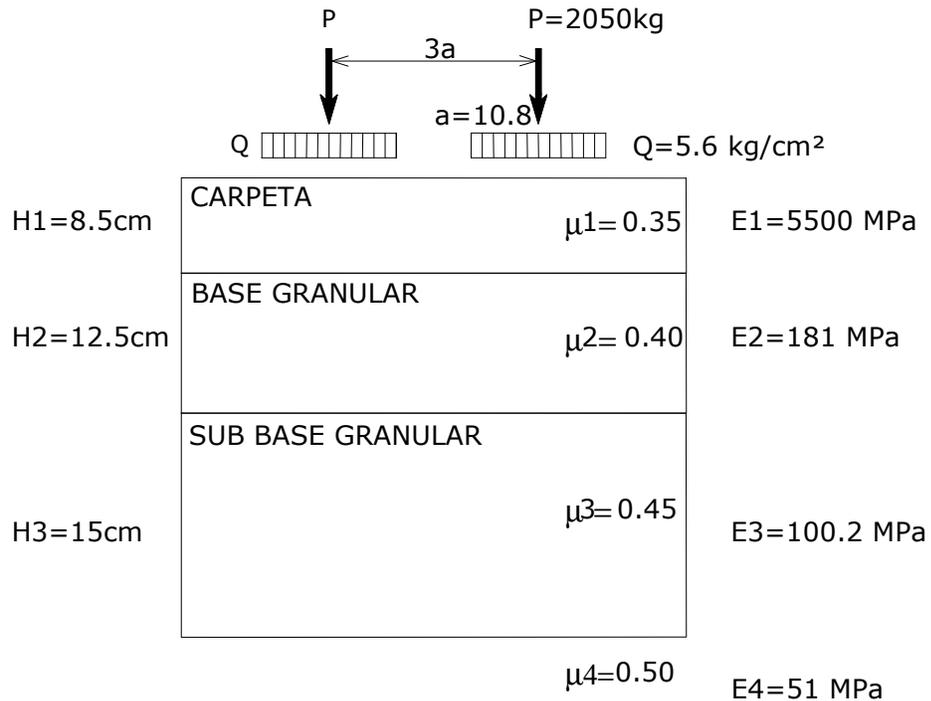
$$Mr = 0.206 \times h_{BG}^{0.45} \times M_{r, SB} = 0.206 \times 125^{0.45} \times 1001.6$$

$$Mr = 1812 \text{ kg/cm}^2 = 181 \text{ MPa}$$

Relación de Poisson  $\mu = 0.40$

• **Modelo Estructural**

Gráfica 8. Modelo estructural unidad de diseño

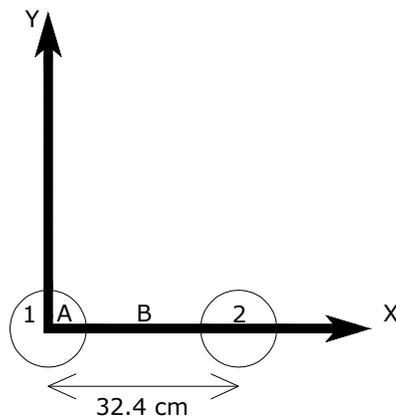


- **Cálculo de esfuerzos y deformaciones**

El cálculo de esfuerzos y deformaciones parte de una modelización de la estructura del pavimento, la cual queda definida por el conocimiento de sus espesores y de las características elástico – dinámicas de cada una de las capas componentes de la estructura. La caracterización de los materiales viales, está enfocada básicamente a la determinación de los módulos dinámicos, la relación de Poisson y la ley de fatiga o falla del material.

Una vez definido el modelo estructural y las características y configuración del eje de referencia que actuará sobre el pavimento, se calculan los valores de esfuerzos y deformaciones presentados en los diferentes puntos de interés de la estructura.

Grafica 9. Distribución de cargas en el pavimento



Como se considera que los materiales que conforman la estructura durante su vida útil están trabajando dentro del rango elástico, la fatiga de éstos es causada por la relación entre las repeticiones de carga (N) impuestas por el tránsito y la deformación. Entonces el pavimento flexible puede fallar de dos maneras:

- a. Que la deformación horizontal por tracción  $\epsilon_r$  en la fibra inferior de la capa asfáltica, al flexionar ellas bajo la acción de las cargas, supere cierto límite admisible, en este caso se producirá agrietamiento en dichas capas.
- b. Que la deformación vertical  $\epsilon_z$  por compresión de la subrasante supere el límite admitido por ella, caso en el cual se presenta una deformación permanente y por consiguiente la del pavimento, en este caso se producirá ahuellamiento

Para facilitar el cálculo de  $\epsilon_r$  y  $\epsilon_z$ , se utilizará el software para diseño de pavimentos de la Shell, BISAR 3.0. Los datos que se introducen son los siguientes:

Tabla 8. Datos de entrada para programa Bisar

<b>CARGA</b>	<b>Parámetro</b>	<b>z</b>	<b>x</b>	<b>y</b>
1	$\epsilon_r$	8.49	0	0
		8.49	16.2	0
2	$\sigma_v$ ó $\epsilon_z$	36.01	0	0
		36.01	16.2	0



## BIZAR 3.0 - Block Report

### TESIS

System 1: (untitled)

#### Structure

#### Loads

Layer Number	Thickness (m)	Modulus of Elasticity (MPa)	Poisson's Ratio	Load Number	Vertical Load (kN)	Vertical Stress (MPa)	Horizontal (Shear) Load (kN)	Horizontal (Shear) Stress (MPa)	Radius (m)	X-Coord (m)	Y-Coord (m)	Shear Angle (Degrees)
1	0,085	5,500E+03	0,35	1	2,000E+01	5,458E-01	0,000E+00	0,000E+00	1,080E-01	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
2	0,125	1,810E+02	0,40	2	2,000E+01	5,458E-01	0,000E+00	0,000E+00	1,080E-01	3,240E-01	0,000E+00	0,000E+00
3	0,150	1,000E+02	0,45									
4		5,100E+01	0,50									

Position Number	Layer Number	X-Coord (m)	Y-Coord (m)	Depth (m)	Stresses (MPa)			Strains (µstrain)			Displacements (µm)		
					XX	YY	ZZ	XX	YY	ZZ	UX	UY	UZ
1	1	0,000E+00	0,000E+00	8,490E-02	1,636E+00	1,993E+00	-1,313E-01	1,790E+02	2,666E+02	-2,548E+02	-1,754E+01	0,000E+00	7,020E+02
2	1	1,620E-01	0,000E+00	8,490E-02	6,619E-01	1,617E+00	-1,034E-01	2,400E+01	2,585E+02	-1,638E+02	0,000E+00	0,000E+00	7,253E+02
3	4	0,000E+00	0,000E+00	3,601E-01	-8,602E-03	-5,439E-03	-3,745E-02	2,518E+02	3,448E+02	-5,966E+02	-4,500E+01	0,000E+00	5,438E+02
4	4	1,620E-01	0,000E+00	3,601E-01	-8,398E-03	-5,732E-03	-4,063E-02	2,898E+02	3,682E+02	-6,581E+02	0,000E+00	0,000E+00	5,668E+02

Los resultados obtenidos:

Tabla 9. Resultados obtenidos programa Bisar

CARGA	Parám	z	x	y	$\epsilon_y$	$\epsilon_y$ definit	$\epsilon_z$	$\epsilon_z$ definit
1	$\epsilon_r$	8.49	0	0	$2.66 \times 10^{-4}$	$2.66 \times 10^{-4}$		
		8.49	16.2	0	$2.58 \times 10^{-4}$			
2	$\sigma_v$ ó $\epsilon_z$	36.01	0	0			$5.97 \times 10^{-4}$	
		36.01	16.2	0			$6.58 \times 10^{-4}$	$6.58 \times 10^{-4}$

Se emplea los esfuerzos en “y” debido a que el vehículo se desplaza en ese sentido y genera las tensiones críticas.

- **Cálculo de esfuerzos ( $\sigma$ ) y deformaciones ( $\epsilon$ ) admisibles**

- **Control de fatiga en la carpeta asfáltica**

Método Shell:

$$\epsilon_r = (0.856 * V_b + 1.08) * E^{-0.36} * \left(\frac{N}{K}\right)^{-0.2}$$

$V_b$  = Volumen de asfalto – C.A. = 13% (mezclas producidas en la región)

E = Módulo (N/m<sup>2</sup>)

K = Factor de Calage = 10 para C.A.

N = Número de repeticiones de carga

$$\epsilon_r = (0.856 * 13 + 1.08) * (5.5 \times 10^9)^{-0.36} * \left(\frac{0.27 \times 10^6}{10}\right)^{-0.2}$$

$$\epsilon_r = 4.94 \times 10^{-4}$$

- **Control de ahuellamiento de la subrasante**

Método Shell:

$$\epsilon_z = 2.1 * 10^{-2} * N^{-0.25} \rightarrow \text{N.C.} = 85\%$$

$$\epsilon_z = 1.8 * 10^{-2} * N^{-0.25} \rightarrow \text{N.C.} = 95\%$$

N: Número de repeticiones de carga

$$\epsilon_z = 2.1 * 10^{-2} * (0.27 * 10^6)^{-0.25} = 9.21 * 10^{-4} \rightarrow \text{N.C.} = 85\%$$

$$\epsilon_z = 1.8 * 10^{-2} * (0.27 * 10^6)^{-0.25} = 7.90 * 10^{-4} \rightarrow \text{N.C.} = 95\%$$

De los dos resultados anteriores tomamos el más crítico, es decir el valor de  $\epsilon_z$  para un N.C.= 95%.

- **Comparación de solicitaciones calculadas ( $\sigma$  y  $\epsilon$  calc) con las solicitaciones admisibles ( $\sigma$  y  $\epsilon$  adm).**

Se hace esta comparación con el fin de definir los ajustes sucesivos que se realizarán durante la etapa de dimensionamiento de la estructura.

$$(\sigma, \epsilon)_{\text{CALCULADAS}} \leq (\sigma, \epsilon)_{\text{ADMISIBLES}}$$

$$\text{CA: } 2.66 * 10^{-4} < 4.94 * 10^{-4} \rightarrow \text{OK}$$

$$\text{SR: } 6.58 * 10^{-4} < 7,90 * 10^{-4} \rightarrow \text{OK}$$

De estos resultados, se observa que el ahuellamiento está controlando el diseño ya que en la subrasante el valor calculado está más cercano al admisible.

- **Consumo en solicitud crítica**

$$\epsilon_z: 6.58 * 10^{-4} = 1.8 * 10^{-2} * (N)^{-0.25} \rightarrow N_{\text{adm}} = 0.56 * 10^6$$

Este es el número de repeticiones admisibles para esta estructura de pavimento.

$$\text{Control ahuellamiento: } C_{\text{AHUE}} = \frac{0.27 * 10^6}{0.56 * 10^6} = 48\% \rightarrow \text{consumo crítico}$$

## 8 ESPEORES DEFINITIVOS

Acogiéndose a los resultados obtenidos en el diseño por el Método AASHTO y el chequeo de esfuerzos y deformaciones por el Método Racional, considerando las experiencias locales, las características actuales de la vía a pavimentar y de acuerdo al criterio de los diseñadores se adopta como espesores para la unidad de diseño los siguientes:

Espesor Capa Asfáltica = 8.5 cm

Espesor Base Granular = 12.5 cm

Espesor Sub-Base Granular = 15 cm

## **9 OBRAS DE DRENAJE GENERAL**

Las obras de drenaje general comprenden: Alcantarillas y Cunetas para evacuación de las aguas de escorrentía superficial.

Las Alcantarillas se ubican de acuerdo a la pendiente del terreno con una distancia de separación máxima entre sí de 120 metros. Su estructura es la convencional y se utiliza tubería de concreto de 36" de diámetro por ser una vía a pavimentar de acuerdo a lo estipulado por las normas INVIAS, cuyos detalles de ubicación y forma se muestran en los planos respectivos.

De igual manera las cunetas se detallan en su forma y materiales a utilizar en los detalles de los planos.

El manejo del drenaje subterráneo a lo largo de la vía se maneja por medio de la construcción de filtros de subdrenaje longitudinal al pie de los taludes existentes. Los detalles de dimensiones y construcción de indican en los planos anexos.

### **9.1 CUNETAS**

Las cunetas son estructuras de drenaje que captan las aguas de escorrentía superficial proveniente de la plataforma de la vía y de los taludes de corte, conduciéndolas longitudinalmente hasta asegurar su adecuada disposición.

Las cunetas se deben localizar esencialmente en todos los cortes, en aquellos terraplenes susceptibles a la erosión y en toda margen interna de un separador que reciba las aguas lluvias de las calzadas.

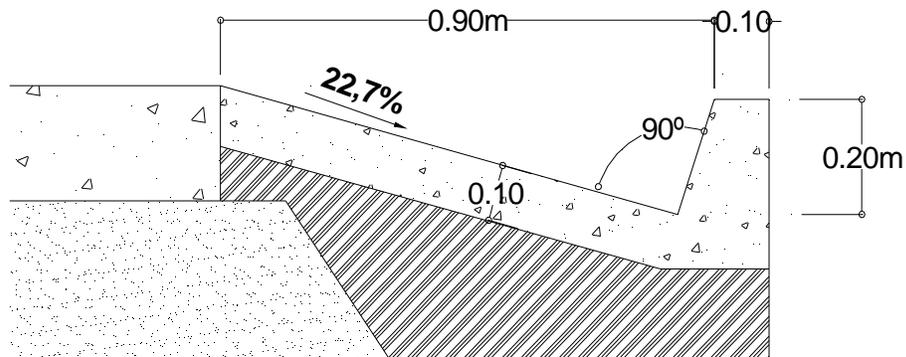
**9.1.1 Tipos de Sección.** La sección transversal de la vía y dentro de ella la de la cuneta, juega un papel fundamental en la seguridad vial, por lo que al proyectar las cunetas con una determinada sección, se debe considerar este aspecto. Cunetas con una sección inadecuada pueden originar problemas de encunetamiento de los vehículos y, en los casos más graves, hasta vuelco, más aún si por limitaciones de espacio se proyectan berma-cunetas, las que necesariamente implican circulación o permanencia de vehículos cerca a la cuneta.

Las secciones más recomendadas son: las *parabólicas* (con una construcción complicada y baja capacidad hidráulica), las cuales son las más adecuadas en aquellos tramos viales donde se presenta entrada y salida permanente de vehículos (estaciones de servicio, locales comerciales, etc.) y las *triangulares* (las más sencillas de construir), donde es esporádica o nula la circulación vial, caso que se aplica al presente proyecto.

Dentro de las cunetas triangulares, es necesario limitar las pendientes de la cuneta y la profundidad de la misma, existiendo para ello diferentes normas a nivel internacional, teniendo que las recomendaciones más usuales limitan la pendiente por el lado de la calzada a 25% y la profundidad a 20 cm o 1/5 del ancho total.

En el medio colombiano es usual la cuneta triangular de 0.90 m de ancho total, distribuido 0.88 m al lado de la calzada y 0.02 m del lado del talud y 0.20 m de profundidad (constituyendo un vértice de 90°), con lo que se obtiene una pendiente lateral hacia la calzada de 22.7%, admisible desde el punto de vista de seguridad vial. Se debe tener en cuenta que el dimensionamiento de la cuneta se debe guiar en base a que la pendiente al lado de la calzada sea menor o igual al 25%. Para el caso de este proyecto se toma estas dimensiones como base para el prediseño geométrico e hidráulico de la cuneta (ver Gráfica 10).

**Gráfica 10. Sección Típica Cuneta**



### **9.1.2 Diseño de cunetas**

De acuerdo a las recomendaciones de INVIAS, la pendiente longitudinal mínima que se debe cumplir para el manejo de las aguas de escorrentía en cunetas es de 0,5% o 0,3% en zonas planas. Para el caso del tramo de la vía en estudio esta condición se cumple en la totalidad del recorrido.

Para realizar el diseño de las cunetas de esta vía, se toma el tramo que tiene la pendiente longitudinal más alta, que es de 12%, entre las abscisas K1+190 y K1+390. Se observa tanto en el perfil longitudinal de toda la longitud de la vía como en las secciones transversales, que se requieren cunetas por ambos costados. La cuneta del costado izquierdo recibe el área aferente del talud de corte, mientras que la cuneta del lado derecho recibe el área aferente que le corresponde de la calzada, el área del talud de corte y el área de la ladera.

Se diseña la cuneta del lado derecho para este tramo por tener en su mayoría la pendiente de bombeo en un solo sentido hacia el lado derecho.

Se debe tener en cuenta para el diseño, los coeficientes de escorrentía para la calzada, el talud de corte y el de ladera, tomados de la siguiente tabla:

Tabla 10. Coeficientes de Escorrentía Típicos

<b>Tipo de superficie</b>	<b>Coeficiente</b>
Zonas vehiculares y comerciales	0.90
Desarrollos residenciales con casas contiguas y predominio de zonas duras	0.75
Desarrollos residenciales multifamiliares con bloques contiguos y zonas duras entre ellos	0.75
Desarrollo residenciales con casas rodeadas de jardines o multifamiliares apreciablemente separados	0.45
Áreas residenciales con predominio de zonas verdes y cementerios tipo jardines	0.30
Laderas desprovistas de vegetación	0.60
Laderas protegidas con vegetación	0.30

\*\*Elementos de Diseño Acueductos y Alcantarillado - Ricardo Alfredo López

Los coeficientes asumidos son\*\*: Calzada = 0.90; Talud de Corte=0.60; Ladera=0.30

Coeficiente de escorrentía ponderado  $C = 0.60$

### 9.1.3 Caudal de Diseño

Para el cálculo del caudal de diseño, en primer lugar se debe determinar el área de drenaje, teniendo presente que la longitud de la cuneta es de 200m y que el ancho de la calzada es de 6 m. Se toma como ancho típico del talud un aproximado de 10 m y un área aferente para la ladera de 0,10 hectáreas teniendo en cuenta la topografía de la zona.

Las áreas aferentes son:

Calzada =  $6 \times 200 = 1200 \text{ m}^2 = 0.12 \text{ Ha}$

Talud de corte =  $10 \times 200 = 2000 \text{ m}^2 = 0.20 \text{ Ha}$

Ladera = 0.10 Ha

El área aferente total será de 0.42 Ha = 4200 m<sup>2</sup>

Un factor determinante para el cálculo del caudal de diseño es la intensidad de lluvias, la cual se obtiene de los datos de precipitación de la estación meteorológica de San Luis, Aldana. La intensidad de diseño se estima a partir de la curva de intensidad – duración – frecuencia característica de la zona. Grafica

Para un período de retorno de 5 años y una duración de 15 minutos, la Intensidad de diseño estimada es de 105 mm/hora ( $2.917 \times 10^{-5}$  m/s)

Si se aplica el método racional, el cálculo de diseño será:

$$Q = C \times I \times A$$

C: Coeficiente de escorrentía

I: Intensidad

A: Área aferente

$$Q = 0.60 \times 2.917 \times 10^{-5} \times 4200 = 0.0735 \text{ m}^3/\text{s} = 73.5 \text{ l/s}$$

El diseño hidráulico de la cuneta consiste en verificar que la capacidad hidráulica de la estructura, estimada con la expresión de Manning, sea superior al caudal de diseño. La expresión de Manning es:

$$Q = V \times A$$

$$Q = \frac{1}{n} (A \times R^{2/3} \times S^{1/2})$$

Siendo: Q: Caudal de diseño, en metros cúbicos por segundo (m<sup>3</sup>/s).

V: Velocidad de flujo en la sección para el caudal de diseño

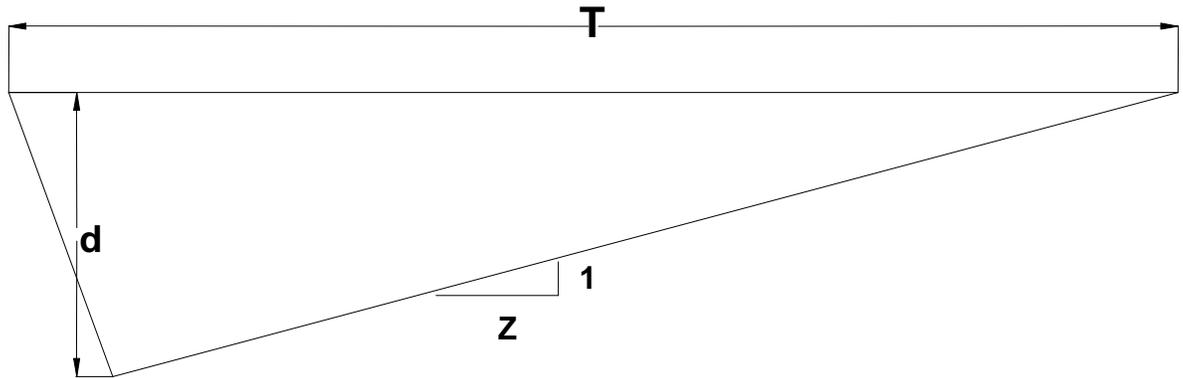
n: Coeficiente de rugosidad de Manning.

A: Área mojada, en metros cuadrados (m<sup>2</sup>).

R: Radio hidráulico, en metros (m).

S: Pendiente, en metros por metro (m/m).

**Gráfica 11. Propiedades Geométricas Sección Cuneta**



Se define:  $A = Z \times d^2$

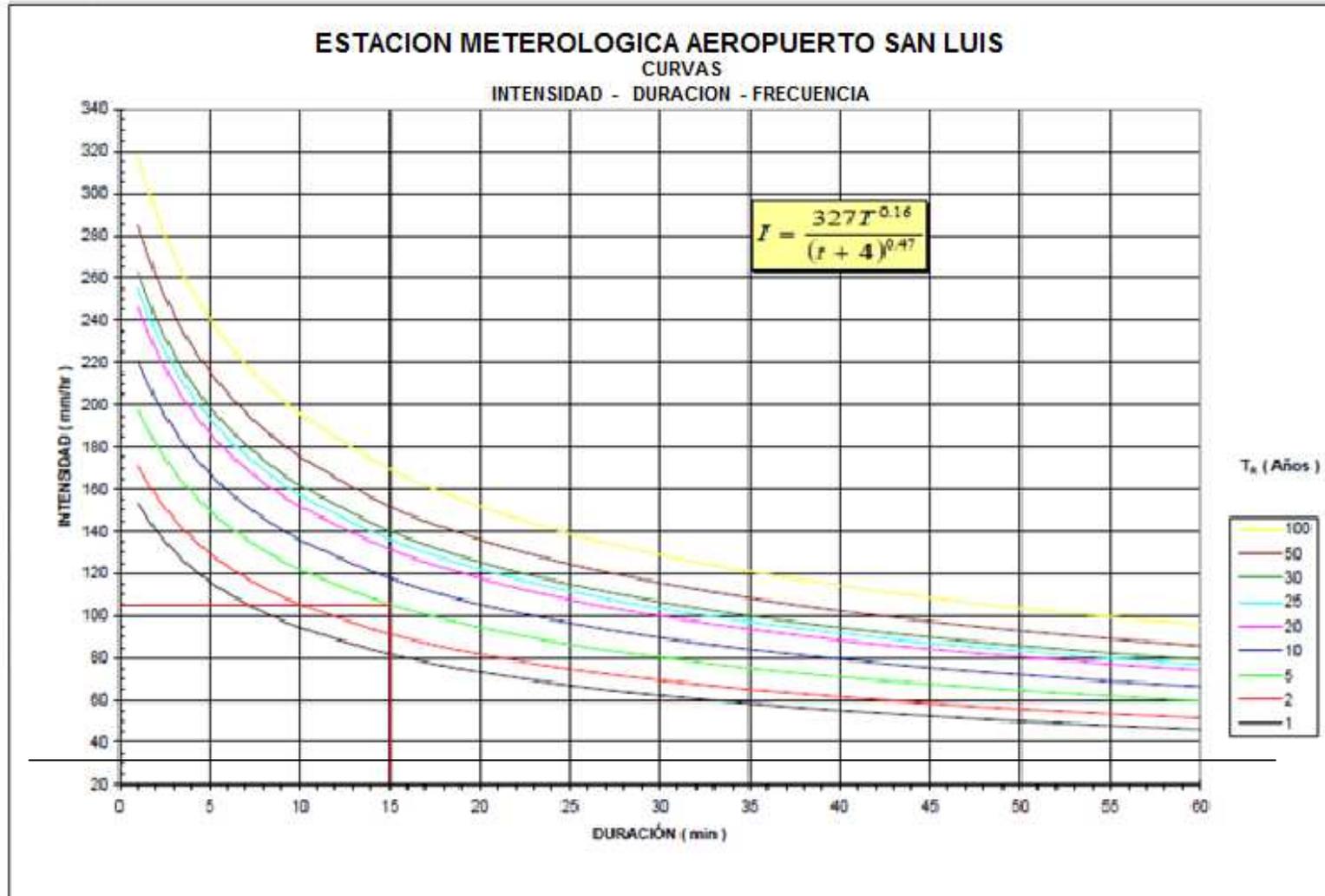
$R = A/P$

P: Perímetro

$P = 2 \times d \times (Z^2 + 1)^{1/2}$

$T = 2 \times d \times Z$

Gráfica 12. Gráfica Intensidad – Duración – Frecuencia



Con un caudal de 73.5 l/s, una pendiente longitudinal S de 12% y un coeficiente de rugosidad de Manning de 0.014, se procede a igualar la expresión de Manning con el caudal de diseño antes calculado, a través de iteraciones del valor de la lámina de agua. Las variables que describen el funcionamiento hidráulico de la cuneta toman los siguientes valores:

Profundidad de flujo = 0,08 m

Velocidad media del flujo = 2.69 m/s

La lámina de agua debe ser inferior o igual a la profundidad de la cuneta y la velocidad debe ser, a su vez, menor que la máxima admisible para el material de la cuneta, pero mayor que la velocidad que favorezca la sedimentación y el crecimiento vegetal.

Con respecto a las velocidades permisibles máximas y mínimas, para no erosionar el material de la cuneta ni favorecer procesos de sedimentación o crecimientos vegetales se tiene: Las velocidades máximas se presentan en la Tabla 5. En cuanto a velocidades mínimas, éstas se definen entre 0.60 y 0.90 m/s.

Tabla 11. Velocidades y fuerza tractiva máximas permisibles

TIPO DE TERRENO	AGUA CLARA		AGUA CON SEDIMENTOS COLOIDALES (*)	
	V(m/s)	$\tau$ (kg/m <sup>2</sup> )	V(m/s)	$\tau$ (kg/m <sup>2</sup> )
Arena fina coloidal	0.45	0.13	0.75	0.37
Limo arenoso no coloidal	0.50	0.18	0.75	0.37
Sedimentos limosos	0.60	0.23	0.90	0.54
Sedimentos aluviales no coloidal	0.60	0.23	1.00	0.73
Limo	0.75	0.37	1.00	0.73
Ceniza volcánica	0.75	0.37	1.00	0.73
Arcilla dura	1.15	1.27	1.50	2.25
Sedimentos aluviales coloidal	1.15	1.27	1.50	2.25
Pizarras	1.80	3.27	1.80	3.27
Grava	0.75	0.37	1.50	1.56
Limo a ripio, suelo no coloidales	1.15	1.86	1.50	3.23
Limo a ripio, suelo coloidal	1.20	2.10	1.60	3.91
Grava gruesa	1.20	1.47	1.80	3.27
Bolos	1.50	4.44	1.60	5.38

Tabla 12. Velocidades máximas permisibles en canales artificiales

MATERIAL	VELOCIDAD MÁXIMA (m/s)
Ladrillo común	3.0
Ladrillo vitrificado	5.0
Arcilla vitrificada (gres)	4.0
Concreto 175 kg/cm <sup>2</sup>	6.0
Concreto 210 kg/cm <sup>2</sup>	10.0
Concreto 280 kg/cm <sup>2</sup>	15.0
Concreto 350 kg/cm <sup>2</sup>	20.0

La profundidad de flujo resultante del diseño de la cuneta no rebasa la altura máxima de la cuneta (0.20 m), ni la velocidad media favorece procesos de sedimentación (0.60 m/s) o de erosión de la cuneta (de acuerdo a la Tabla 8 es de 6.0 m/s para concretos de 175 kg/cm<sup>2</sup>). Por lo tanto el diseño elegido se considera adecuado.

## 9.2 ALCANTARILLAS

El caudal calculado para ser evacuado por cada alcantarilla, corresponde al caudal máximo transportado por las cunetas correspondiente a la sección llena. Es decir, para una altura de lámina de 20cm en la cuneta, y aplicando el método racional con la fórmula de Manning, y manteniendo los demás parámetros que intervienen en el cálculo hidráulico (ver fórmulas y cálculos de cunetas), se tiene un caudal de 884,4 lt/seg.

Con la pendiente interna de la tubería de la alcantarilla de 2%, para un diámetro de tubería de 24", de acuerdo al Manual Hidráulico de Diseño de Alcantarillados Pluviales\*, se obtiene, aplicando la fórmula de Manning para tuberías completamente llenas, con el coeficiente de rugosidad de Manning  $n=0.014$ , una velocidad de 3,10 m/s, un caudal a tubo lleno de 905,89 l/s y una fuerza tractiva de limpieza de  $T = 3,06 \text{ kg/m}^2$ . Se observa que el caudal a tubo lleno es prácticamente igual al caudal máximo transportado por la cuneta; por tal razón, se procede a calcular los mismos parámetros de diseño para un tubo de diámetro 36" (recomendado por las Normas Invias para vías con pavimento nuevo), obteniéndose una velocidad de 4,07 m/s, valor inferior a 5 m/s que corresponde a la velocidad máxima establecida para alcantarillados pluviales. Se obtiene un caudal máximo a tubo lleno de 2670,87 l/s, notablemente superior al caudal máximo transportado por la cuneta. La fuerza tractiva de limpieza calculada es de  $4,60 \text{ kg/m}^2$ , apreciablemente superior a la mínima recomendada para autolimpieza de  $0,20 \text{ kg/m}^2$ .

Como conclusión, se decide adoptar el diseño correspondiente a las alcantarillas de 36", cuyos detalles de ubicación y forma se muestran en los planos respectivos.

*\*Manual Hidráulico Diseño de Alcantarillados Pluviales. Ing. Rafael Paredes Infante – Editado por Tubos Moore S.A. Bogotá 1987*

### 9.3 FILTROS DE SUBDRENAJE LONGITUDINAL

Se toma como norma de diseño el Manual de Geotextiles de la firma PAVCO, el cual se fundamenta en las normas establecidas en “Geotextiles Engineering Manual” de la Federal Highway Administration (FHWA) de los Estados Unidos y el Artículo 673 de las Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras del Instituto Nacional de Vías (INVIAS).

Debido a que en la vía en estudio se observa presencia de aguas de infiltración que se vierten desde los taludes contiguos a la vía, se requiere diseñar un sistema de filtración que recolecte las aguas en mención, mediante la utilización de subdrenes longitudinales con geotextil.

#### DATOS BÁSICOS:

- Longitud máxima entre alcantarillas: 120 m
- Pendiente longitudinal mínima: 0.6%
- Pendiente transversal: 2%
- Ancho de la banca de la vía: 6 m
- Semibanca:  $B = 3$  m
- Profundidad mínima del nivel freático en puntos críticos: 1.5 m
- Espesor total de la estructura del pavimento: 0.36 m
- Material predominante en la subrasante: Arena arcillosa (SC) con las siguientes características:
  - o Coeficiente de Permeabilidad:  $K = 0.00085$  cm/s (dato obtenido mediante ensayo de permeabilidad in situ)
  - o Diámetro  $D_{85} = 6$  mm (obtenido de la curva granulométrica)

### 9.3.1 Diseño de la sección transversal del subdren

Caudal que llega al subdren:  $q_{inf}$

$$q_{inf} = I_R \times B \times L \times F_i \times F_R$$

$I_R$  : Intensidad de la lluvia durante 1 hora con un período de retorno de 5 años. Este valor se obtiene de las curvas de intensidad – Duración – Frecuencia de lluvias para la región

$I_R = 0.00167$  cm/s (obtenido de curva intensidad – duración – frecuencia estación San Luis)

$B = 300$  cm (Semibanca)

$L = 12000$  cm (Longitud entre alcantarillas)

En las Tablas 8.1 y 8.2 del Capítulo 8 del Manual de PAVCO se obtiene los valores de  $F_i$  y  $F_R$ .

Tabla 13. Valores recomendados para  $F_i$

Tipo De Carpeta	$F_i$
Carpetas asfálticas muy bien conservadas	0,30
Carpetas asfálticas normalmente conservadas	0,40
Carpetas asfálticas pobremente conservadas	0,50
Carpetas de concreto de cemento Portland	0,67

Tabla 14. Valores recomendados para  $F_R$

Tipo De Base	$F_R$
Basas bien gradadas, en servicio 5 años o más	1/4
Bases bien gradadas, en servicio menos de 5 años	1/3
Bases de gradación abierta, en servicio 5 años o más	1/3
Bases de gradación abierta, en servicio menos de 5 años	1/2

$F_i = 0.4$  (Factor de infiltración para carpetas asfálticas normalmente conservadas)

$F_R = 0.33$  (Factor de retención de la base para los casos de gradación abierta)

$$q_{inf} = 0.00167 \text{ cm/s} \times 300 \text{ cm} \times 12000 \text{ cm} \times 0.4 \times 0.33$$

$$q_{inf} = 793.58 \text{ cm}^3/\text{s}$$

Caudal producido por abatimiento del nivel freático:  $q_{NF}$

$$q_{NF} = K \times i \times A_a$$

$$i = (N_d - N_f)/B$$

donde:

$N_d$  = Cota más baja del subdren necesaria para que el Nivel Freático no sobrepase la subrasante

$N_f$  = Nivel Freático

$$i = (2.0 - 1.5)/3 = 0.166$$

$K = 0.0020 \text{ cm/s}$  (coeficiente de permeabilidad de la subrasante)

$A_a$  = Área de abatimiento

$$A_a = (N_d - N_f) \times L$$

$$A_a = (200 - 150) \times 12000$$

$$A_a = 600.000 \text{ cm}^2$$

$$q_{NF} = 0.0020 \times 0.166 \times 600000$$

$$q_{NF} = 199,2 \text{ cm}^3/\text{s}$$

Como el nivel freático se encuentra a los dos lados de la sección transversal del subdren, entonces:

$$q_{NF} = 2 \times 199,2 \text{ cm}^3/\text{s} = 398.4 \text{ cm}^3/\text{s}$$

$Q_T$  = Caudal total que transporta el filtro

$$Q_T = q_{inf} + q_{NF} = 793.58 + 398.4$$

$$Q_T = 1192 \text{ cm}^3/\text{s}$$

$$Q_T = V \times i \times A$$

Donde:      V: Velocidad del agua  
              i : Pendiente longitudinal  
              A: Área del filtro de subdren

El agregado a utilizar como material drenante es triturado de tamaño máximo 2". De la Figura 8.3 del Capítulo 8 del Manual de PAVCO se obtiene para  $i = 0.6\%$  un valor de:  $V = 0.50 \text{ cm/s}$

$$A = Q_T / V \times i$$

$$A = 1192 \text{ cm}^3/\text{seg} / (0.50 \text{ cm/s} \times 0.6)$$

$$A = 3973.3 \text{ cm}^2.$$

Asumiendo un ancho de excavación de 50 cm:

$$A = L \times \text{ancho}$$

$$L = 3973.3 \text{ cm}^2 / 50 \text{ cm}$$

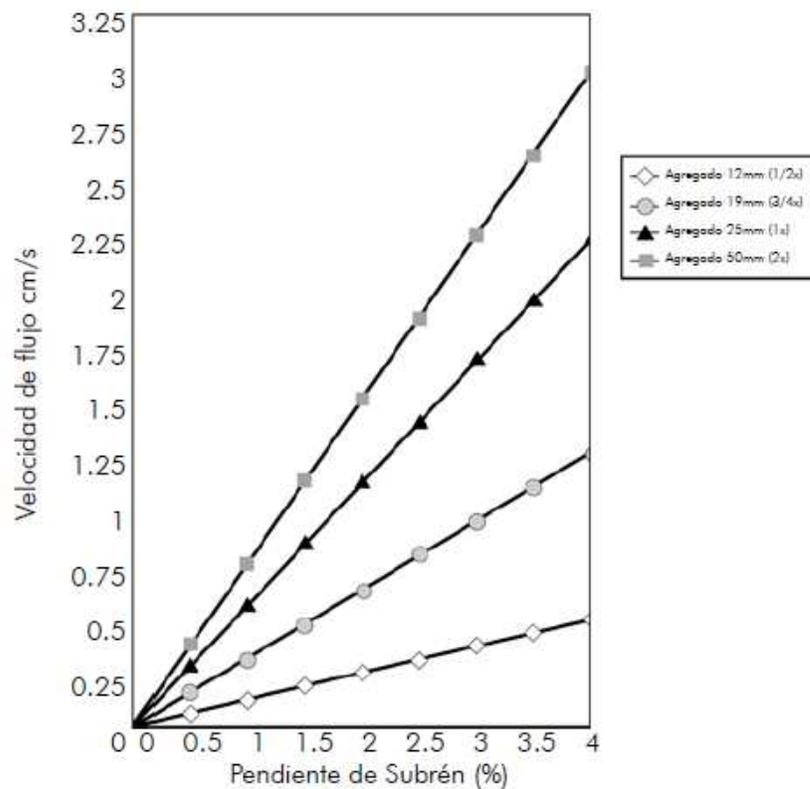
L = 79.5 cm

Para fines prácticos, se adopta como sección transversal definitiva del filtro de subdrenaje:

Ancho = 0.50 m

Profundidad = 0.8 m

Figura 24. Pendiente vs velocidad según el tamaño de agregado (Para agregados de tamaño uniforme)



### 9.3.2 Escogencia del geotextil que cumpla los criterios de diseño

- **Criterio de retención:** Este criterio asegura que las aberturas sean lo suficientemente pequeñas para evitar la migración del suelo hacia el medio

drenante o hacia donde se dirige el flujo. Un geotextil debe cumplir con la siguiente condición.

$$TAA < B \times D_{85}$$

TAA: Tamaño de abertura aparente, dato suministrado por el fabricante. Corresponde a la abertura de los espacios libres (en milímetros).

B: Coeficiente que depende del tipo de suelo a filtrar, de las condiciones de flujo y del tipo de geotextil. Para Geotextiles No Tejidos punzonados por aguja se usa  $B = 3$ .

$$D_{85} = 6\text{mm (tomado de la granulometría del material)}$$

$$TAA < 3 \times 6\text{mm}$$

$$TAA < 18 \text{ mm}$$

De acuerdo a las especificaciones del fabricante, los geotextiles más comerciales que cumplen con el Criterio de Retención son:

NT1600 – NT1800 – NT2000

- **Criterio de permeabilidad:** Se debe permitir un adecuado flujo del agua a través del geotextil considerando su habilidad para esto. El coeficiente de permeabilidad es la propiedad hidráulica por medio de la cual el geotextil permite un adecuado paso de flujo perpendicular al plano del mismo.

Para Condiciones de flujo crítico y buscando un correcto desempeño a largo plazo, reduciendo el riesgo de colmatación, se recomienda:

$$K_g > 10 \times K_s$$

Donde:

$K_g$  : Coeficiente de permeabilidad del geotextil

$K_s$  : Coeficiente de permeabilidad de la subrasante

$K_g > 10 \times 0.0020 \text{ cm/s}$

$K_g > 0.20 \text{ cm/s}$

De acuerdo a las especificaciones del fabricante, los geotextiles que cumplen con el Criterio de Permeabilidad son:

NT1600 – NT1800 – NT2000

- **Criterio de colmatación**

Los geotextiles con una mayor resistencia a la colmatación, son los geotextiles No Tejidos punzonados por agujas, en los cuales el riesgo a que se taponen gran parte de sus orificios es muy bajo debido al espesor que poseen y a los altos valores de porosidad que presentan.

Los geotextiles Tejidos tienen baja porosidad y el riesgo de colmatación es muy alto, con la consecuencia de una pérdida súbita en la permeabilidad. Razón por la cual no se recomiendan usar como filtros en sistemas de drenaje. De acuerdo con el criterio de Christopher y Holtz, 1985; R. Koerner, 1990, los geotextiles usados como medios filtrantes deben tener una porosidad:  $> 50\%$ .

La porosidad de los geotextiles no tejidos punzonados por agujas es superior al 80%, por tanto todos los geotextiles no tejidos punzonados por aguja cumplen con este criterio.

- **Criterio de supervivencia**

De acuerdo a la Tabla 4 del Artículo 673 de INVIAS tenemos que para condiciones moderadas de instalación con esfuerzos bajos de contacto se debe cumplir:

Resistencia a la Tensión > 360 N  
Resistencia a la Costura > 310 N  
Resistencia al Punzonamiento > 110 N  
Resistencia al Estallido > 900 kPa  
Resistencia al Rasgado trapezoidal > 110 N  
Espesor > 2 mm

Cumplen con los anteriores requisitos todos los geotextiles no tejidos según las especificaciones del fabricante PAVCO.

- **Criterio de durabilidad**

Los geotextiles, por ser fabricados con polipropileno, no son biodegradables, son altamente resistentes al ataque químico como a los lixiviados y como en este caso no estarán expuestos a la acción de los rayos UV, todos los Geotextiles No Tejidos cumplen con el Criterio de Durabilidad.

- **Selección final del geotextil a utilizar**

Teniendo en cuenta el análisis de cumplimiento de los diferentes criterios, se utilizará para la construcción de los filtros longitudinales un geotextil del tipo No Tejido referencia NT1600, el cual cumple con todos los requisitos técnicos exigidos por las normas en el caso particular que hemos analizado y es el más conveniente desde el punto de vista económico.

## **10 ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCIÓN:**

### **10.1 INTRODUCCIÓN**

Las presentes especificaciones generales de construcción forman parte de las Normas establecidas por el Ministerio del Transporte y específicamente por el Instituto Nacional de Vías para la construcción, rehabilitación, rectificación, mejoramiento y conservación de carreteras.

Las especificaciones de construcción se establecen para cada uno de los items particulares del presente proyecto y como tal se presentan simplificadaamente para una fácil consulta y aplicación de las mismas.

### **10.2 ASPECTO AMBIENTAL**

La construcción de todas y cada una de las obras se ejecutará de acuerdo con las disposiciones legales vigentes sobre el medio ambiente, las normas especiales para el trámite y obtención de las autorizaciones y permisos específicos otorgados por autoridad competente para el uso y aprovechamiento de los recursos naturales y, especialmente, los requerimientos de la licencia ambiental del proyecto y cumpliendo estrictamente el Plan de Manejo Ambiental que se hace parte del presente trabajo.

## **ESPECIFICACIONES\***

### **200. DESMONTE Y LIMPIEZA**

#### **200.1 Descripción**

**200.1.1 Generalidades.** Este trabajo consiste en el desmonte y limpieza del terreno natural en las áreas que ocuparán las obras del proyecto vial y las zonas o fajas laterales reservadas para la vía, que se encuentren cubiertas de rastrojo, maleza, bosque, pastos, cultivos, etc., incluyendo la remoción de tocones, raíces, escombros y basuras, de modo que el terreno quede limpio y libre de toda vegetación y su superficie resulte apta para iniciar los demás trabajos.

El trabajo incluye, también, la disposición final dentro o fuera de la zona del proyecto, de todos los materiales provenientes de las operaciones de desmonte y limpieza, previa autorización del Interventor, atendiendo las normas y disposiciones legales vigentes.

**200.1.2 Desmonte y limpieza en zonas no boscosas.** Comprende el desraíce y la limpieza en zonas cubiertas de pastos, rastrojo, maleza, escombros, cultivos y arbustos.

**200.2 Materiales.** Los materiales obtenidos como resultado de la ejecución de los trabajos de desmonte y limpieza, se dispondrán de acuerdo con lo establecido en el numeral 12.3.4 del presente Artículo.

**200.3 Equipo.** El equipo empleado para la ejecución de los trabajos de desmonte y limpieza deberá ser compatible con los procedimientos de ejecución adoptados y

- *Tomado de Normas Invias 2002*

requiere la aprobación previa del Interventor, teniendo en cuenta que su capacidad y eficiencia se ajuste al programa de ejecución de los trabajos y al cumplimiento de las exigencias de la especificación.

## **200.4 Ejecución de los trabajos**

**200.4.1 Desmonte y limpieza.** Los trabajos de desmonte y limpieza deberán efectuarse en todas las zonas señaladas en los planos o indicadas por el Interventor y de acuerdo con procedimientos aprobados por éste, tomando las precauciones necesarias para lograr unas condiciones de seguridad satisfactorias.

Para evitar daños en las propiedades adyacentes o en los árboles que deban permanecer en su lugar, se procurará que los árboles que han de derribarse caigan en el centro de la zona objeto de limpieza, troceándolos por su copa y tronco progresivamente, cuando así lo exija el Interventor.

**200.4.2 Remoción de tocones y raíces.** En aquellas áreas donde se deban efectuar trabajos de excavación, todos los troncos, raíces y otros materiales inconvenientes, deberán ser removidos hasta una profundidad no menor a sesenta centímetros (60 cm) de la superficie subrasante del proyecto.

En las áreas que vayan a servir de base de terraplenes o estructuras de contención o drenaje, los tocones, raíces y demás materiales inconvenientes a juicio del Interventor, deberán eliminarse hasta una profundidad no menor de treinta centímetros (30 cm) por debajo de la superficie que deba descubrirse de acuerdo con las necesidades del proyecto.

Todas las oquedades causadas por la extracción de tocones y raíces se rellenarán con el suelo que haya quedado al descubierto al hacer la limpieza y éste se

conformará y apisonará hasta obtener un grado de compactación similar al del terreno adyacente.

**200.4.3 Remoción y disposición de materiales.** Los materiales provenientes del desmonte y la limpieza deberá ser retirado del lugar de los trabajos, y transportado y depositado en los lugares establecidos en los planos del proyecto o señalados por el Interventor, donde dichos materiales deberán ser enterrados convenientemente, de tal manera que la acción de los elementos naturales no pueda dejarlos al descubierto.

Cuando la autoridad competente lo permita, la materia vegetal inservible y los demás desechos del desmonte y limpieza podrán quemarse en un momento oportuno y de una manera apropiada para prevenir la propagación del fuego. La quema no se podrá efectuar al aire libre. El Constructor será responsable tanto de obtener el permiso de quema como de cualquier conflagración que resulte de dicho proceso.

Por ningún motivo se permitirá que los materiales de desecho se incorporen en los terraplenes, ni disponerlos a la vista en las zonas o fajas laterales reservadas para la vía, ni en sitios donde puedan ocasionar perjuicios ambientales.

**200.4.4 Orden de las operaciones.** Los trabajos de desmonte y limpieza deben efectuarse con anterioridad al inicio de las operaciones de explanación. En cuanto dichas operaciones lo permitan, y antes de disturbar con maquinaria la capa vegetal, deberán levantarse secciones transversales del terreno original, las cuales servirán para determinar el volumen de la capa vegetal y del movimiento de tierra.

Si después de ejecutados el desmonte y la limpieza, la vegetación vuelve a crecer por motivos imputables al Constructor, éste deberá efectuar una nueva limpieza, a su costa, antes de realizar la operación constructiva subsiguiente.

## **200.5 Condiciones para el recibo de los trabajos**

**200.5.1 Controles.** Durante la ejecución de los trabajos, el Interventor adelantará los siguientes controles principales:

- Verificar que el Constructor disponga de todos los permisos requeridos.
- Comprobar el estado y funcionamiento del equipo utilizado por el Constructor.
- Verificar la eficiencia y seguridad de los procedimientos aplicados por el Constructor.
- Vigilar el cumplimiento de los programas de trabajo.
- Comprobar que la disposición de los materiales obtenidos de los trabajos de desmonte y limpieza se ajuste a las exigencias de la presente especificación y todas las disposiciones legales vigentes.
- Medir las áreas en las que se ejecuten los trabajos en acuerdo a esta especificación.
- Señalar todos los árboles que deban quedar de pie y ordenar las medidas para evitar que sean dañados.

**200.5.2 Condiciones específicas para el recibo y tolerancias.** La actividad de desmonte y limpieza se considerará terminada cuando la zona quede despejada para permitir que se continúe con las siguientes actividades de la construcción. Para efectos de medida y pago, el Interventor únicamente controlará las zonas donde el desmonte y la limpieza se realicen en una longitud no mayor de un kilómetro (1 km) adelante del frente de la explanación.

**200.6 Medida.** La unidad de medida del área desmontada y limpiada será la hectárea (ha), en su proyección horizontal, aproximada al décimo de hectárea, de

área limpiada y desmontada satisfactoriamente, dentro de las zonas señaladas en los planos o indicadas por el Interventor. No se incluirán en la medida las áreas correspondientes a las calzadas de vías existentes.

Tampoco se medirán las áreas limpiadas y desmontadas en zonas de préstamos o de canteras y otras fuentes de materiales que se encuentren localizadas fuera de la zona del proyecto, ni aquellas que el Constructor haya despejado por conveniencia propia, tales como vías de acceso, vías para acarreos, campamentos, instalaciones o depósitos de materiales.

**200.7 Forma de pago.** El pago del desmonte y limpieza se hará al respectivo precio unitario del contrato, por todo trabajo ejecutado de acuerdo con esta especificación y aceptado a plena satisfacción por el Interventor.

El precio deberá cubrir todos los costos de desmontar, destroncar, desraizar, rellenar y compactar los huecos de tocones; disponer los materiales sobrantes de manera uniforme en los sitios aprobados por el Interventor. El precio unitario deberá cubrir, además, el cargue, transporte y descargue y debida disposición de estos materiales, así como la mano de obra, herramientas, equipo necesario para la ejecución de los trabajos y la obtención de todos los permisos requeridos.

## **ITEM DE PAGO**

200.1.2	Desmonte y limpieza en zonas no boscosas	Hectárea (ha)
---------	--	---------------

## **210. EXCAVACION DE LA EXPLANACION Y PRÉSTAMOS**

### **210.1 Descripción**

**210.1.1 Generalidades.** Este trabajo consiste en el conjunto de las actividades de excavar, remover, cargar, transportar hasta el límite de acarreo libre y colocar en los sitios de desecho, los materiales provenientes de los cortes requeridos para la explanación, canales y préstamos, indicados en los planos y secciones transversales del proyecto.

### **210.1.2 Definiciones**

**210.1.2.1 Excavación de la explanación.** El trabajo comprende el conjunto de actividades de excavación y nivelación de las zonas donde ha de fundarse la carretera, incluyendo taludes y cunetas; así como la escarificación, conformación y compactación de la subrasante en corte. Incluye, además, las excavaciones necesarias para el ensanche o modificación del alineamiento horizontal o vertical de la calzada existente.

**210.2 Materiales.** Los materiales provenientes de excavación de la explanación se utilizarán, si reúnen las calidades exigidas, en la construcción de las obras de acuerdo con los usos fijados en los documentos del proyecto.

Los materiales provenientes de la excavación que presenten buenas características para uso en la construcción de la vía, serán reservados para colocarlos posteriormente. Los materiales de excavación que no sean utilizables deberán ser colocados, de acuerdo con las instrucciones del Interventor, en zonas aprobadas por éste.

**210.3 Equipo.** El Constructor propondrá, para consideración del Interventor, los equipos más adecuados para las operaciones por realizar, los cuales no deben producir daños innecesarios ni a construcciones ni a cultivos.

### **210.4 Ejecución de los trabajos**

## **210.4.1 Excavación de la explanación**

**210.4.1.1 Generalidades.** Antes de iniciar las excavaciones se requiere la aprobación, por parte del Interventor, de los trabajos de localización, desmonte, limpieza y demoliciones, así como los de remoción de especies vegetales y cercas de alambre.

Las obras de excavación deberán avanzar en forma coordinada con las de drenaje del proyecto, tales como alcantarillas, desagües y descoles de cunetas y construcción de filtros. Además se debe garantizar el correcto funcionamiento del drenaje y controlar fenómenos de erosión e inestabilidad. Las cunetas y bermas deben construirse de acuerdo con las secciones, pendientes transversales y cotas especificadas en los planos.

**210.4.1.2 Taludes.** La excavación de los taludes se realizará adecuadamente para no dañar su superficie final, evitar la descompresión prematura o excesiva de su pie y contrarrestar cualquier otra causa que pueda comprometer la estabilidad de la excavación final.

**210.4.2 Utilización de materiales excavados y disposición de sobrantes.** Los materiales sobrantes de la excavación se usarán para el tendido de los taludes de terraplenes o para emparejar las zonas laterales de la vía. Se dispondrán en tal forma que no ocasionen ningún perjuicio al drenaje de la carretera o a los terrenos que ocupen, a la visibilidad en la vía ni a la estabilidad de los taludes o del terreno al lado y debajo de la carretera.

**210.4.3 Manejo del agua superficial.** Cuando se estén efectuando las excavaciones, se deberá tener cuidado para que no se presenten depresiones y hundimientos que afecten el normal escurrimiento de las aguas superficiales.

**210.4.4 Limpieza final.** Al terminar los trabajos de excavación, el Constructor deberá limpiar y conformar las zonas laterales de la vía, las de préstamo y las de disposición de sobrantes, de acuerdo con las indicaciones del Interventor.

**210.4.5 Referencias topográficas.** Durante la ejecución de la excavación para explanación, canales y préstamos, el Constructor deberá mantener, sin alteración, las referencias topográficas y las marcas especiales para limitar áreas de trabajo.

## **210.5 Condiciones para el recibo de los trabajos**

**210.5.1 Controles.** Durante la ejecución de los trabajos, el Interventor adelantará los siguientes controles principales:

- Verificar que el Constructor disponga de todos los permisos requeridos para la ejecución de los trabajos.
- Comprobar el estado y funcionamiento del equipo utilizado por el Constructor.
- Verificar la eficiencia y seguridad de los procedimientos adoptados por el Constructor.
- Vigilar el cumplimiento de los programas de trabajo.
- Verificar el alineamiento, perfil y sección de las áreas excavadas.
- Comprobar que toda superficie para base de terraplén o subrasante mejorada quede limpia y libre de materia orgánica.
- Verificar la compactación del fondo de la excavación, cuando corresponda.
- Medir los volúmenes de trabajo ejecutado por el Constructor en acuerdo a la presente especificación.

## **210.5.2 Condiciones específicas para el recibo y tolerancias**

**210.5.2.1 Acabado.** El trabajo de excavación se dará por terminado cuando el alineamiento, el perfil y la sección estén de acuerdo con los planos del proyecto y las instrucciones del Interventor.

La distancia entre el eje del proyecto y el borde de la excavación, no será menor que la distancia señalada en los planos. La cota de cualquier punto de la subrasante conformada y terminada no deberá variar en más de tres centímetros (3 cm) con respecto a la cota proyectada. Las cotas de fondo de las cunetas y zanjas no deberán diferir en más de tres centímetros (3 cm) de las proyectadas.

**210.6 Medida.** La unidad de medida será el metro cúbico ( $m^3$ ), aproximado al metro cúbico completo, de material excavado en su posición original.

Todas las excavaciones para explanación y préstamos serán medidas por volumen ejecutado, con base en las áreas de corte de las secciones transversales del proyecto, original o modificado, verificadas por el Interventor antes y después de ejecutarse el trabajo de excavación.

En las zonas de préstamo, solamente se medirán en su posición original los materiales aprovechables y utilizados en la construcción de terraplenes y pedraplenes; alternativamente, se podrá establecer la medición de los volúmenes de materiales de préstamo utilizados, en su posición final en la vía, reduciéndolos a su posición original mediante relación de densidades determinadas por el Interventor.

**210.7 Forma de pago.** El trabajo de excavación se pagará al precio unitario del contrato por toda obra ejecutada de acuerdo con el proyecto o las instrucciones del Interventor, para la respectiva clase de excavación ejecutada satisfactoriamente y aceptada por éste.

El precio unitario para la excavación deberá cubrir todos los costos por concepto de excavación, remoción, cargue, acarreo libre, y descargue en la zona de utilización o desecho; la mano de obra, equipos y herramientas.

El precio unitario para excavación de préstamos deberá cubrir todos los costos de limpieza y descapote de las zonas de préstamo; la excavación, cargue y descargue de los materiales de préstamo; y los costos de adquisición, obtención de permisos y derechos de explotación y de alquiler de las fuentes de materiales de préstamo.

El transporte de los materiales provenientes de la excavación se medirá y pagará de acuerdo con la especificación correspondiente.

## **ITEM DE PAGO**

Alternativa I

210.1 Excavación sin clasificar de la explanación,  
y préstamos

Metro cúbico (m<sup>3</sup>)

## **220. TERRAPLENES**

### **220.1 Descripción**

**220.1.1 Generalidades.** Este trabajo consiste en la escarificación, nivelación y compactación del terreno o del afirmado en donde haya de colocarse un terraplén nuevo, previa ejecución de las obras de desmonte y limpieza, demolición, drenaje y subdrenaje; y la colocación, el humedecimiento o secamiento, la conformación y compactación de materiales apropiados de acuerdo con la presente especificación, los planos y secciones transversales del proyecto y las instrucciones del Interventor.

**220.1.2 Partes del terraplén.** En los terraplenes se distinguirán tres partes o zonas constitutivas:

- a. Cimiento, parte del terraplén que está por debajo de la superficie original del terreno, la que ha sido variada por el retiro de material inadecuado.
- b. Núcleo, parte del terraplén comprendida entre el cimiento y la corona. El núcleo junto con el cimiento constituyen el cuerpo del terraplén.
- c. Corona (capa subrasante), formada por la parte superior del terraplén, construida en un espesor de treinta centímetros (30 cm), salvo que los planos del proyecto o las especificaciones particulares indiquen un espesor diferente.

## **220.2 Materiales**

**220.2.1 Requisitos de los materiales.** Todos los materiales que se empleen en la construcción de terraplenes deberán provenir de las excavaciones de la explanación, de préstamos laterales o de fuentes aprobadas; deberán estar libres de sustancias deletéreas, de materia orgánica, raíces y otros elementos perjudiciales. Su empleo deberá ser autorizado por el Interventor, quien de ninguna manera permitirá la construcción de terraplenes con materiales de características expansivas.

Los materiales que se empleen en la construcción de terraplenes deberán cumplir los requisitos indicados en la Tabla No. 220.1.

Tabla 220.1 Requisitos de los Materiales

Suelos	Seleccionados	Adecuados	Tolerables
Aplicación	Corona, Núcleo, Cimiento	Corona, Núcleo, Cimiento	Núcleo, Cimiento
Tamaño máximo	75 mm	100 mm	150 mm
Pasa tamiz de 75 $\mu$ m (No.200)	$\leq 25\%$ en peso	$\leq 35\%$ en peso	$\leq 35\%$ en peso
C.B.R. de laboratorio	$\geq 10$	$\geq 5$	$\geq 3$
Expansión en prueba C.B.R.	0%		
Contenido de materia orgánica	0%	< 2%	< 2%
Límite líquido	< 30	< 1%	< 2%
Índice plástico	< 10	< 40 < 15	< 40 -

El tamaño máximo y el porcentaje que pasa el tamiz de 75  $\mu$ m. (No.200) se determinarán mediante el ensayo de granulometría según norma de ensayo INV E-123, el C.B.R. y la expansión, de acuerdo con lo indicado en la norma de ensayo INV E-148; el contenido de materia orgánica, según lo establecido en la norma INV E-121; y el límite líquido y el índice plástico conforme lo establecen las normas INV E-125 y E-126, respectivamente.

Los valores de C.B.R. indicados en la Tabla No.220.1 corresponden a la densidad mínima exigida en el aparte 220.5.2.2. del presente Artículo.

**220.2.2 Empleo.** Los documentos del proyecto o las especificaciones particulares indicarán el tipo de suelo por utilizar en cada capa. En todo caso, los suelos

tolerables no podrán ser empleados en el núcleo del terraplén, cuando éste pueda estar sujeto a inundación.

Además, cuando en el núcleo se hayan empleado suelos tolerables, la corona solamente podrá construirse con suelos seleccionados.

**220.3 Equipo.** El equipo empleado para la construcción de terraplenes deberá ser compatible con los procedimientos de ejecución adoptados y requiere aprobación previa del Interventor, teniendo en cuenta que su capacidad y eficiencia se ajusten al programa de ejecución de los trabajos y al cumplimiento de las exigencias de la presente especificación.

#### **220.4 Ejecución de los Trabajos**

**220.4.1 Generalidades.** Los trabajos de construcción de terraplenes se deberán efectuar según procedimientos puestos a consideración del Interventor y aprobados por éste. Su avance físico deberá ajustarse al programa de trabajo.

Si los trabajos de construcción o ampliación de terraplenes afectaren el tránsito normal en la vía o en sus intersecciones y cruces con otras vías, el Constructor será responsable de tomar las medidas para mantenerlo adecuadamente.

La secuencia de construcción de los terraplenes deberá ajustarse a las condiciones estacionales y climáticas que imperen en la región del proyecto. Cuando se haya programado la construcción de las obras de arte previamente a la elevación del cuerpo del terraplén, no deberá iniciarse la construcción de éste antes de que las alcantarillas y muros de contención se terminen en un tramo no menor de quinientos metros (500 m) adelante del frente del trabajo, en cuyo caso deberán concluirse también, en forma previa, los rellenos de protección que tales obras necesiten.

**220.4.2 Preparación del terreno.** Antes de iniciar la construcción de cualquier terraplén, el terreno base de éste deberá estar desmontado y limpio, según se especifica en el Artículo 200, "Desmonte y Limpieza", y ejecutadas las demoliciones de estructuras que se requieran, según se especifica en el Artículo 201, "Demolición y Remoción". El Interventor determinará los eventuales trabajos de descapote y retiro del material inadecuado, así como el drenaje del área base según los Artículos 210, "Excavación de la Explanación, Canales y Préstamos", 600 "Excavaciones Varias"; y 673, "Filtros", necesarios para garantizar la estabilidad del terraplén.

Cuando el terreno base esté satisfactoriamente limpio y drenado, se deberá escarificar, conformar y compactar, de acuerdo con las exigencias de compactación definidas en la presente especificación, en una profundidad de quince centímetros (15 cm) la cual se podrá reducir a diez centímetros (10 cm) cuando el terraplén se deba construir sobre un afirmado existente.

En las zonas de ensanche de terraplenes existentes o en la construcción de éstos sobre terreno inclinado, previamente preparado, el talud existente o el terreno natural deberán cortarse en forma escalonada, de acuerdo con los planos o las instrucciones del Interventor, para asegurar la estabilidad del terraplén nuevo.

Cuando lo señale el proyecto o lo ordene el Interventor, la capa superficial de suelo existente que cumpla con lo señalado en el numeral 220.2, deberá mezclarse con el material que se va a utilizar en el terraplén nuevo.

Si el terraplén hubiere de construirse sobre turba o suelos blandos, se deberá asegurar la eliminación total o parcial de estos materiales, su tratamiento previo y consolidación o la utilización de cualquier otro medio propuesto por el Constructor y autorizado por el Interventor, que permita mejorar la calidad del soporte, hasta

que éste ofrezca la suficiente estabilidad para resistir esfuerzos debidos al peso del terraplén terminado.

Si el proyecto considera la colocación de un geotextil como capa de separación o de refuerzo del suelo, éste se deberá tender conforme se describe en el Artículo 820 de las presentes especificaciones.

**220.4.3 Cuerpo del terraplén.** El Interventor sólo autorizará la colocación de materiales de terraplén cuando el terreno base esté adecuadamente preparado, según se indica en el numeral anterior.

El material del terraplén se colocará en capas de espesor uniforme, el cual será lo suficientemente reducido para que, con los equipos disponibles, se obtenga el grado de compactación exigido. Los materiales de cada capa serán de características uniformes. No se extenderá ninguna capa, mientras no se haya comprobado que la subyacente cumple las condiciones de compactación exigidas. Se deberá garantizar que las capas presenten adherencia y homogeneidad entre sí. Será responsabilidad del Constructor asegurar un contenido de humedad que garantice el grado de compactación exigido en todas las capas del cuerpo del terraplén.

En los casos especiales en que la humedad del material sea considerablemente mayor que la adecuada para obtener la compactación prevista, el Constructor propondrá y ejecutará los procedimientos más convenientes para ello, previa autorización del Interventor, cuando el exceso de humedad no pueda ser eliminado por el sistema de aireación.

Obtenida la humedad más conveniente, se procederá a la compactación mecánica de la capa. En los cimientos y núcleos de terraplenes, las densidades que

alcancen no serán inferiores a las que den lugar a los correspondientes porcentajes de compactación exigidos, de acuerdo con el aparte 220.5.2.

Las zonas que por su reducida extensión, su pendiente o su proximidad a obras de arte, no permitan el empleo del equipo que normalmente se esté utilizando para la compactación, se compactarán con equipos apropiados para el caso, en tal forma que las densidades obtenidas no sean inferiores a las determinadas en esta especificación para la capa del terraplén que se esté compactando.

El espesor de las capas de terraplén será definido por el Constructor con base en la metodología de trabajo, aprobada previamente por el Interventor, que garantice el cumplimiento de las exigencias de compactación.

En casos especiales, cuando los terraplenes deban ser construidos en zonas pantanosas, se colocará material en una (1) sola capa hasta la elevación mínima a la cual pueda trabajar el equipo. Por encima de dicha elevación, el terraplén se construirá por capas que se compactarán con los niveles de densificación señalados en el aparte 220.5.2.

**220.4.4 Corona del terraplén.** Salvo que los planos del proyecto o las especificaciones particulares establezcan algo diferente, la corona deberá tener un espesor compacto de treinta centímetros (30 cm) construidos en dos capas de igual espesor, los cuales se conformarán utilizando suelos seleccionados o adecuados, según lo establecido en el numeral 220.2, se humedecerán o airearán según sea necesario, y se compactarán mecánicamente hasta obtener los niveles señalados en el aparte 220.5.2.

Los terraplenes se deberán construir hasta una cota superior a la indicada en los planos, en la dimensión suficiente para compensar los asentamientos producidos por efecto de la consolidación y obtener la rasante final a la cota proyectada, con las tolerancias establecidas en el aparte 220.5.2.

Si por causa de los asentamientos, las cotas de subrasante resultan inferiores a las proyectadas, incluidas las tolerancias indicadas en esta especificación, se deberá escarificar la capa superior del terraplén en el espesor que ordene el Interventor y adicionar del mismo material utilizado para conformar la corona, efectuando la homogeneización, humedecimiento o secamiento y compactación requeridos hasta cumplir con la cota de subrasante.

Si las cotas finales de subrasante resultan superiores a las proyectadas, teniendo en cuenta las tolerancias de esta especificación, el Constructor deberá retirar, a sus expensas, el espesor en exceso.

**220.4.5 Acabado.** Al terminar cada jornada, la superficie del terraplén deberá estar compactada y bien nivelada, con declive suficiente que permita el escurrimiento de aguas lluvias sin peligro de erosión.

**220.4.6 Limitaciones en la ejecución.** La construcción de terraplenes sólo se llevará a cabo cuando no haya lluvia o fundados temores de que ella ocurra y la temperatura ambiente no sea inferior a dos grados Celsius (2°C).

Deberá prohibirse la acción de todo tipo de tránsito sobre las capas en ejecución, hasta que se haya completado su compactación. Si ello no resulta posible, el tránsito que necesariamente deba pasar sobre ellas se distribuirá de manera que no se concentren huellas de rodadas en la superficie.

**220.4.7 Estabilidad.** El Constructor responderá, hasta la aceptación final, por la estabilidad de los terraplenes construidos con cargo al contrato y asumirá todos los gastos que resulten de sustituir cualquier tramo que, a juicio del Interventor, haya sido mal construido por descuido o negligencia atribuible a aquel o como

resultado de causas naturales distintas a movimientos inevitables del suelo sobre el que se ha construido el terraplén.

Si el trabajo ha sido hecho adecuadamente conforme a las especificaciones, planos del proyecto e indicaciones del Interventor y resultaren daños causados exclusivamente por lluvias copiosas que excedan cualquier máximo de lluvias de registros anteriores, derrumbes inevitables, terremotos, inundaciones que excedan la máxima cota de elevación de agua registrada o señalada en los planos, se reconocerán al Constructor los costos por las medidas correctoras, excavaciones necesarias y la reconstrucción del terraplén, salvo cuando los derrumbes, hundimientos o inundaciones se deban a mala construcción de las obras de drenaje, falta de retiro oportuno de formaletas u obstrucciones derivadas de operaciones deficientes de construcción imputables al Constructor.

## **220.5 Condiciones para el Recibo de los Trabajos**

**220.5.1 Controles.** Durante la ejecución de los trabajos, el Interventor adelantará los siguientes controles principales:

- Verificar el estado y funcionamiento de todo el equipo utilizado por el Constructor.
- Supervisar la correcta aplicación de los métodos de trabajo aceptados.
- Vigilar el cumplimiento de los programas de trabajo.
- Comprobar que los materiales por emplear cumplan los requisitos de calidad exigidos en el numeral 220.2 del presente Artículo.
- Verificar la compactación de todas las capas del terraplén.
- Realizar medidas para determinar espesores y levantar perfiles y comprobar la uniformidad de la superficie.

## **220.5.2 Condiciones específicas para el recibo y tolerancias**

**220.5.2.1 Calidad de los materiales.** De cada procedencia de los suelos empleados para la construcción de terraplenes y para cualquier volumen previsto, se tomarán cuatro (4) muestras y de cada fracción de ellas se determinarán:

- La granulometría, según norma de ensayo INV E-123.
- El límite líquido y el índice plástico, de acuerdo con las normas de ensayo INV E-125 y E-126, respectivamente.
- La resistencia y expansión, mediante la prueba CBR, según norma de ensayo INV E-148.
- El contenido de materia orgánica del suelo, de acuerdo con la norma INV E-121, cuyos resultados deberán satisfacer las exigencias indicadas en el aparte 220.2.1, según el tipo de suelo, so pena del rechazo de los materiales defectuosos.

Durante la etapa de producción, el Interventor examinará las descargas de los materiales y ordenará el retiro de aquellas que, a simple vista, presenten restos de tierra vegetal, materia orgánica o tamaños superiores al máximo especificado.

Además, efectuará las siguientes verificaciones periódicas de la calidad del material:

- Determinación de la granulometría (INV E-123), mínimo una (1) vez por jornada.
- Determinación del límite líquido (INV E-125) y del índice plástico (INV E-126), cuando menos una (1) vez por jornada.
- Determinación del contenido de materia orgánica (INV E-121), por lo menos una (1) vez a la semana.
- Determinación de la resistencia y la expansión (INV E-148), como mínimo una (1) vez por mes.

**220.5.2.2 Calidad del producto terminado.** Cada capa terminada de terraplén deberá presentar una superficie uniforme y ajustarse a la rasante y pendientes establecidas.

Los taludes terminados no deberán acusar irregularidades a la vista.

La distancia entre el eje del proyecto y el borde del terraplén no será menor que la distancia señalada en los planos o modificada por el Interventor.

La cota de cualquier punto de la subrasante en terraplenes, conformada y compactada, no deberá variar en más de treinta milímetros (30 mm) de la cota proyectada.

No se tolerará en las obras concluidas, ninguna irregularidad que impida el normal escurrimiento de las aguas.

En adición a lo anterior, el Interventor deberá efectuar las siguientes comprobaciones:

**a. Compactación.** Las determinaciones de la densidad de cada capa compactada se realizarán a razón de cuando menos una (1) vez por cada doscientos cincuenta metros cuadrados (250 m<sup>2</sup>) y los tramos por aprobar se definirán sobre la base de un mínimo de seis (6) determinaciones de densidad. Los sitios para las mediciones se elegirán al azar.

La densidad media del tramo (Dm) deberá ser, como mínimo, el noventa por ciento (90%) de la máxima obtenida en el ensayo proctor modificado (norma de ensayo INV E-142) de referencia (De) para cimientos y núcleos, o el noventa y

cinco por ciento (95%) con respecto a la máxima obtenida en el mismo ensayo, cuando se verifique la compactación de la corona del terraplén.

Siempre que sea necesario, se efectuarán las correcciones por presencia de partículas gruesas según lo indicado en la norma de ensayo INV E-228, previamente al cálculo de los porcentajes de compactación.

$$D_m \geq 0.90 D_e \text{ (cimiento y núcleo)}$$

$$D_m \geq 0.95 D_e \text{ (corona)}$$

A su vez, la densidad obtenida en cada ensayo individual ( $D_i$ ), deberá ser igual o superior al noventa y ocho por ciento (98%) del valor medio del tramo ( $D_m$ ), admitiéndose un (1) sólo resultado por debajo de dicho límite, so pena del rechazo del tramo que se verifique.

$$D_i \geq 0.98 D_m$$

La densidad de las capas compactadas podrá ser determinada por cualquier método aplicable de los descritos en las normas de ensayo INV E-161, E-162, E-163 y E-164.

**b. Irregularidades.** Todas las irregularidades que excedan las tolerancias de la presente especificación deberán ser corregidas por el Constructor, a su costa, de acuerdo con las instrucciones del Interventor y a plena satisfacción de éste.

**c. Protección de la corona del terraplén.** La corona del terraplén no deberá quedar expuesta a las condiciones atmosféricas; por lo tanto, se deberá construir en forma inmediata la capa superior proyectada una vez terminada la compactación y el acabado final de aquella. Será responsabilidad del Constructor la reparación de cualquier daño a la corona del terraplén, por la demora en la construcción de la capa siguiente.

## **220.6 Medida**

La unidad de medida para los volúmenes de terraplenes será el metro cúbico ( $m^3$ ), aproximado al metro cúbico completo, de material compactado, aceptado por el Interventor, en su posición final.

Todos los terraplenes serán medidos por los volúmenes determinados con base en las áreas de las secciones transversales del proyecto localizado, verificadas por el Interventor antes y después de ser ejecutados los trabajos de terraplenes. Dichas áreas están limitadas por las siguientes líneas de pago:

- a. Las líneas del terreno (terreno natural, descapotado, afirmado existente, cunetas y taludes existentes).
- b. Las líneas del proyecto (subrasante o límite inferior de la subbase, cunetas y taludes proyectados).

No habrá medida ni pago para los terraplenes por fuera de las líneas del proyecto o de las establecidas por el Interventor, efectuados por el Constructor, ya sea por negligencia o por conveniencia, para la operación de sus equipos.

Los rellenos con materiales sobrantes de excavación o de derrumbes que se coloquen sobre taludes de terraplenes terminados no se medirán; su conformación y compactación debe ser cubierta con los Artículos 210, "Excavación de la Explanación, Canales y Préstamos", y 211, "Remoción de Derrumbes". No se medirán los terraplenes que se efectúen en trabajos de zonas laterales y las de préstamo y desecho.

No se medirán los terraplenes que haga el Constructor en sus caminos de construcción y obras auxiliares que no formen parte de las obras del proyecto.

**220.7 Forma de Pago.** El trabajo de terraplenes se pagará al precio unitario del contrato, por toda obra ejecutada satisfactoriamente de acuerdo con la presente especificación y aceptada por el Interventor.

El precio unitario deberá cubrir los costos de escarificación, nivelación, conformación, compactación y demás trabajos preparatorios de las áreas en donde se haya de construir un terraplén nuevo; deberá cubrir, además, la colocación, conformación, humedecimiento o secamiento y compactación de los materiales utilizados en la construcción de terraplenes; y, en general, todo costo relacionado con la correcta construcción de los terraplenes, de acuerdo con esta especificación, los planos y las instrucciones del Interventor.

Habrá pago separado para los diversos ítem relacionados con el desmonte y limpieza; demolición y remoción; los cortes de los taludes en media ladera y de los terraplenes por ampliar y el drenaje de las áreas que hayan de recibir terraplenes, establecidos en los Artículos 200, "Desmonte y Limpieza"; 201, "Demolición y Remoción"; 210 "Excavación de la Explanación, Canales y Préstamos"; 600, "Excavaciones Varias"; y 673 "Filtros". También habrá pago separado para los trabajos de empedradización de los taludes de los terraplenes conforme se indica en el Artículo 810, "Empedradización de taludes".

Los materiales para los terraplenes y su transporte se medirán y pagarán de acuerdo con lo indicado en los Artículos 210, "Excavación de la Explanación, Canales y Préstamos" y 900, "Transporte de materiales provenientes de excavaciones y derrumbes", respectivamente.

#### **ITEM DE PAGO**

220. Terraplenes

Metro cúbico (m<sup>3</sup>)

## **230. MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE**

**230.1 Descripción.** Este trabajo consiste en la eventual disgregación del material de la subrasante existente, el retiro o adición de materiales, la mezcla, humedecimiento o aireación, compactación y perfilado final de acuerdo con la presente especificación, conforme y con las dimensiones, alineamientos y pendientes señalados en los planos del proyecto.

**230.2 Materiales.** Los materiales de adición deberán presentar una calidad tal, que la capa de subrasante mejorada cumpla los requisitos exigidos para los suelos seleccionados.

**230.3 Equipo.** Al respecto, se aplica todo lo descrito en el numeral 12.5.3 del presente documento.

### **230.4 Ejecución de los trabajos**

**230.4.1 Generalidades.** Si los trabajos de mejoramiento de la subrasante afectaren el tránsito normal en la vía o en sus intersecciones y cruces con otras vías, el Constructor será responsable de tomar las medidas para mantenerlo adecuadamente.

**230.4.2 Mejoramiento de la subrasante involucrando el suelo existente.** En el caso de previsto de la construcción de la subrasante mejorada involucrando los materiales de la subrasante existente, éstos se disgregarán en las zonas y con la profundidad establecidas en los planos, empleando procedimientos aceptables para el Interventor. Si el proceso implica el retiro de parte del material existente, éste se cargará y transportará a las zonas aprobadas de disposición de sobrantes.

Los materiales disgregados y los de adición, se humedecerán o airearán hasta alcanzar la humedad apropiada de compactación y, previa la eliminación de

partículas mayores de setenta y cinco milímetros (75 mm), si las hubiere, se compactarán hasta obtener los niveles de densidad establecidos para la corona del terraplén.

**230.4.3 Limitaciones en la ejecución.** Los trabajos de mejoramiento de subrasante sólo se efectuarán cuando no haya lluvia o fundados temores de que ella ocurra y la temperatura ambiente, a la sombra, sea cuando menos de dos grados Celsius (2°C).

### **230.5 Condiciones para el recibo de los trabajos**

#### **230.5.1 Controles**

- Verificar el estado y funcionamiento de todo el equipo utilizado por el Constructor.
- Supervisar la correcta aplicación de los métodos de trabajo aceptados.
- Vigilar el cumplimiento de los programas de trabajo
- Comprobar que los materiales por emplear cumplan los requisitos de calidad exigidos.
- Verificar la compactación de todas las capas de suelo que forman parte de la actividad especificada.
- Realizar medidas para determinar espesores y levantar perfiles y comprobar la uniformidad de la superficie.

**230.6 Medida.** Para el caso de que el mejoramiento de la subrasante involucre el suelo existente, la unidad de medida será el metro cuadrado (m<sup>2</sup>), aproximado al entero, de subrasante mejorada en las áreas y espesores señalados en los planos o indicados por el Interventor, a plena satisfacción de éste.

**230.7 Forma de pago.** El trabajo de mejoramiento de la subrasante se pagará al precio unitario pactado en el contrato, por toda obra ejecutada satisfactoriamente de acuerdo con la presente especificación y aceptada por el Interventor.

Habrá pago separado para el suministro y transporte del material de adición, así como el transporte del material inadecuado, de acuerdo con los Artículos "Excavación de la Explanación y Préstamos; y "Transporte de materiales provenientes de excavaciones y derrumbes".

### **ITEM DE PAGO**

230.1 Mejoramiento de la subrasante involucrando el suelo

existente

Metro cuadrado (m<sup>2</sup>)

### **300. DISPOSICIONES GENERALES PARA LA EJECUCION DE AFIRMADOS, SUBBASES GRANULARES Y BASES GRANULARES.**

**300.1 Descripción.** Esta especificación presenta las disposiciones que son generales a los trabajos sobre afirmados; subbases granulares y bases granulares.

**300.2 Materiales.** Para la construcción de afirmados y subbases granulares, los materiales serán agregados naturales clasificados o podrán provenir de la trituración de rocas y gravas, o podrán estar constituidos por una mezcla de productos de ambas procedencias.

Para la construcción de bases granulares, será obligatorio el empleo de un agregado que contenga una fracción producto de trituración mecánica.

Los requisitos de calidad que deben cumplir los diferentes materiales, se resumen en la Tabla No 300.1. Los requisitos granulométricos se presentan en la especificación respectiva.

Tabla No. 300.1. Requisitos de los materiales para afirmados, subbases granulares y bases granulares

CAPA	PARTICULAS FRACTURADAS MECANICAMENTE ( Agr. grueso )	DESGASTE E LOS ANGELES	PERDIDAS EN ENSAYO DE SOLIDEZ EN		INDICES DE APLANAM. Y ALARGAM.	C. B. R.	I. P.	EQUIV. DE ARENA
			Sulfato de sodio	Sulfato de magnesio				
Norma INV	E-227	E-218yE- 219	E.-220	E-220	E-230	E-148	E-125 y E-126	E-133
AFIRMADO		50 % máx.	12 % máx.	18 % máx.			4-9	
SUBBASE GRANULAR		50 % máx.	12 % máx.	18% máx.		20, 30 ó 40% mín. <sub>1</sub>	<= 6	25 % mín.
BASE GRANULAR	50 % mín.	40 % máx.	12 % máx.	18 % máx.	35 % máx.	80 % mín . <sub>2</sub>	<= 3	30 % mín.

1 Al 95 % de compactación referido al ensayo proctor modificado (INV E-142). El valor mínimo de resistencia por aplicar, se indicará en los documentos del proyecto.

2 Al 100 % de compactación, referido al ensayo proctor modificado (INV E-142)

**300.3 Equipo.** Todos los equipos deberán ser compatibles con los procedimientos de construcción adoptados y requieren la aprobación previa del Interventor, teniendo en cuenta que su capacidad y eficiencia se ajusten al

programa de ejecución de las obras y al cumplimiento de las exigencias de la presente especificación y de la correspondiente partida de trabajo.

### **300.4 Ejecución de los trabajos**

**300.4.1 Explotación de materiales y elaboración de agregados.** Los procedimientos y equipos de explotación, clasificación, trituración, lavado y el sistema de almacenamiento, deberán garantizar el suministro de un producto de características uniformes. Si el Constructor no cumple con esos requerimientos, el Interventor exigirá los cambios que considere necesarios.

Todos los trabajos de clasificación de agregados y en especial la separación de partículas de tamaño mayor que el máximo especificado para cada gradación, se deberán efectuar en el sitio de explotación o elaboración y no se permitirá ejecutarlos en la vía.

**300.4.2 Acopio de los materiales.** Los agregados para afirmados, subbase granular y base granular se deberán acopiar cubriéndolos con plásticos, de manera que no sufran daños o transformaciones perjudiciales. Cada agregado diferente deberá acopiarse por separado, para evitar cambios en su granulometría original. Los últimos quince centímetros (15 cm) de cada acopio que se encuentren en contacto con la superficie natural del terreno no deberán ser utilizados, a menos que se hayan colocado sobre éste lonas que prevengan la contaminación del material de acopio.

### **300.5 Condiciones para el recibo de los trabajos**

**300.5.1 Controles.** Durante la ejecución de los trabajos, el Interventor adelantará los siguientes controles principales:

- Verificar el estado y funcionamiento de todo el equipo empleado por el Constructor.
- Comprobar que los materiales cumplen con los requisitos de calidad exigidos en el aparte 300.2 y en la respectiva especificación.
- Ejecutar ensayos de compactación en el laboratorio.
- Verificar la densidad de las capas compactadas efectuando la corrección previa por partículas de agregado grueso, siempre que ello sea necesario. Este control se realizará en el espesor de capa realmente construido de acuerdo con el proceso constructivo aplicado.
- Tomar medidas para determinar espesores y levantar perfiles y comprobar la uniformidad de la superficie.
- Vigilar la regularidad en la producción de los agregados de acuerdo con los programas de trabajo.

### **300.6 Medida**

**300.6.1 Construcción de afirmados; subbases granulares y bases granulares.** La unidad de medida será el metro cúbico ( $m^3$ ), aproximado al entero, de material o mezcla suministrado, colocado y compactado, a satisfacción del Interventor, de acuerdo con lo que exija la especificación respectiva.

El volumen se determinará por el sistema promedio de áreas extremas, utilizando las secciones transversales y la longitud real, medida a lo largo del eje del proyecto.

### **300.7 Forma de pago**

**300.7.1 Construcción de afirmados; subbases granulares y bases granulares.** El pago se hará por metro cúbico al respectivo precio unitario del

contrato, por toda obra ejecutada de acuerdo tanto con este Artículo como con la especificación respectiva y aceptada a satisfacción por el Interventor.

El precio unitario deberá cubrir todos los costos de adquisición, obtención de permisos y derechos de explotación o alquiler de fuentes de materiales y canteras; obtención de permisos ambientales para la explotación de los suelos y agregados; las instalaciones provisionales, así como todos los costos de explotación, selección, trituración, eventual lavado, transportes, almacenamiento, clasificación, desperdicios, cargues, descargues, mezcla, colocación, nivelación y compactación de los materiales utilizados; y los de extracción, bombeo, transporte y distribución del agua requerida.

La preparación de la superficie existente se considera incluida en el ítem referente a la ejecución de la capa a la cual corresponde dicha superficie y, por lo tanto, no habrá lugar a pago separado por este concepto, salvo que dicho ítem no forme parte del mismo contrato, caso en el cual el Constructor deberá considerar el costo de la preparación de la superficie existente dentro del ítem objeto del pago.

## **310. CONFORMACION DE LA CALZADA EXISTENTE**

**310.1 Descripción.** Este trabajo consiste en la escarificación, la conformación, nivelación y compactación del afirmado existente, con o sin adición de material de afirmado o de subbase granular; así como la conformación o reconstrucción de cunetas.

**310.2 Materiales.** En el caso de que sea necesaria la adición de nuevo material, éste debe cumplir con los requisitos de calidad señalados en el numeral 12.7 para afirmados o subbases.

**310.3 Equipo.** Rige lo indicado en el numeral 300.3.

#### **310.4 Ejecución de los trabajos**

**310.4.1 Cunetas y ensanches.** La conformación o reconstrucción de cunetas, así como la construcción de ensanches menores, se harán de acuerdo con las secciones, pendientes transversales y cotas indicadas en los planos. Los procedimientos requeridos para cumplir la presente especificación deberán incluir la excavación, el cargue, el transporte y la disposición de los materiales no utilizables y la conformación de los materiales que sean utilizables, para obtener la sección típica proyectada.

**310.5 Medida.** La unidad de medida para la conformación de la calzada, será el metro cuadrado ( $m^2$ ), aproximado al entero, de trabajo realizado de acuerdo con esta especificación y a satisfacción del Interventor en el área definida por éste.

**310.6 Forma de pago.** El pago se hará al respectivo precio unitario del contrato por toda área de calzada conformada a plena satisfacción del Interventor.

El precio unitario deberá cubrir todos los costos de cargue, transporte de los materiales excavados hasta los sitios de utilización y desecho; la escarificación, cargue, transporte y desecho en sitios aprobados de los materiales inadecuados de la calzada existente; la escarificación, conformación, humedecimiento o secamiento y compactación de los materiales apropiados de la calzada existente de acuerdo con las secciones típicas del proyecto, con o sin adición de material.

Habrá pago por separado por excavaciones de volumen superior al señalado en el párrafo anterior, los cuales se reconocerán de acuerdo con el Artículo 12.4, así como por el suministro, transporte y colocación de los materiales requeridos de

subbase granular, los cuales se reconocerán de acuerdo con los Artículos 12.9 de estas especificaciones.

### ITEM DE PAGO

310 Conformación de la calzada existente	Metro cuadrado (m <sup>2</sup> )
--	----------------------------------

### 320. SUBBASE GRANULAR

**320.1 Descripción.** Este trabajo consiste en el suministro, transporte, colocación y compactación de material de subbase granular aprobado sobre una superficie preparada, en una o varias capas, de conformidad con los alineamientos, pendientes y dimensiones indicados en los planos del proyecto.

**320.2 Materiales.** Los agregados para la construcción de la subbase granular deberán satisfacer los requisitos indicados en el aparte 300.2 para dichos materiales. Además, deberán ajustarse a la siguiente franja granulométrica:

TAMIZ		PORCENTAJE QUE PASA
Normal	Alternativo	SBG-1
50 mm	2"	100
37.5 mm	1 ½"	70-100
25 mm	1"	60-100
12.5 mm	1/2"	50-90
9.5 mm	3/8"	40-80
4.75 mm	No.4	30-70
2.0 mm	No.10	20-55
425 µm	No.40	10-40
75 µm	No.200	4-20

**320.3 Equipo.** Rigen las condiciones generales establecidas en los numerales 300.3 y 311.3

#### **320.4 Ejecución de los trabajos**

**320.4.1 Preparación de la superficie existente.** El Interventor sólo autorizará la colocación de material de subbase granular cuando la superficie sobre la cual debe asentarse tenga la densidad apropiada y las cotas indicadas en los planos o definidas por el Interventor. Además, deberá estar concluida la construcción de las cunetas, desagües y filtros necesarios para el drenaje de la calzada.

**320.4.2 Transporte y colocación del material.** El Constructor deberá acarrear y verter el material, de tal modo que no se produzca segregación, ni se cause daño o contaminación en la superficie existente.

**320.4.3 Extensión y mezcla del material.** El material se dispondrá en un cordón de sección uniforme, donde será verificada su homogeneidad. Si la subbase se va a construir mediante combinación de varios materiales, éstos se mezclarán formando cordones separados para cada material en la vía, los cuales luego se combinarán para lograr su homogeneidad. En caso de que sea necesario humedecer o airear el material para lograr la humedad óptima de compactación, el Constructor empleará el equipo adecuado y aprobado, de manera que no perjudique la capa subyacente y deje el material con una humedad uniforme. Este, después de mezclado, se extenderá en una capa de espesor uniforme que permita obtener el espesor y grado de compactación exigidos, de acuerdo con los resultados obtenidos en la fase de experimentación.

**320.4.4 Compactación.** Una vez que el material de la subbase tenga la humedad apropiada, se conformará y compactará con el equipo aprobado por el Interventor, hasta alcanzar la densidad especificada. Aquellas zonas que por su reducida extensión, su pendiente o su proximidad a obras de arte no permitan la utilización del equipo que normalmente se utiliza, se compactarán por los medios adecuados para el caso, en forma tal que las densidades que se alcancen no sean inferiores a las obtenidas en el resto de la capa.

La compactación se efectuará longitudinalmente, comenzando por los bordes exteriores y avanzando hacia el centro, traslapando en cada recorrido un ancho no menor de un tercio (1/3) del ancho del rodillo compactador. En las zonas peraltadas, la compactación se hará del borde inferior al superior.

No se extenderá ninguna capa de material de subbase mientras no haya sido realizada la nivelación y comprobación del grado de compactación de la capa precedente. Tampoco se ejecutará la subbase granular en momentos en que haya lluvia o fundado temor de que ella ocurra, ni cuando la temperatura ambiente sea inferior a dos grados Celsius (2°C).

**320.4.5 Apertura al tránsito.** Sobre las capas en ejecución se prohibirá la acción de todo tipo de tránsito mientras no se haya completado la compactación. Si ello no es factible, el tránsito que necesariamente deba pasar sobre ellas, se distribuirá de forma que no se concentren ahuellamientos sobre la superficie.

## **320.5 Condiciones para el recibo de los trabajos**

### **320.5.1 Condiciones específicas para el recibo y tolerancias**

#### **320.5.1.1 Calidad de los agregados**

- Resistencia por el método C.B.R, de acuerdo con la norma de ensayo INV E-148.
- Equivalente de arena, según norma de ensayo INV E-133.

#### **320.5.1.2 Calidad del producto terminado.** El Interventor deberá verificar:

- Que la cota de cualquier punto de la subbase conformada y compactada, no varíe en más de dos centímetros (2 cm) de la cota proyectada.
- La uniformidad de la superficie de la obra ejecutada, comprobada con una regla de tres metros (3 m) de longitud, colocada tanto paralela como normalmente al eje de la vía, no admitiéndose variaciones superiores a veinte milímetros (20 mm), para cualquier punto que no esté afectado por un cambio de pendiente.

**320.6 Medida.** Rige lo descrito en el aparte 12.8.5 del Artículo 12.8 de las presentes especificaciones.

**320.7 Forma de pago.** Rige lo que resulte pertinente del aparte 12.8.6 del Artículo 12.8.

## ITEM DE PAGO

320.1 Subbase granular de CBR $\geq 20\%$	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )
320.2 Subbase granular de CBR $\geq 30\%$	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )
320.3 Subbase granular de CBR $\geq 40\%$	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )

### 330. BASE GRANULAR

**330.1 Descripción.** Este trabajo consiste en el suministro, transporte, colocación y compactación de material de base granular aprobado sobre una subbase, afirmado o subrasante, en una o varias capas, conforme con las dimensiones, alineamientos y pendientes señalados en los planos.

**330.2 Materiales.** Los agregados para la construcción de la base granular deberán satisfacer los requisitos indicados en el aparte 300.2 para dichos materiales. Además, deberán ajustarse a alguna de las siguientes franjas granulométricas:

TAMIZ		PORCENTAJE QUE PASA	
Normal	Alternativo	BG-1	BG-2
37.5 mm	1 1/2"	100	-
25.0 mm	1	70-100	100
19.0 mm	3/4"	60-90	70-100
9.5 mm	3/8"	45-75	50-80
4.75 mm	No.4	30-60	35-65
2.0 mm	No.10	20-45	20-45
425 $\mu\text{m}$	No.40	10-30	10-30
75 $\mu\text{m}$	No.200	5-15	5-15

**330.3 Equipo.** Rigen las condiciones generales establecidas en los numerales 12.8.3 de este documento.

#### **330.4 Ejecución de los trabajos**

**330.4.1 Preparación de la superficie existente.** El Interventor sólo autorizará la colocación de material de base granular cuando la superficie sobre la cual debe asentarse tenga la densidad y las cotas indicadas o definidas por el Interventor. Además deberá estar concluida la construcción de las cunetas, desagües y filtros necesarios para el drenaje de la calzada.

**330.4.2 Extensión y mezcla del material.** El material se dispondrá en un cordón de sección uniforme, donde será verificada su homogeneidad. Si la base se va a construir mediante combinación de varios materiales, éstos se mezclarán formando cordones separados para cada material en la vía, que luego se combinarán para lograr su homogeneidad. En caso de que sea necesario humedecer o airear el material para lograr la humedad de compactación, el Constructor empleará el equipo adecuado y aprobado, de manera que no perjudique a la capa subyacente y deje una humedad uniforme en el material. Este, después de mezclado, se extenderá en una capa de espesor uniforme que permita obtener el espesor y grado de compactación exigidos, de acuerdo con los resultados obtenidos en la fase de experimentación.

**330.4.3 Compactación.** El procedimiento para compactar la base granular es igual al descrito en el aparte 12.9.4.4.

#### **330.5 Condiciones para el recibo de los trabajos**

**330.5.1 Calidad de los agregados.** Se efectuarán las siguientes pruebas:

- Resistencia por el método C.B.R., de acuerdo con la norma de ensayo INV E-148.
- Equivalente de arena, según norma de ensayo INV E-133.

**330.6 Medida.** Rige lo indicado en el aparte 300.6.1 del Artículo 300 de las presentes especificaciones.

**330.7 Forma de pago.** Rige lo especificado en el aparte 300.7.1 del Artículo 300.

## ITEM DE PAGO

330.1 Base granular Metro cúbico (m<sup>3</sup>)

## 420. IMPRIMACION

**420.1 Descripción.** Este trabajo consiste en el suministro, transportes, eventual calentamiento y aplicación uniforme de un ligante bituminoso sobre una superficie granular terminada, previamente a la extensión de una capa asfáltica.

### 420.2 Materiales

**420.2.1 Material bituminoso.** El ligante bituminoso por emplear será una emulsión asfáltica catiónica de rotura lenta tipo CRL-0.

También se podrá emplear una emulsión catiónica de rotura lenta tipo CRL-1 la cual, para su aplicación, deberá diluirse en agua hasta que tenga una concentración aproximada de cuarenta por ciento (40%).

**420.3 Equipo.** Para los trabajos de imprimación se requieren elementos mecánicos de limpieza y carro tanques irrigadores de agua y asfalto. El equipo para limpieza estará constituido por una barredora mecánica y/o una sopladora mecánica. La primera será del tipo rotatorio y ambas serán operadas mediante empuje o arrastre con tractor. Como equipo adicional podrán utilizarse compresores, escobas, y demás implementos que el Interventor autorice.

#### **420.4 Ejecución de los trabajos**

**420.4.1 Preparación de la superficie existente.** En caso de que sobre la superficie por imprimir se observen fallas o imperfecciones, el Constructor procederá a corregirlas a entera satisfacción del Interventor. La superficie que ha de recibir la imprimación se limpiará cuidadosamente de polvo, barro seco, suciedad y cualquier material suelto que pueda ser perjudicial, utilizando el equipo de limpieza aprobado. En lugares inaccesibles a los equipos mecánicos, se permitirá el uso de escobas manuales.

**420.4.2 Aplicación del ligante bituminoso.** La superficie deberá ser humedecida, sin llegar a la saturación, previamente al riego de imprimación. La aplicación del ligante se hará de manera uniforme, tanto longitudinal como transversalmente, evitando la duplicación en las juntas transversales, para lo cual se colocarán tiras de papel u otro material adecuado en las zonas de iniciación o terminación del trabajo, de manera que el riego comience y termine sobre éstas.

**420.5 Medida.** La unidad de medida será el metro cuadrado ( $m^2$ ), aproximado al entero, de todo trabajo ejecutado a satisfacción del Interventor, de acuerdo por lo exigido con la especificación respectiva.

El área se determinará multiplicando la longitud real, medida a lo largo del eje del trabajo, por el ancho especificado en los planos u ordenado por el Interventor.

**420.6 Forma de pago.** El pago se hará al respectivo precio unitario del contrato, por metro cuadrado, para toda obra ejecutada de acuerdo con la respectiva especificación y aceptada a satisfacción por el Interventor.

La preparación de la superficie existente, salvo el barrido y soplado, se considera incluida en el ítem referente a la ejecución de la capa a la cual corresponde dicha superficie.

#### **ITEM DE PAGO**

420 Imprimación

Metro cuadrado (m<sup>2</sup>)

#### **450. MEZCLA DENSA EN CALIENTE (CONCRETO ASFALTICO)**

**450.1 Descripción.** Este trabajo consiste en la elaboración, transporte, colocación y compactación, de una o más capas de mezcla asfáltica de tipo denso, preparada en caliente, de acuerdo con esta especificación y de conformidad con los alineamientos, cotas, secciones y espesores indicados en los planos.

#### **450.2 Materiales**

**450.2.1 Agregados pétreos y llenante mineral.** Los agregados pétreos y el llenante mineral para la elaboración de mezclas densas en caliente (concreto asfáltico) deberán satisfacer los requisitos de calidad impuestos para ellos en la

norma respectiva. El conjunto de agregado grueso, agregado fino y llenante mineral deberá ajustarse a alguna de las siguientes gradaciones:

TAMIZ		PORCENTAJE QUE PASA		
Normal	Alternativo	MDC-1	MDC-2	MDC-3
25.0 mm	1"	100	-	-
19.0 mm	3/4"	80-100	100	-
12.5 mm	1/2"	67-85	80-100	-
9.5 mm	3/8"	60-77	70-88	100
4.75 mm	No.4	43-54	51-68	65-87
2.00 mm	No.10	29-45	38-52	43-61
425 µm	No.40	14-25	17-28	16-29
180 µm	No.80	8-17	8-17	9-19
75 µm	No.200	4-8	4-8	5-10

En la construcción de bases asfálticas y bacheos, se empleará la gradación MDC-1. Para capas de rodadura, se empleará la gradación MDC-3, si el espesor compacto no supera tres centímetros (3 cm) y la MDC-2 para espesores superiores. Para espesores mayores de cinco centímetros (5 cm), podrá emplearse también la gradación MDC-1.

**450.2.2 Material bituminoso.** El material bituminoso para elaborar la mezcla densa en caliente será cemento asfáltico del grado de penetración que corresponda, de acuerdo a las respectivas normas.

**450.3 Equipo.** En relación con el detalle del equipo necesario para la ejecución de los trabajos, se tendrá en cuenta lo que se indica a continuación.

**450.3.1 Equipo para el transporte.** Tanto los agregados como las mezclas se transportarán en volquetas debidamente acondicionadas para tal fin. La forma y altura del platón será tal, que durante el vertido en la terminadora, la volqueta sólo toque a ésta a través de los rodillos previstos para ello. Las volquetas deberán estar siempre provistas de una lona o cobertor adecuado, debidamente asegurado, tanto para proteger los materiales que transporta, como para prevenir emisiones contaminantes.

**450.3.2 Equipo para la extensión de la mezcla.** La extensión y terminación de concretos asfálticos producidos en planta se hará con pavimentadoras autopropulsadas.

**450.3.3 Equipo de compactación.** Se deberán utilizar compactadores autopropulsados de cilindros metálicos, estáticos o vibratorios, triciclos o tándem, de neumáticos o mixtos. El equipo de compactación será aprobado por el Interventor, a la vista de los resultados obtenidos en la fase de experimentación. Todos los compactadores deberán ser autopropulsados y estar dotados de inversores de marcha suaves; además, estarán dotados de dispositivos para la limpieza de las llantas o neumáticos durante la compactación y para mantenerlos húmedos en caso necesario.

**450.3.4 Equipo accesorio.** Estará constituido por elementos para limpieza, preferiblemente barredora o sopladora mecánica. Así mismo, se requieren herramientas menores para efectuar correcciones localizadas durante la extensión de la mezcla.

#### **450.4 Ejecución de los trabajos**

**450.4.1 Preparación de la superficie existente.** La mezcla no se extenderá hasta que se compruebe que la superficie sobre la cual se va a colocar tenga la

densidad apropiada y las cotas indicadas en los planos o definidas por el Interventor. Todas las irregularidades que excedan de las tolerancias establecidas en la especificación respectiva, deberán ser corregidas de acuerdo con lo establecido en ella.

**450.4.2 Transporte de la mezcla.** La mezcla se transportará a la obra en volquetas hasta una hora de día en que las operaciones de extensión y compactación se puedan realizar correctamente con luz solar. Sólo se permitirá el trabajo en horas de la noche si, a juicio del Interventor, existe una iluminación artificial que permita la extensión y compactación de manera adecuada.

Durante el transporte de la mezcla deberán tomarse las precauciones necesarias para que al descargarla sobre la máquina pavimentadora, su temperatura no sea inferior a la mínima que se determine como aceptable durante la fase de experimentación.

**450.4.3 Extensión de la mezcla.** La mezcla se extenderá con la máquina pavimentadora, de modo que se cumplan los alineamientos, anchos y espesores señalados en los planos o determinados por el Interventor.

A menos que se ordene otra cosa, la extensión comenzará a partir del borde de la calzada en las zonas por pavimentar con sección bombeada, o en el lado inferior en las secciones peraltadas. La mezcla se colocará en franjas del ancho apropiado para realizar el menor número de juntas longitudinales, y para conseguir la mayor continuidad de las operaciones de extendido, teniendo en cuenta el ancho de la sección, las necesidades del tránsito, las características de la pavimentadora y la producción de la planta.

La colocación de la mezcla se realizará con la mayor continuidad posible, verificando que la pavimentadora deje la superficie a las cotas previstas con el objeto de no tener que corregir la capa extendida. En caso de trabajo intermitente,

se comprobará que la temperatura de la mezcla que quede sin extender en la tolva o bajo la pavimentadora no baje de la especificada; de lo contrario, deberá ejecutarse una junta transversal. Tras la pavimentadora se deberá disponer un número suficiente de obreros especializados, agregando mezcla caliente y enrasándola, según se precise, con el fin de obtener una capa que, una vez compactada, se ajuste enteramente a las condiciones impuestas en esta especificación.

**450.4.4 Compactación de la mezcla.** La compactación deberá comenzar, una vez extendida la mezcla, a la temperatura más alta posible con que ella pueda soportar la carga a que se somete sin que se produzcan agrietamientos o desplazamientos indebidos.

La compactación deberá empezar por los bordes y avanzar gradualmente hacia el centro, excepto en las curvas peraltadas en donde el cilindrado avanzará del borde inferior al superior, paralelamente al eje de la vía y traslapando a cada paso en la forma aprobada por el Interventor, hasta que la superficie total haya sido compactada. Los rodillos deberán llevar su llanta motriz del lado cercano a la pavimentadora, excepto en los casos que autorice el Interventor, y sus cambios de dirección se harán sobre la mezcla ya compactada.

## **450.5 Condiciones para el recibo de los trabajos**

**450.5.1 Calidad del producto terminado.** La capa terminada deberá presentar una superficie uniforme y ajustarse a las rasantes y pendientes establecidas. La distancia entre el eje del proyecto y el borde de la capa que se esté construyendo, no podrá ser menor que la señalada en los planos o la determinada por el Interventor. La cota de cualquier punto de la mezcla densa compactada en capas de base o rodadura, no deberá variar en más de diez milímetros (10 mm) de la proyectada.

**450.6 Medida.** La unidad de medida será el metro cúbico ( $m^3$ ), aproximado al décimo de metro cúbico, de mezcla suministrada y compactada en obra a satisfacción del Interventor, de acuerdo con lo exigido por la especificación respectiva. El volumen se determinará multiplicando la longitud real, medida a lo largo del eje del trabajo, por el ancho y espesor especificados en los planos.

**450.7 Forma de pago.** El pago se hará al respectivo precio unitario del contrato, por metro cúbico, para toda obra ejecutada de acuerdo con la respectiva especificación y aceptada a satisfacción por el Interventor.

#### **ITEM DE PAGO**

450.1 Mezcla densa en caliente tipo MDC-1	Metro cúbico ( $m^3$ )
450.2 Mezcla densa en caliente tipo MDC-2	Metro cúbico ( $m^3$ )
450.3 Mezcla densa en caliente tipo MDC-3	Metro cúbico ( $m^3$ )
450.4 Mezcla densa en caliente para bacheo	Metro cúbico ( $m^3$ )

#### **600. EXCAVACIONES VARIAS**

##### **600.1 Descripción**

**600.1.1 Generalidades.** Este trabajo consiste en la excavación necesaria para las fundaciones de las estructuras a que se refiere el presente Artículo, de acuerdo con los alineamientos, pendientes y cotas indicadas en los planos u ordenados por el Interventor.

**600.2 Materiales.** Los materiales provenientes de las excavaciones varias que sean adecuados y necesarios para la ejecución de rellenos, deberán ser almacenados por el Constructor para aprovecharlos en la construcción de los rellenos, según lo determine el Interventor.

**600.3 Equipo.** El Constructor propondrá, para consideración del Interventor, los equipos más apropiados para las operaciones por realizar, los cuales no deberán producir daños innecesarios en vecindades o en la zona de los trabajos; y deberán garantizar el avance físico según el programa de trabajo, permitiendo el correcto desarrollo de las etapas constructivas siguientes.

#### **600.4 Ejecución de los trabajos**

**600.4.1 Generalidades.** Las excavaciones se deberán adelantar de acuerdo con los planos de construcción.

**600.4.2 Excavaciones para alcantarillas.** Las excavaciones para alcantarillas se deberán efectuar de conformidad con el alineamiento, dimensiones, pendientes y detalles mostrados en los planos y las instrucciones del Interventor. Cuando se vaya a colocar una alcantarilla por debajo de la línea del terreno original, se deberá excavar una zanja a la profundidad requerida, conformándose el fondo de la misma de manera que asegure un lecho firme en toda la longitud de la alcantarilla. El ancho de dicha zanja deberá ser el mínimo que permita trabajar a ambos lados de la alcantarilla y compactar debidamente el relleno debajo y alrededor de ella. Las paredes de la zanja deberán quedar lo más verticales que sea posible, desde la cimentación hasta por lo menos la clave de la alcantarilla.

**600.4.3 Excavaciones para filtros.** Las excavaciones para la construcción de filtros se deberán efectuar hasta la profundidad que se requiera y de conformidad con las dimensiones, pendientes y detalles que indiquen los planos del proyecto o

determine el Interventor. Las paredes de las excavaciones deberán ser verticales y su fondo deberá ser conformado, a efecto de que quede una superficie firme y uniforme en toda su longitud.

**600.5 Medida.** La unidad de medida de las excavaciones varias será el metro cubico ( $m^3$ ), aproximado al metro cúbico completo, de material excavado en su posición original, determinado dentro y hasta las líneas de pago indicadas en los planos y en esta especificación o autorizadas por el Interventor. En excavaciones para estructuras, alcantarillas y filtros, toda medida se hará con base en caras verticales a partir de los bordes autorizados de la excavación.

**600.6 Forma de pago.** El trabajo de excavaciones varias se pagará al precio unitario de contrato, por toda obra ejecutada de acuerdo con el proyecto, la presente especificación y las instrucciones del Interventor, para la respectiva clase de excavación, ejecutada satisfactoriamente y aceptada por éste. En el caso de que los trabajos afecten una vía en la cual exista tránsito automotor, el precio unitario deberá incluir, además, los costos de señalización preventiva de la vía y el control del tránsito durante la ejecución de los trabajos.

## ITEM DE PAGO

### Alternativa I

600.1 Excavaciones varias sin clasificar Metro cúbico ( $m^3$ )

### Alternativa II

600.4 Excavaciones varias en material común en seco Metro cúbico ( $m^3$ )

## 610. RELLENOS PARA ESTRUCTURAS

### 610.1 Descripción

**610.1.1 Generalidades.** Este trabajo consiste en la colocación en capas, humedecimiento o secamiento, conformación y compactación de los materiales adecuados provenientes de la misma excavación, de los cortes o de otras fuentes, para rellenos a lo largo de estructuras de concreto y alcantarillas, previa la ejecución de las obras de drenaje y subdrenaje contempladas en el proyecto.

**610.1.2 Partes de los rellenos.** En los rellenos para estructuras se distinguirán las mismas partes que en los terraplenes.

**610.2 Materiales.** Se utilizarán los mismos materiales que en las partes correspondientes de los terraplenes. Para la construcción de las capas filtrantes, el material granular deberá cumplir con alguna de las granulometrías que se indican a continuación. El material deberá satisfacer, además, los requisitos de calidad establecidos para subbase granular.

TAMIZ		PORCENTAJE QUE PASA		
Normal	Alterno	RE-1	RE-2	RE-3
150 mm	6"	100	-	-
100 mm	4"	90 - 100	-	-
75 mm	3"	80 - 100	100	-
50 mm	2"	70 - 95	-	100
25.0 mm	1"	60 - 80	91 - 97	70 - 90
12.5 mm	1/2"	40 - 70	-	55 - 80
9.5 mm	3/8"	-	79 - 90	-
4.75 mm	N°4	10 - 20	66 - 80	35 - 65

2.00 mm	N° 10	0	-	25 - 50
6.00 $\mu$ m	N° 30	-	0 - 40	15 - 30
150 $\mu$ m	N° 100	-	0 - 8	0 - 3
75 $\mu$ m	N° 200	-	-	0 - 2

**610.3 Equipo.** Los equipos de extensión, humedecimiento y compactación de los rellenos para estructuras deberán ser los apropiados para garantizar la ejecución de los trabajos de acuerdo con los exigencias del presente Artículo.

#### **610.4 Ejecución de los trabajos**

**610.4.1 Generalidades.** Antes de iniciar los trabajos, las obras de concreto o alcantarillas contra las cuales se colocarán los rellenos, deberán contar con la aprobación del Interventor.

Cuando el relleno se vaya a colocar contra una estructura de concreto, sólo se permitirá su colocación después de catorce (14) días de fundido el concreto o hasta que la resistencia de éste alcance el doble del valor del esfuerzo de trabajo impuesto por la carga diseño.

Los rellenos estructurales para alcantarillas de tubería podrán ser iniciados inmediatamente después de que el mortero de la junta haya endurecido lo suficiente para que no sufra ningún daño a causa de estos trabajos.

**610.4.2 Preparación de la superficie base de los rellenos.** El terreno base del relleno deberá estar libre de vegetación, tierra orgánica, materiales de desecho de construcción u otros materiales objetables.

**610.4.3 Extensión y compactación del material.** Los materiales de relleno se extenderán en capas sensiblemente horizontales y de espesor uniforme, el cual

deberá ser lo suficientemente reducido para que, con los medios disponibles, se obtenga el grado de compactación exigido.

La construcción de los rellenos se deberá hacer con el cuidado necesario para evitar presiones y daños a la estructura.

**610.4.4 Capas filtrantes.** Cuando se contemple la colocación de capas filtrantes detrás de estribos, muros y otras obras de arte, ellas se deberán colocar y compactar antes o simultáneamente con los demás materiales de relleno, tomando la precaución de que éstos no contaminen a aquellos.

**610.5 Medida.** La unidad de medida para los volúmenes de rellenos y capas filtrantes será el metro cúbico ( $m^3$ ), aproximado al metro cúbico completo, de material compactado, aceptado por el Interventor, en su posición final. Los volúmenes serán determinados por el método de áreas promedias de secciones transversales del proyecto localizado, en su posición final, verificadas por el Interventor antes y después de ser ejecutados los trabajos

**610.6 Forma de pago.** El trabajo de rellenos para estructuras se pagará al precio unitario del contrato, por toda obra ejecutada satisfactoriamente de acuerdo con la presente especificación y aceptada por el Interventor. Todo relleno con material filtrante se pagará al respectivo precio unitario del contrato, por toda obra ejecutada satisfactoriamente y aceptada por el Interventor.

#### ITEM DE PAGO

610.1 Rellenos para estructuras	Metro cúbico ( $m^3$ )
610.2 Material filtrante	Metro cúbico ( $m^3$ )

## **630. CONCRETO**

**630.1 Descripción.** Este trabajo consiste en el suministro de materiales, fabricación, transporte, colocación, vibrado, curado y acabados de los concretos de cemento Pórtland, utilizados para la construcción de estructuras de drenaje, muros de contención y estructuras en general, de acuerdo con los planos del proyecto.

### **630.2 Materiales**

**630.2.1 Cemento.** El cemento utilizado será Pórtland, de marca aprobada oficialmente, el cual deberá cumplir lo especificado en la norma AASHTO M85. Si los documentos del proyecto o una especificación particular no señalan algo diferente, se empleará el denominado Tipo I.

#### **630.2.2 Agregados**

**630.2.2.1 Agregado fino.** Se considera como tal, a la fracción que pase el tamiz de 4.75 mm (No.4). Provenirá de arenas naturales o de la trituración de rocas, gravas, escorias siderúrgicas u otro producto que resulte adecuado a juicio del Interventor. El agregado fino deberá cumplir con los siguientes requisitos:

**Granulometría.** La curva granulométrica del agregado fino deberá encontrarse dentro de los límites que se señalan a continuación:

TAMIZ		PORCENTAJE QUE PASA
Normal	Alternativo	
9.5 mm	3/8"	100
4.75 mm	No.4	95-100
2.36 mm	No.8	80-100
1.18 mm	No.16	50-85
600 μm	No.30	25-60
300 μm	No.50	10-30
150 μm	No.100	2-10

**630.2.2.2 Agregado grueso.** Se considera como tal, al material granular que quede retenido en el tamiz 4.75 mm (No.4). Será grava natural o provendrá de la trituración de roca, grava u otro producto cuyo empleo resulte satisfactorio, a juicio del Interventor.

Los requisitos que debe cumplir el agregado grueso son los siguientes:

**Granulometría.** La gradación del agregado grueso deberá satisfacer una de las siguientes franjas, según se especifique en los documentos del proyecto o apruebe el Interventor con base en el tamaño máximo de agregado a usar, de acuerdo a la estructura de que se trate, la separación del refuerzo y la clase de concreto especificado.

TAMIZ		PORCENTAJE QUE PASA						
Normal	Alterno	AG-1	AG-2	AG-3	AG-4	AG-5	AG-6	AG-7
63 mm	2,5 "	-	-	-	-	100	-	100
50 mm	2 "	-	-	-	100	95-100	100	95-100
37.5mm	1 1/2 "	-	-	100	95-100	-	90-100	35-70
25.0mm	1 "	-	100	95-100	-	35-70	20-55	0-15
19.0mm	3/4 "	100	95-100	-	35-70	-	0-15	-
12.5mm	1/2 "	90-100	-	25-60	-	10-30	-	0-5
9.5 mm	3/8 "	40-70	20-55	-	10-30	-	0-5	-
4.75mm	No.4	0-15	0-10	0-10	0-5	0-5	-	-
2.36mm	No.8	0-5	0-5	0-5	-	-	-	-

La curva granulométrica obtenida al mezclar los agregados grueso y fino en el diseño y construcción del concreto, deberá ser continua y asemejarse a las teóricas obtenidas al aplicar las fórmulas de Fuller o Bolomey.

**630.2.3 Agua.** El agua por emplear en las mezclas de concreto deberá estar limpia y libre de impurezas perjudiciales, tales como aceite, ácidos, álcalis y materia orgánica. Se puede usar agua potable sin necesidad de pruebas previas.

**630.2.4 Aditivos.** Se podrán usar aditivos de reconocida calidad, para modificar las propiedades del concreto, con el fin de que sea más adecuado para las condiciones particulares de la estructura por construir. Su empleo deberá definirse por medio de ensayos efectuados con antelación a la obra, con dosificaciones que garanticen el efecto deseado, sin perturbar las propiedades restantes de la mezcla, ni representar riesgos para la armadura que tenga la estructura.

**630.2.5 Clases de concreto.** Para su empleo en las distintas clases de obra y de acuerdo con su resistencia mínima a la compresión, determinada según la norma INV E-410, se establecen las siguientes clases de concreto:

Clase	Resistencia mínima a la compresión a 28 días (kg/cm <sup>2</sup> )		
<b>Concreto pre-tensado y post-tensado</b>			
A	350		
B	320		
<b>Concreto reforzado</b>			
C	280		
D	210		
E	175		
<b>Concreto simple</b>			
F	140		
Concreto ciclópeo	G	140	Se compone de concreto simple Clase F y agregado ciclópeo, en proporción de 40% del volumen total, como máximo.

**630.3 Equipo.** Los principales elementos requeridos para la elaboración de concretos y la construcción de estructuras con dicho material, son los siguientes:

**630.3.1 Equipo para la elaboración de agregados y la fabricación del concreto.** Se permite el empleo de mezcladoras estacionarias en el lugar de la obra, cuya capacidad no deberá exceder de tres metros cúbicos (3 m<sup>3</sup>). La mezcla manual sólo se podrá efectuar, previa autorización del Interventor, para

estructuras pequeñas de muy baja resistencia o en casos de emergencia que requieran un reducido volumen de concreto. En tal caso, las cochadas no podrán ser mayores de un cuarto de metro cúbico (0.25 m<sup>3</sup>).

**630.3.2 Formaleta y obra falsa.** El Constructor deberá suministrar e instalar todas las formaletas necesarias para confinar y dar forma al concreto, de acuerdo con las líneas mostradas en los planos u ordenadas por el Interventor. Las formaletas podrán ser de madera o metálicas y se deberán poder ensamblar firmemente y tener la resistencia suficiente para contener la mezcla de concreto, sin que se formen combas entre los soportes u otras desviaciones de las líneas y contornos que muestran los planos, ni se pueda escapar el mortero.

**630.3.3 Elementos para la colocación del concreto.** El Constructor deberá disponer de los medios de colocación del concreto que permitan una buena regulación de la cantidad de mezcla depositada, para evitar salpicaduras, segregación y choques contra las formaletas o el refuerzo.

**630.3.4 Vibradores.** Los vibradores para compactación del concreto deberán ser de tipo interno, y deberán operar a una frecuencia no menor de seis mil (6.000) ciclos por minuto y ser de una intensidad suficiente para producir la plasticidad y adecuada consolidación del concreto, pero sin llegar a causar la segregación de los materiales.

**630.3.5 Equipos varios.** El Constructor deberá disponer de elementos para usos varios, entre ellos los necesarios para la ejecución de juntas, la corrección superficial del concreto terminado, la aplicación de productos de curado, equipos para limpieza, etc.

**630.4 Ejecución de los trabajos.** La consistencia del concreto se deberá encontrar dentro de los siguientes límites, al medirla según norma de ensayo INV E-404.

Tipo de trabajo (cm)	Asentamiento nominal (cm)	Asentamiento máximo
Elementos contruidos con formaletas		
Secciones de más de 30 cm de espesor	1-3	5
Secciones de 30 cms de espesor o menos	1-4	5
Pilas fundidas en sitio	5-8	9
Concreto colocado bajo agua	5-8	9

Tabla 630.1 Resistencia promedio requerida

RESISTENCIA ESPECIFICADA A LA COMPRESION, $f'c$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA PROMEDIO REQUERI-DA A LA COMPRESION, (Kg/cm <sup>2</sup> )
< 210	$f'c + 70$
210 - 350	$f'c + 85$
> 350	$f'c + 100$

#### 630.4.2 Fabricación de la mezcla

**630.4.2.1 Almacenamiento de los agregados.** Cada tipo de agregado se acopiará por pilas separadas, las cuales se deberán mantener libres de tierra o de elementos extraños y dispuestas de tal forma, que se evite al máximo la segregación de los agregados.

**630.4.2.2 Elaboración de la mezcla.** Salvo indicación en contrario del Interventor, la mezcladora se cargará primero con una parte no superior a la mitad (1/2) del agua requerida para la cochada; a continuación se añadirán simultáneamente el agregado fino y el cemento y, posteriormente, el agregado grueso, completándose luego la dosificación de agua durante un lapso que no deberá ser inferior a cinco segundos (5 s), ni superior a la tercera parte (1/3) del tiempo total de mezclado, contado a partir del instante de introducir el cemento y los agregados.

Como norma general, los aditivos se añadirán a la mezcla disueltos en una parte del agua de mezclado.

Antes de cargar nuevamente la mezcladora, se vaciará totalmente su contenido. En ningún caso, se permitirá el remezclado de concretos que hayan fraguado parcialmente, aunque se añadan nuevas cantidades de cemento, agregados y agua.

**630.4.3 Colocación del concreto.** Esta operación se deberá efectuar en presencia del Interventor, salvo en determinados sitios específicos autorizados previamente por éste. El concreto no se podrá colocar en instantes de lluvia, a no ser que el Constructor suministre cubiertas que, a juicio del Interventor, sean adecuadas para proteger el concreto desde su colocación hasta su fraguado.

En todos los casos, el concreto se deberá depositar lo más cerca posible de su posición final y no se deberá hacer fluir por medio de vibradores. Los métodos utilizados para la colocación del concreto deberán permitir una buena regulación de la mezcla depositada, evitando su caída con demasiada presión o chocando contra las formaletas o el refuerzo. Por ningún motivo se permitirá la caída libre del concreto desde alturas superiores a uno y medio metros (1.50 m).

**630.4.4 Vibración.** El concreto colocado se deberá consolidar mediante vibración, hasta obtener la mayor densidad posible, de manera que quede libre de

cavidades producidas por partículas de agregado grueso y burbujas de aire, y que cubra totalmente las superficies de los encofrados y los materiales embebidos. Durante la consolidación, el vibrador se deberá operar a intervalos regulares y frecuentes, en posición casi vertical y con su cabeza sumergida profundamente dentro de la mezcla.

**630.4.5 Remoción de las formaletas y de la obra falsa.** El tiempo de remoción de formaletas y obra falsa está condicionado por el tipo y localización de la estructura, el curado, el clima y otros factores que afecten el endurecimiento del concreto. Si las operaciones de campo no están controladas por pruebas de laboratorio, el siguiente cuadro puede ser empleado como guía para el tiempo mínimo requerido antes de la remoción de formaletas y soportes:

Estructuras para arcos	14 días
Estructuras bajo vigas	14 días
Soportes bajo losas planas	14 días
Losas de piso	14 días
Placa superior en alcantarillas de cajón	14 días
Superficies de muros verticales	48 horas
Columnas	48 horas
Lados de vigas y todas las demás partes	24 horas

#### **630.4.6 Curado**

**630.4.6.1 Generalidades.** Durante el primer período de endurecimiento, se someterá el hormigón a un proceso de curado que se prolongará a lo largo del plazo prefijado por el Interventor, según el tipo de cemento utilizado y las condiciones climáticas del lugar. En general, los tratamientos de curado se deberán mantener por un período no menor de catorce (14) días después de terminada la colocación de la mezcla de concreto; en algunas estructuras no

masivas, este período podrá ser disminuido, pero en ningún caso será menor de siete (7) días.

**630.4.6.2 Curado con agua.** El concreto deberá permanecer húmedo en toda la superficie y de manera continua, cubriéndolo con tejidos de fique o algodón saturados de agua, o por medio de rociadores, mangueras o tuberías perforadas, o por cualquier otro método que garantice los mismos resultados. No se permitirá el humedecimiento periódico; éste debe ser continuo. El agua que se utilice para el curado deberá cumplir los mismos requisitos del agua para la mezcla.

**630.5 Medida.** La unidad de medida será el metro cúbico (  $m^3$  ), aproximado al décimo de metro cúbico, de mezcla de concreto realmente suministrada, colocada y consolidada en obra, debidamente aceptada por el Interventor. El volumen se determinará multiplicando la longitud horizontal, medida a lo largo de la estructura, por el ancho y espesor especificados en los planos o modificados por el Interventor.

**630.6 Forma de pago.** El pago se hará al precio unitario del contrato por toda obra ejecutada de acuerdo con esta especificación y aceptada a satisfacción por el Interventor. El precio unitario deberá incluir, también, el diseño y elaboración de las mezclas de concreto, su cargue, transporte al sitio de la obra, colocación, vibrado, curado del concreto terminado, ejecución de juntas, acabado, reparación de desperfectos, limpieza final de la zona de las obras y, en general, todo costo relacionado con la correcta ejecución de los trabajos especificados

#### ITEM DE PAGO

630.1 Concreto Clase A	Metro cúbico ( $m^3$ )
630.2 Concreto Clase B	Metro cúbico ( $m^3$ )

630.3 Concreto Clase C	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )
630.4 Concreto Clase D	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )
630.5 Concreto Clase E	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )
630.6 Concreto Clase F	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )
630.7 Concreto Clase G	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )

## **661. TUBERÍA DE CONCRETO REFORZADO**

**661.1 Descripción.** Este trabajo consiste en el suministro, transporte, almacenamiento, manejo y colocación de tubería de concreto reforzado, con los diámetros, armaduras, alineamientos, cotas y pendientes mostrados en los planos u ordenados por el Interventor; comprende, además, el suministro de los materiales para las juntas y su colocación; las conexiones a cabezales u obras existentes o nuevas, y la remoción y disposición de los materiales sobrantes.

### **661.2 Materiales**

**661.2.1 Tubería.** La tubería que suministre el Constructor deberá cumplir los requisitos de materiales, diseño y manufactura establecidos en la especificación AASHTO M-170M. La clase de tubería y su diámetro interno, se deberán indicar en los planos del proyecto. Los extremos de los tubos y el diseño de las juntas deberán ser tales, que se garantice un encaje adecuado entre secciones continuas, de manera de formar un conducto continuo, libre de irregularidades en la línea de flujo. El concreto deberá ser de la clase C definida en el Artículo 630.

**661.2.2 Sello para juntas.** Las juntas para las uniones de los tubos se sellarán mortero, éste deberá ser una mezcla volumétrica de una (1) parte de cemento Portland y tres (3) de arena aprobada, con el agua necesaria para obtener una mezcla seca pero trabajable.

**661.3 Equipo.** Se requieren, principalmente, elementos para la producción de agregados pétreos y fabricación y curado de la mezcla de concreto, conforme se indica en el numeral 660.3 del Artículo 660 de las presentes especificaciones; moldes para la fabricación de los tubos y equipos para su transporte y colocación en el sitio de las obras, así como herramientas adecuadas para la correcta colocación del refuerzo.

#### **661.4 Ejecución de los trabajos**

**661.4.1 Preparación del terreno base.** Cuando la tubería se vaya a colocar en una zanja excavada, el ancho de ésta deberá ser igual al diámetro exterior de los tubos más sesenta centímetros (60 cm), salvo que los planos indiquen un valor diferente.

**661.4.2 Solado.** Sobre el terreno natural o el relleno preparado se colocará una capa o solado de concreto simple clase F de 2000 psi, de diez centímetros (10) de espesor, y un ancho igual al diámetro exterior de la tubería más sesenta centímetros (60 cm).

**661.4.3 Colocación de la tubería.** La tubería se colocará sobre el relleno de material granular conformado y terminado, comenzando en el extremo de descarga, con el extremo de la ranura colocado en la dirección del nivel ascendente y con todo el fondo de la tubería ajustado con los alineamientos, las cotas y la posición que indiquen los planos.

**661.4.4 Atraque.** Una vez colocada y asentada la tubería sobre el lecho de concreto simple, éste se deberá aumentar en capas a los lados de la tubería y hacia arriba, hasta una altura no menor a un sexto ( $1/6$ ) del diámetro exterior de ella.

**661.4.5 Relleno.** El relleno posterior a lo largo de la tubería satisfactoriamente colocada, se hará de acuerdo con lo especificado en el Artículo “Rellenos para estructuras”.

**661.5 Condiciones para el recibo de los trabajos.** El Interventor se abstendrá de aceptar el empleo de tubos que presenten:

- Fracturas o grietas que atraviesen la pared, excepto una grieta en el extremo que no exceda el espesor de la junta.
- Defectos que indiquen dosificación, mezcla o moldeo inadecuados.
- Defectos superficiales tales como hormigueros o textura abierta.
- Extremos dañados que impidan la construcción de juntas aceptable.

**661.6 Medida.** La unidad de medida será el metro lineal (m), aproximado al decímetro, de tubería de concreto reforzado suministrada y colocada de acuerdo con los planos, esta especificación y las indicaciones del Interventor, a plena satisfacción de éste.

La medida se hará entre las caras exteriores de los extremos de la tubería o los cabezales, según el caso, a lo largo del eje longitudinal y siguiendo la pendiente de la tubería.

**661.7 Forma de pago.** El pago se hará al precio unitario del contrato, según el diámetro interno de la tubería, por toda obra ejecutada de acuerdo con esta especificación y aceptada a satisfacción por el Interventor. El precio unitario deberá cubrir todos los costos por concepto del suministro de los materiales requeridos para construir los tubos, incluido el acero de refuerzo, la elaboración y curado de los tubos, su transporte y correcta colocación; el suministro de los materiales requeridos para las juntas y la elaboración de éstas; el suministro, colocación y compactación de los materiales granulares requeridos para el solado y el atraque; las conexiones de cabezales, cajas de entrada y aletas; la

señalización preventiva de la vía y el ordenamiento del tránsito automotor durante la ejecución de las obras; la limpieza de la zona de los trabajos; el transporte y disposición de los materiales sobrantes y, en general, todos los costos relacionados con la correcta ejecución de los trabajos especificados.

### ITEM DE PAGO

661 Tubería de concreto reforzado de 900 mm diámetro interior	Metro lineal (m)
--	------------------

### 671. CUNETAS REVESTIDAS EN CONCRETO

**671.1 Descripción.** Este trabajo consiste en el acondicionamiento y el recubrimiento con concreto de las cunetas del proyecto de acuerdo con las formas y dimensiones y en los sitios señalados en los planos o determinados por el Interventor.

#### 671.2 Materiales

**671.2.1 Concreto.** El concreto será de clase F, según lo especificado en el Artículo 8.15 "Concreto".

**671.2.2 Material de relleno para el acondicionamiento de la superficie.** Todos los materiales de relleno requeridos para el acondicionamiento de las cunetas, serán seleccionados de los cortes adyacentes o de las fuentes de materiales, según lo determine el Interventor.

**671.2.3 Sellante para juntas.** Para el sello de las juntas se empleará material asfáltico o premoldeado, cuyas características se establecen en las especificaciones AASHTO M-89, M-33, M-153 y M-30.

**671.3 Equipo.** Al respecto, es aplicable todo lo que resulta pertinente del numeral 630.3. En caso de que el acondicionamiento de la superficie se efectúe con cargo al presente Artículo, se deberá disponer de elementos para su conformación, para la excavación, cargue y transporte de los materiales, así como equipos manuales de compactación.

#### **671.4 Ejecución de los trabajos**

**671.4.1 Acondicionamiento de la cuneta en tierra.** El Constructor deberá acondicionar la cuneta en tierra, de acuerdo con las secciones, pendientes transversales y cotas indicadas en los planos o establecidas por el Interventor.

Los procedimientos requeridos para cumplir con esta actividad podrán incluir la excavación, cargue, transporte y disposición en sitios aprobados de los materiales no utilizables, así como la conformación de los utilizables y el suministro, colocación y compactación de los materiales de relleno que se requieran, a juicio del Interventor, para obtener la sección típica prevista.

**671.4.2 Colocación de formaletas.** Acondionadas las cunetas en tierra, el Constructor instalará las formaletas de manera de garantizar que las cunetas queden construidas con las secciones y espesores señalados en los planos u ordenados por el Interventor.

**671.4.3 Elaboración del concreto.** El Constructor deberá obtener los materiales y diseñar la mezcla de concreto, elaborarla con la resistencia exigida, transportarla y entregarla, conforme se establece en el numeral 630.4.

**671.4.4 Construcción de la cuneta.** Previo el retiro de cualquier materia extraña o suelta que se encuentre sobre la superficie de la cuneta en tierra, se procederá a colocar el concreto comenzando por el extremo inferior de la cuneta y avanzando en sentido ascendente de la misma y verificando que su espesor sea, como mínimo, el señalado en los planos.

Durante la construcción, se deberán dejar juntas a los intervalos y con la abertura que indiquen los planos u ordene el Interventor. Sus bordes serán verticales y normales, al alineamiento de la cuneta. El Interventor definirá si las juntas se han de dejar abiertas o selladas con el producto asfáltico.

El concreto deberá ser compactado y curado conforme lo establecen los apartes pertinentes del artículo 630.

El Constructor deberá nivelar cuidadosamente las superficies para que la cuneta quede con la verdadera forma y dimensiones indicadas en los planos. Las pequeñas deficiencias superficiales deberá corregirlas mediante la aplicación de un mortero de cemento de un tipo aprobado por el Interventor.

**671.5 Medida.** La unidad de medida será el metro cúbico ( $m^3$ ), aproximado al décimo de metro cúbico, de cuneta satisfactoriamente elaborada y terminada, de acuerdo con la sección transversal, cotas y alineamientos indicados en los planos o determinados por el Interventor. El volumen se determinará multiplicando el área por el espesor de construcción señalados en los planos u ordenados por el Interventor, en los tramos donde el trabajo haya sido aceptado por éste. Dentro de la medida se deberán incluir, también, los descoles y bajantes de agua revestidos en concreto, correctamente construidos.

**671.6 Forma de pago.** El pago se hará al precio unitario del contrato, por toda obra ejecutada de acuerdo con esta especificación y aceptada a satisfacción por el Interventor.

El precio unitario deberá cubrir todos los costos por concepto de explotación, suministro, transporte, colocación y compactación de los materiales de relleno necesarios para el acondicionamiento previo de la superficie; la elaboración, suministro, colocación y retiro de formaletas; el suministro de todos los materiales necesarios para elaborar la mezcla de concreto, su diseño, elaboración, descargue, transporte, entrega, colocación, vibrado y curado; la ejecución de las juntas; el suministro de materiales, elaboración y colocación del mortero requerido para las pequeñas correcciones superficiales; y, en general, todo costo relacionado con la correcta ejecución de los trabajos especificados.

### ITEM DE PAGO

671 Cunetas revestidas en concreto	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )
------------------------------------	--------------------------------

### 673. FILTROS

**673.1 Descripción.** Este trabajo se consiste en la construcción de filtros para subdrenaje, con geotextil y material filtrante, en los sitios señalados en los planos del proyecto o indicados por el Interventor.

#### 673.2 Materiales

**673.2.1 Geotextil.** Se utilizarán geotextiles compuestos por filamentos de polímeros sintéticos, no tejidos, dispuestos de manera uniforme y estable.

Deberán tener capacidad para dejar pasar el agua, pero no partículas de suelo, y presentará las siguientes características:

PROPIEDAD	NORMA DE ENSAYO INV	VALOR MINIMO
Resistencia a la tensión	E-901	360N
Resistencia al punzonamiento	E-902	110N
Resistencia al desgarre trapezoidal	E-903	110N
Espesor	E-906	2mm

Como la permeabilidad del geotextil debe ser compatible con la del suelo, su coeficiente de permeabilidad y su tamaño de abertura aparente serán los indicados en los planos del proyecto.

**673.2.2 Material filtrante.** Podrá ser natural, provenir de la trituración de piedra o roca, o ser una mezcla de ambos y estará constituido por fragmentos duros y resistentes. Deberá, además, cumplir los siguientes requisitos:

**673.2.2.1 Granulometría.** El material filtrante deberá estar constituido por partículas con tamaños comprendidos entre el tamiz de 100 mm (4") y el de 19.0 mm (3/4"). No se requiere ninguna gradación especial, permitiéndose el uso de fragmentos de un solo tamaño.

**673.2.2.2 Resistencia a la abrasión.** Medido en la máquina de Los Angeles, según la norma de ensayo INV E-219, el desgaste no podrá ser mayor de cuarenta por ciento (40%).

**673.3 Equipo.** Se deberá disponer de los equipos necesarios para colocar el geotextil y para explotar, procesar, cargar, transportar y colocar el material filtrante. También, para colocar y compactar el suelo impermeable que sellará el filtro.

#### **673.4 Ejecución de los trabajos**

**673.4.1 Generalidades.** El Interventor exigirá al Constructor que los trabajos se efectúen con una adecuada coordinación entre las actividades de apertura de la zanja y de construcción del filtro, de manera que aquella quede expuesta el menor tiempo posible y que las molestias a los usuarios sean mínimas.

Será de responsabilidad del Constructor, la colocación de elementos de señalización preventiva en la zona de los trabajos, la cual deberá ser visible durante las veinticuatro (24) horas del día. El diseño de la señalización requerirá la aprobación del Interventor.

**673.4.2 Preparación del terreno.** La construcción del filtro sólo será autorizada por el Interventor, cuando la excavación haya sido terminada de acuerdo con las dimensiones, pendientes y rasantes indicadas en los planos del proyecto u ordenadas por el Interventor. La excavación se deberá ejecutar de acuerdo con lo indicado en el Artículo 600, "Excavaciones Varias", de estas especificaciones.

**673.4.3 Colocación del geotextil.** El geotextil se deberá colocar cubriendo totalmente el perímetro de la zanja, acomodándolo lo más ajustado posible a la parte inferior y a las paredes laterales de ésta y dejando por encima la cantidad de tela necesaria para que, una vez se acomode el material filtrante, se cubra en su totalidad, con un traslapo de treinta centímetros (0.30 m). Las franjas sucesivas de geotextil se traslaparán longitudinalmente cuarenta y cinco centímetros (0.45 m).

No se permitirá que el geotextil quede expuesto, sin cubrir, por un lapso mayor de dos (2) semanas.

**673.4.4 Colocación del material filtrante.** El material filtrante, cuya explotación y elaboración se realizará conforme se indica en el aparte 500.4.1 del Artículo 500, se colocará dentro de la zanja en capas con el espesor autorizado por el Interventor y empleando un método que no dé lugar a daños en el geotextil o en las paredes de la excavación.

El relleno se llevará a cabo hasta la altura indicada en los planos o la autorizada por el Interventor.

**673.4.5 Cobertura del filtro.** Completado el relleno con material filtrante, se cubrirá con la porción excedente del geotextil y se cubrirá con material impermeable, colocado y compactado en capas sucesivas, no mayores de diez centímetros (10 cm) cada una, hasta la altura requerida en los planos u ordenada por el Interventor. Salvo que los documentos del proyecto indiquen lo contrario, se podrá emplear el mismo material proveniente de la excavación.

**673.5 Condiciones para el recibo de los trabajos.** Durante la ejecución de los trabajos, el Interventor adelantará los siguientes controles principales:

- Verificar el estado y funcionamiento de todo el equipo empleado por el Constructor.
- Verificar que las excavaciones tengan las dimensiones y pendientes señaladas en los planos u ordenadas por él, antes de autorizar la construcción del filtro.
- Vigilar la regularidad en la producción de los agregados, durante el período de ejecución de las obras.
- Supervisar la correcta aplicación del método aceptado, en cuanto a la elaboración y colocación de los agregados, la colocación del geotextil y la colocación de la capa de sello de filtro.

- Comprobar que los materiales por utilizar cumplan con los requisitos de calidad exigidos por la presente especificación.
- Medir, para efectos de pago, las cantidades de obra ejecutadas a su satisfacción.

## **673.6 Medida**

**673.6.1 Geotextil.** La unidad de medida del geotextil será el metro cuadrado ( $m^2$ ), aproximado al décimo de metro cuadrado, de geotextil realmente suministrado y colocado en obra, teniendo en cuenta los traslapos, debidamente aceptado por el Interventor.

**673.6.2 Material filtrante.** La unidad de medida del material filtrante, será el metro cúbico ( $m^3$ ), aproximado al décimo de metro cúbico, de material suministrado y colocado en obra, debidamente aceptado por el Interventor. El volumen se determinará multiplicando la longitud de la zanja medida a lo largo del eje del filtro, por el ancho de la misma y la altura hasta la cual haya autorizado el Interventor la colocación del material filtrante. Este volumen será el que se considerará para efectos de pago del filtro.

**673.7 Forma de pago.** El precio unitario del filtro deberá cubrir todos los costos por concepto de suministro del material filtrante; su almacenamiento, clasificación, cargues, transportes, descargues, desperdicios y colocación en la zanja, así como la señalización preventiva de la vía. También, deberá cubrir los costos por concepto de suministro y colocación del material para la capa impermeable de cobertura del filtro, salvo que los documentos del proyecto establezcan lo contrario.

## ITEM DE PAGO

673 Material filtrante

Metro cúbico (m<sup>3</sup>)

### 700. LINEAS DE DEMARCACION Y MARCAS VIALES

**700.1 Descripción.** Este trabajo consiste en el suministro, almacenamiento, transporte y aplicación de pintura de tráfico reflectorizada con microesferas de vidrio para líneas y marcas viales sobre un pavimento, de acuerdo con las dimensiones y colores que indiquen los planos del proyecto o establezca el Interventor.

#### 700.2 Materiales

##### 700.2.1 Pintura

###### 700.2.1.1 Características de la pintura líquida

**a. Color.** Blanco nieve o amarillo, similar o más oscuro que el patrón indicado en el “Manual sobre Dispositivos para el Control de Tránsito en Calles y Carreteras” de Colombia.

**b. Composición.**

- Pigmento: entre cincuenta y sesenta por ciento (50% - 60%), en peso
- Agentes de unión: entre cuarenta y cincuenta por ciento (40% - 50%), en peso
- Ligante: copolímero acrílico de bajo peso molecular y liberación rápida de solventes.

Se podrán emplear otras composiciones, siempre y cuando las pinturas acabadas cumplan las exigencias de la presente especificación.

### **c. Tiempo de secado**

- Al tráfico: máximo treinta (30) minutos, sin transferencia de pintura a ninguna de las llantas de un vehículo.

- No "pick up": tiempo menor o igual a quince(15) minutos para capas de treinta y ocho centésimas de milímetro (0.38 mm) (15 mils), a una temperatura de veinte más o menos dos grados Celsius ( $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ) y una humedad relativa de sesenta más o menos cinco por ciento ( $60\% \pm 5\%$ ).

Se considera tiempo de secado no "pick up" cuando una película de pintura ha llegado a una fase donde no se adhiere a la cubierta de un neumático que pase sobre ella; el ensayo se hace de acuerdo con el método de la norma ASTM D-711.

**700.3 Equipo.** La pintura de líneas se deberá realizar con un (1) vehículo autopropulsado que tenga incorporado el equipo delineador el cual deberá poseer, como mínimo, tres boquillas para la aplicación de pintura y otras tres para la aplicación de microesfera tipo drop on o sembrado, su capacidad mínima de tanqueo será de doscientos veinte litros (220 l) de pintura de tráfico.

Se deberá disponer, además, de un camión con capacidad igual o superior a cinco (5) toneladas, adecuado para el transporte de los materiales hasta los frentes de trabajo, lo mismo que las señales verticales de tránsito, conos y barricadas necesarias para informar a los usuarios sobre el cierre de la vía o para restringir la velocidad de circulación cuando se pinta con vía abierta.

### **700.4 Ejecución de los trabajos**

**700.4.1 Preparación de la superficie.** La superficie que va a recibir la pintura deberá estar seca y libre de polvo, grasa, aceite y otras sustancias extrañas que afecten la adherencia del recubrimiento.

Si la superficie presenta defectos o huecos notables, se corregirán los primeros y se rellenarán los segundos con materiales de la misma naturaleza que los de aquella, antes de proceder a la aplicación de la pintura.

**700.4.2 Dosificación.** La pintura deberá aplicarse longitudinalmente a lo largo de la vía, en un ancho de doce centímetros (12 cm), empleándose entre cincuenta y tres y cincuenta y seis (53 y 56) litros de pintura por kilómetro de línea efectiva aplicada, obteniéndose un espesor húmedo de treinta y ocho centésimas de milímetro (0.38 mm) o (15 mils) y la microesfera a razón de ochocientos cuarenta gramos por litro (840 g/l) de pintura.

**700.4.3 Cierre de la vía al tránsito.** El Constructor, en coordinación con la Policía de Carreteras, llevará a cabo los cierres de la vía que sean necesarios, para garantizar la seguridad de las operaciones de aplicación y el tiempo de secado de la pintura, efectuando la señalización temporal requerida, de manera aceptable para el Interventor.

**700.4.4 Aplicación de los materiales.** La pintura y las microesferas de vidrio se deberán suministrar ya preparadas y listas para su empleo y no se les deberá agregar ni quitar ningún componente en el sitio de los trabajos.

Únicamente podrán ser usados los tipos de disolventes especificados por el fabricante de la pintura de tráfico. Es admisible un máximo de tres por ciento (3%) en volumen, para permitir un fácil fluido de la pintura por las pistolas, y nunca se entenderá como un rendidor de ella.

La pintura deberá aplicarse de manera homogénea y de tal manera, que no haya exceso ni deficiencias en ningún punto y formado una película uniforme sin arrugas, ampollas, ni bolsas de aire.

## **700.5 Medida**

**700.5.1 Líneas de demarcación.** La unidad de medida de las líneas de demarcación será el metro lineal (m) aproximado al decímetro, de línea de demarcación continua o discontinua efectivamente aplicada sobre la superficie, de acuerdo con los planos del proyecto y esta especificación, a plena satisfacción del Interventor.

**700.5.2. Marcas viales.** La unidad de medida para las demás marcas viales será el metro cuadrado (m<sup>2</sup>), aproximado a la centésima, de superficie realmente pintada, medida en el terreno y aceptada por el Interventor.

**700.6 Forma de pago.** El precio unitario de las líneas de demarcación y demás marcas viales deberá cubrir todos los costos de suministro, transporte, almacenamiento, desperdicios y aplicación de la pintura y la microesfera reflectiva; todos los trabajos e insumos necesarios para preparar las superficies donde se aplicará la pintura; la señalización preventiva de la vía y el control del tránsito durante la ejecución de los trabajos y el lapso posterior que fije el Interventor para la apertura al tránsito.

### **ITEM DE PAGO**

700.1 Línea de demarcación	Metro lineal (m)
700.2 Marca vial	Metro cuadrado (m <sup>2</sup> )

## **710. SEÑALES VERTICALES DE TRANSITO**

**710.1 Descripción.** Este trabajo consiste en el suministro, almacenamiento, transporte e instalación de señales verticales de tránsito, conforme lo establezcan los planos del proyecto o lo indique el Interventor.

El diseño de las señales verticales, los mensajes y los colores, deberán estar de acuerdo con lo estipulado en el "Manual sobre Dispositivos para el Control del Tránsito en Calles y Carreteras" de Colombia y demás normas complementarias.

### **710.2 Materiales**

**710.2.1 Material reflectivo.** El material reflectivo consistirá en lámina plástica de alta reflectividad, especial para señales de tránsito. Sus características básicas, deberán ser las siguientes:

**a. Reflectividad.** La lámina deberá ofrecer reflectividad o brillantez óptima con valores mínimos establecidos en las respectivas tablas normalizadas, los cuales están relacionados en unidades de candela/candela-pie/pie cuadrado.

Las señales preventivas, reglamentarias e informativas se fabricarán con material tipo I (grado ingeniería).

Las señales elevadas y los delineadores de curva horizontal se fabricarán con material tipo II (alta reflectividad)

**b. Flexibilidad.** La lámina reflectiva deberá ser lo suficientemente flexible para permitir el procesamiento en alto o bajo relieve. La lámina reflectiva, después de cuarenta y ocho (48) horas de aplicada sobre un panel de aluminio, no deberá mostrar resquebrajamiento cuando se doble alrededor de una barra de diecinueve milímetros (19 mm) de diámetro.

**c. Resistencia al agua.** Después de veinticuatro (24) horas de sumergida en agua una lámina reflectiva, a una temperatura de veinticinco grados Celsius (25 °C), no podrá perder ninguna de sus propiedades.

**d. Resistencia a la intemperie.** Una vez aplicada la lámina reflectiva, deberá ser resistente a condiciones atmosféricas críticas, tales como lluvia y cambios de temperatura.

**e. Prueba de envejecimiento.** El proveedor de la lámina deberá suministrar los certificados correspondientes a la prueba de envejecimiento acelerado del medio ambiente, hecha a la lámina reflectiva.

**f. Durabilidad.** La lámina reflectiva aplicada y procesada de acuerdo con las instrucciones del fabricante deberá tener una vida útil certificada mínima de siete (7) años, siendo indispensable que el Constructor entregue al Interventor, el día del recibo de las señales verticales, un comprobante donde se pueda constatar la marca de material reflectivo utilizado y la certificación correspondiente donde se indique claramente, qué tipo de restituciones se hacen en el evento de fallar el material reflectivo.

**g. Aspecto superficial.** La lámina reflectiva deberá tener la superficie exterior plana, suave, lisa y resistente a las inclemencias del tiempo.

**h. Modo de corte.** Preferiblemente con cuchilla, bisturí u otro elemento similar. El corte final deberá ser perfecto, sin producir "mordiscos".

**i. Adhesividad.** Se determinará con la ejecución del siguiente ensayo:

Con una herramienta tal como una cuchilla, bisturí u otra similar, se despegará la lámina reflectiva por un extremo de la placa de soporte, de modo que quede sólo una pieza de dos centímetros (2 cm) por dos centímetros (2 cm) sujeta a la placa de base. Después, se intentará despegar ese trozo con la mano únicamente, formando un ángulo de noventa grados (90°), aproximadamente. Esto no debe ser posible sin dañar la lámina reflectiva. Si resultara imposible despegar la pieza al comienzo de la prueba, se considerará que la lámina supera la misma. Este ensayo se deberá realizar con un mínimo de cuarenta y ocho (48) horas después de haberse adherido la lámina a la placa de base.

**j. Colores obtenidos mediante serigrafía o screen.** Cuando se obtenga un color con tinta transparente, deberá obtenerse el setenta y cinco por ciento (75%) de la reflectividad especificada en la tabla de este aparte.

**k. Añadiduras o traslapos.** No se admiten añadiduras ni traslapos en el material reflectivo.

**710.2.2 Material para tableros.** Los tableros para todas las señales y delineadores de curva horizontal, excepto las informativas identificadas como SI-05, SI-06, SI-27 y SI-28 en el "Manual sobre Dispositivos para el Control de Tránsito en Calles y Carreteras", deberán estar constituidos por lámina de aluminio, acero galvanizado o poliéster reforzado con fibra de vidrio modificada con acrílico y estabilizador ultravioleta, en lámina de aluminio para vías cuya altura sobre el nivel del mar sea superior o igual a mil ochocientos metros (1800 m).

#### **710.2.2.1 Lámina de acero galvanizado**

**a. Material.** Lámina de acero galvanizado calibre diez y seis (16), revestida por ambas caras con una capa de zinc, aplicada por inmersión en caliente o por electrólisis.

**b. Material base.** Lámina de acero laminado en frío.

**c. Espesor.** De uno y cinco décimas de milímetro (1.5 mm), con una tolerancia de más o menos quince centésimas de milímetro (0.15 mm). La medida se podrá efectuar en cualquier parte de la lámina, a una distancia no menor de diez milímetros (10 mm) del borde.

**d. Resistencia al dobléz.** Una probeta cuadrada de cinco centímetros (5 cm) de lado, no sometida a tratamientos térmicos previos, no deberá presentar desprendimiento de zinc, cuando se dobla girando ciento ochenta grados (180°), con una luz igual al espesor de la lámina.

**e. Tratamiento cara frontal.** Previamente a la aplicación del material reflectivo, la lámina galvanizada deberá ser limpiada y desengrasada; además, estar libre de óxido blanco. El galvanizado deberá tener una superficie de terminado producida con abrasivo grado cien (100) o más fino.

**f. Tratamiento cara posterior.** Una vez cortada y pulida la lámina, se deberá limpiar y desengrasar, aplicándose seguidamente una pintura base (wash primer o epoxipoliamida), para finalmente colocar una capa de esmalte sintético blanco.

**710.2.3 Material para postes.** Deberán ser elaborados en perfil en ángulo de hierro de dos pulgadas (2 pg) por dos pulgadas (2 pg) por un cuarto de pulgada (1/4 pg), con límite de fluencia mínimo de veinticinco kilogramos por milímetro cuadrado (25 kg/mm<sup>2</sup>) en todos los tipos de señales, el cual será de primera clase, no permitiéndose hormigueo en ninguna parte de su longitud. No se aceptan añadiduras ni traslapos en postes y brazos.

**710.2.4 Material para los brazos de los postes.** En todos los casos, las crucetas deberán ser en ángulo de hierro de dos pulgadas (2 pg) por dos pulgadas (2 pg) por un octavo de pulgada (1/8 pg), con límite de fluencia mínimo de veinticinco kilogramos por milímetro cuadrado (25 kg/mm<sup>2</sup>).

**710.2.5 Anclaje a la fundación.** Los postes deberán diseñarse con un anclaje en la parte inferior, soldado en forma de T, con ángulo de hierro de dos pulgadas (2 pg) por dos pulgadas (2 pg) por un octavo de pulgada (1/8 pg), con un límite de fluencia mínimo de veinticinco kilogramos por milímetro cuadrado (25 kg/mm<sup>2</sup>).

**710.2.6 Recubrimiento de los postes.** Los postes, crucetas y anclajes deberán ser recubiertos con pintura anticorrosiva y esmalte blanco.

**710.2.7 Soldadura.** La soldadura utilizada deberá tener una resistencia mayor al veinticinco por ciento (25%) de la resistencia del acero.

#### **710.2.8 Dimensiones de los tableros**

**a. Señales Preventivas (SP).** Cuadrado de setenta y cinco centímetros (75 cm) de lado con esquinas redondeadas, excepto las señales SP-40, SP-41 y SP-54. Las señales preventivas SP-40 y SP-41 serán unos rectángulos de noventa centímetros (90 cm) de base y altura de treinta centímetros (30 cm), con esquinas redondeadas.

La señal preventiva SP-54 tendrá las dimensiones máximas indicadas en el "Manual sobre Dispositivos para el Control del Tránsito en Calles y Carreteras" vigente.

**b. Señales Reglamentarias (SR).** Círculo de setenta y cinco centímetros (75 cm) de diámetro, excepto las señales SR-01 y SR-02.

La señal reglamentaria SR-01 será un octágono con altura de setenta y cinco centímetros (75 cm).

La señal reglamentaria SR-02 será un triángulo equilátero de noventa centímetros (90 cm) de lado.

**c. Señales Informativas (SI).** Rectángulo de sesenta centímetros (60 cm) de base y setenta y cinco centímetros (75 cm) de altura, con esquinas redondeadas, excepto las señales SI-01 a SI-06 inclusive y las señales SI-26, SI-27 y SI-28.

Las informativas SI-01, SI-02 y SI-03 serán escudos de setenta y cinco centímetros (75 cm) de altura y setenta y cinco centímetros (75 cm) de ancho.

Las informativas SI-04 no forman parte del presente artículo.

Las señales informativas SI-05, SI-06, SI-27 y SI-28 serán rectángulos con anchuras que dependen del texto, alfabeto empleado, separación entre letras, separación entre palabras, obtenidas al emplear el Capítulo IV, “Alfabetos y Mensajes Viales”, del “Manual sobre Dispositivos para el Control del Tránsito en Calles y Carreteras”, con esquinas redondeadas. Se empleará alfabeto serie D y altura de letras quince centímetros (15 cm) para velocidades de sesenta o setenta kilómetros por hora (60 km/h o 70 km/h) o veinte centímetros (20 cm) para velocidades de ochenta o noventa kilómetros por hora (80 km/h o 90 km/h).

Las señales tendrán las siguientes alturas:

- De un (1) renglón, cuarenta y cinco centímetros (45 cm), o sesenta centímetros (60 cm), respectivamente.
- De dos (2) renglones, setenta y cinco centímetros (75 cm), o noventa y dos centímetros (92 cm), respectivamente.
- De tres (3) renglones, noventa centímetros (90 cm), o ciento trece centímetros (113 cm), respectivamente.

**d. Delineadores de curva horizontal.** Rectángulo de sesenta centímetros (60 cm) de base y setenta y cinco centímetros (75 cm) de altura, con esquinas

redondeadas. Se ampliarán proporcionalmente las dimensiones del delineador de curva horizontal de tamaño cuarenta centímetros por cincuenta centímetros (40 cm x 50 cm) que aparece en el “Manual sobre Dispositivos para el Control del Tránsito en Calles y Carreteras” de Colombia.

Tabla 710.2.9 Dimensiones de los postes

TIPO DE SEÑAL	LONGITUD POSTE (m)	LONGITUD BRAZOS (m)	ANCLAJE INFERIOR (m)
<b>SENCILLA</b>			
Preventiva (SP)	3.50	0.34	0.20
Reglamentaria (SR)	3.50	0.34	0.20
Informativa (SI)	3.50	0.27	0.20
Preventiva (SP-40)	2.70	0.42	0.20
Delineadores de Curva Horizontal	2.85	0.27	0.20
<b>DOBLE</b>			
Prevent-Reglament(SP-SR)	4.10	0.34	0.20
Reglam-Reglam (SR-SR)	4.10	0.34	0.20
Informat-Informat (SI-SI)	4.10	0.27	0.20

**710.2.10 Material para el anclaje.** Las señales se instalarán en el piso en un anclaje de concreto simple cuya resistencia a a compresión a veintiocho (28) días sea, como mínimo, ciento cuarenta kilogramos por centímetro cuadrado (140 kg/cm<sup>2</sup>).

Dentro del anclaje se acepta la inclusión de dos (2) capas de cantos de diez centímetros (10 cm) de tamaño máximo, una superior y otra inferior de diez centímetros (10 cm) cada una, con el fin de dar rigidez a la señal instalada, mientras fragua el concreto.

**710.3. Equipo.** Se deberá disponer de los equipos necesarios para la correcta ejecución de los trabajos, incluyendo los siguientes:

Hoyadoras agrícolas, barras de acero y palas

Llaves fijas o de expansión para tornillos

Martillo de tamaño tal, que permita doblar los tornillos una vez apretadas las tuercas

Remachadora

#### **710.4. Ejecución de los trabajos**

**710.4.1 Ubicación de las señales.** Las señales se instalarán en los sitios que indiquen los planos del proyecto o defina el Interventor. Su colocación se hará al lado derecho de la vía, teniendo en cuenta el sentido de circulación del tránsito, de tal forma que el plano de la señal forme con el eje de la vía un ángulo comprendido entre ochenta y cinco grados ( $85^{\circ}$ ) y noventa grados ( $90^{\circ}$ ), a una distancia de dos metros con veinticinco centímetros (2.25 m) del borde de la calzada en zona rural, con excepción de la señal SP-40, la cual puede ser colocada al lado izquierdo de la vía en el vértice de algunas curvas, de acuerdo con indicaciones del Interventor. Las señales preventivas se deberán colocar antes del riesgo que traten de advertir, a las siguientes distancias, las cuales deberán ser medidas con comisión de topografía en el terreno:

<b>Velocidad de operación</b>	<b>Distancia</b>
De cuarenta a setenta kilómetros por hora (40 km/h -60 km/h)	50m- 90 m
De sesenta a ochenta kilómetros por hora (60 km/h -80 km/h)	90m-120 m
De ochenta a cien kilómetros por hora (80 km/h -100 km/h)	120m-150 m
Más de cien kilómetros por hora (>100 km/h)	no menos de 200 m

La ubicación de la señal reglamentaria SR-26 (Prohibido adelantar), tanto para curva horizontal como vertical, se debe realizar aplicando lo expresado en la figura cinco (Demarcación de zonas de prohibido adelantamiento) del "Manual sobre Dispositivos para el Control del Tránsito en Calles y Carreteras", haciendo mediciones sobre los planos del proyecto o directamente en el terreno utilizando cuerdas de longitudes iguales a la distancia mínima de visibilidad de adelantamiento necesaria para la velocidad de la vía, encontrándose de esta manera el sitio preciso de los inicios de la prohibición de esta maniobra. Existe una correspondencia entre la demarcación horizontal y la señalización vertical y el inicio de la línea continua, deberá corresponder con la señal SR-26 de prohibido adelantar.

La separación mínima entre señales verticales de tránsito a lo largo de la vía será de cincuenta metros (50 m). Cuando sea necesario instalar varios dispositivos en un sector y no exista suficiente longitud para cumplir con esta separación mínima, se utilizarán señales dobles.

Lateralmente, se colocarán en la forma indicada en el "Manual sobre Dispositivos para el Control del Tránsito en Calles y Carreteras" vigente.

La altura libre mínima de la señal, medida desde su extremo inferior hasta la cota del borde del pavimento, será de un metro con ochenta centímetros (1.80 m) con excepción de los delineadores de curva horizontal, que quedarán a un metro con cincuenta centímetros (1.50m).

**710.4.2 Excavación.** El Constructor efectuará una excavación cilíndrica de treinta centímetros (30 cm) de diámetro y sesenta centímetros (60 cm) de profundidad, para el anclaje de la señal.

Con el fin de evitar que la señal quede a una altura menor a la especificada cuando se instale en zonas donde la carretera transcurre en terraplén, en este caso la excavación sólo se realizará en una profundidad de treinta centímetros (30 cm) pero el Constructor deberá, además, instalar una formaleta de la altura necesaria para que al vaciar el concreto, la señal quede correctamente anclada y presente la altura especificada.

**710.4.3 Anclaje de la señal.** El anclaje se realizará relleno la excavación con un concreto que presente las características indicadas en el aparte 710.2.10. También, se acepta la inclusión de los cantos a que hace referencia el mismo aparte.

**710.4.4 Instalación de la señal.** El Constructor instalará la señal de manera que el poste presente absoluta verticalidad y que se obtenga la altura libre mínima indicada en el aparte 710.4.1.

El tablero deberá fijarse al poste mediante tornillos de dimensiones mínimas de cinco dieciseisavos de pulgada (5/16 pg) por una pulgada (1 pg), rosca ordinaria, arandelas y tuercas, todo galvanizado, a los cuales se les deberá dar golpes para dañar su rosca y evitar que puedan ser retirados fácilmente. Además, se deberán instalar cuatro (4) remaches a diez centímetros (10 cm) de distancia, medidos desde los tornillos hacia el centro de la cruceta.

**710.4.5 Limitaciones en la ejecución.** No se permitirá la instalación de señales de tránsito en instantes de lluvia, ni cuando haya agua retenida en la excavación o el fondo de ésta se encuentre muy húmedo, a juicio del Interventor. Toda el agua retenida deberá ser removida antes de efectuar el anclaje e instalar la señal.

**710.5 Medida.** Las señales verticales de tránsito se medirán por unidad (u), suministrada e instalada de acuerdo con los documentos del proyecto y esta especificación, a satisfacción del Interventor.

Las señales de tránsito del denominado Grupo V del numeral 12.20.6, se pagarán por metro cuadrado (m<sup>2</sup>), aproximado a la centésima, del área reflectiva del tablero de la señal suministrada e instalada de acuerdo con los documentos del proyecto y esta especificación, a satisfacción del Interventor.

**710.6 Forma de pago.** El pago de las señales verticales de tránsito se hará al respectivo precio unitario del contrato, para todo trabajo ejecutado de acuerdo con esta especificación y aceptado a satisfacción por el Interventor.

El precio unitario deberá cubrir los costos de todos los materiales que conforman la señal, su fabricación, desperdicios, almacenamiento y transporte hasta el sitio de instalación; la excavación, el transporte y disposición en los sitios que defina el Interventor de los materiales excavados; los cantos, el concreto y las formaletas que eventualmente se requieran para el anclaje, así como todo costo necesario para el correcto cumplimiento de ésta especificación.

Para efectos del pago, las señales instaladas se clasifican en los siguientes grupos:

GRUPO I	Todas las señales SP, SR y SI, excepto las que se encuentren en
GRUPO II	Señales SP-40 y SP-41
GRUPO III	Señales SP-54
GRUPO IV	Delineadores de curva horizontal
GRUPO V	Señales SI-05, SI-06, SI-27 y SI-28

## ITEM DE PAGO

710.1 Señal de tránsito grupo I	Unidad (u)
710.2 Señal de tránsito grupo II	Unidad (u)
710.3 Señal de tránsito grupo III	Unidad (u)
710.4 Señal de tránsito grupo IV	Unidad (u)
710.5 Señal de tránsito grupo V	Metro cuadrado (m <sup>2</sup> )

### **900. TRANSPORTE DE MATERIALES PROVENIENTES DE EXCAVACIONES Y DERRUMBES**

**900.1 Descripción.** Este trabajo consiste en: a) Transporte de los materiales provenientes de la excavación de la explanación, canales y préstamos, y b) Transporte de los materiales provenientes de derrumbes.

Esta especificación no es aplicable al transporte de líquidos, productos manufacturados, elementos industriales, ni al de agregados pétreos, mezclas asfálticas, materiales para la construcción de los pavimentos rígidos, obras de concreto hidráulico y de drenaje.

#### **900.2 Materiales**

**900.2.1 Materiales provenientes de la excavación de la explanación, canales y préstamos.** Hacen parte de este grupo los materiales provenientes de las excavaciones requeridas para la explanación, canales y préstamos, para su utilización o desecho, a que hace referencia el Artículo 8.5 de las presentes especificaciones.

Incluye, también, los materiales provenientes de la remoción de la capa vegetal o descapote y otros materiales blandos, orgánicos y objetables, provenientes de las áreas en donde se vayan a realizar las excavaciones de la explanación, terraplenes y pedraplenes.

**900.2.2 Materiales provenientes de derrumbes.** Hacen parte de este grupo los materiales provenientes del desplazamiento de taludes o del terreno naturales, depositados sobre una vía existente o en construcción.

**900.3 Equipo.** Los vehículos para el transporte de materiales estarán sujetos a la aprobación del Interventor y deberán ser suficientes para garantizar el cumplimiento de las exigencias de esta especificación y del programa de trabajo. Deberán estar provistos de los elementos necesarios para evitar contaminación o cualquier alteración perjudicial del material transportado y su caída sobre las vías empleadas para el transporte. Todos los vehículos para el transporte de materiales deberán cumplir con las disposiciones legales referentes al control de la contaminación ambiental.

Ningún vehículo de los utilizados por el Constructor podrá exceder las dimensiones y las cargas admisibles por eje y totales fijadas por las disposiciones legales vigentes al respecto.

**900.4 Ejecución de los trabajos.** La actividad de la presente especificación implica solamente el transporte de los materiales a los sitios de utilización o desecho, según corresponda, de acuerdo con el proyecto y las indicaciones del Interventor, quien determinará cuál es el recorrido más corto y seguro para efectos de medida del trabajo realizado.

**900.5 Medida.** Las unidades de medida para el transporte de materiales provenientes de excavaciones y derrumbes, serán las siguientes:

**a. Materiales provenientes de la excavación de la explanación, canales y préstamos.** Para el transporte de materiales, la unidad de medida será el metro cúbico-kilómetro ( $m^3$ -km). La medida corresponderá al número de metros cúbicos, aproximado al metro cúbico completo, medido en su posición original, y multiplicado por la distancia de transporte expresada en kilómetros, con aproximación al décimo de kilómetro.

La distancia de transporte será la existente entre el centro de gravedad de las excavaciones y el centro de gravedad de los sitios de utilización o disposición.

**b. Materiales provenientes de derrumbes.** La unidad de medida para el transporte de materiales provenientes de derrumbes será el metro cúbico-kilómetro ( $m^3$ -km).

La medida corresponderá al número de metros cúbicos, aproximado al metro cúbico completo, medido en su posición original y multiplicado por la distancia de transporte expresada en kilómetros, con aproximación al décimo de kilómetro.

La distancia de transporte será la existente entre el centro de gravedad del sitio de extracción del derrumbe y el centro de gravedad de los sitios de disposición final.

**900.6 Forma de pago.** El pago de las cantidades de transporte de materiales determinadas en la forma indicada anteriormente, se hará al precio unitario pactado en el contrato, por unidad de medida. El precio unitario deberá cubrir todos los costos por concepto de mano de obra, equipo, herramientas, acarreo y, en general, todo costo relacionado para ejecutar correctamente los trabajos aquí contemplados.

## ITEM DE PAGO

900.1 Transporte de materiales provenientes de la  
excavación de la explanación, canales y préstamos  
Metro cúbico-kilómetro (m<sup>3</sup>-km)

900.3 Transporte de materiales provenientes de derrumbes  
Metro cúbico-kilómetro (m<sup>3</sup>-km)

## 11 CONCLUSIONES

- El desarrollo de un trabajo de grado que sirva como aporte al mejoramiento de las vías terciarias de un municipio de nuestro Departamento es de gran importancia para el desarrollo social y de infraestructura de una comunidad con recursos bastante limitados, como es el municipio de Aldana (N).
  
- La aplicación del conocimiento teórico adquirido en la Especialización de Ingeniería de Carreteras en conjunto con la experiencia práctica de construcción de vías que se tiene en la región, y la información encontrada sobre las técnicas utilizadas en la zona, permitieron lograr un proyecto técnico muy completo que servirá de consulta a estudiantes de Ingeniería Civil y demás personas vinculadas a este campo.
  
- Teniendo en cuenta las condiciones topográficas y geométricas de la vía objeto del presente trabajo, las características del tránsito que circula y las características de resistencia del suelo de subrasante, se encontró que el diseño resultante de la estructura del pavimento y el diseño de la rectificación geométrica del trazado de la vía, se ajustan a las limitadas condiciones de financiamiento que pueda tener el municipio para mejorar una vía de tal importancia en su jurisdicción.
  
- Con la realización de este trabajo se visualizó la importancia que tiene la completa formulación de un diseño apoyado con especificaciones técnicas de construcción adaptadas al medio en el que se desarrolla el proyecto y sobre todo apoyado con el manejo del recurso ambiental y su importancia de

preservación, por medio de planes que dicten las normas que rigen el proceso constructivo de una pavimentación.

## 12 RECOMENDACIONES

- Cumplir a cabalidad con las especificaciones técnicas de los materiales con los que se realizó el diseño estructural del pavimento en concreto flexible con el fin de que la estructura dimensionada no sufra alteraciones.
  
- Hacer un chequeo del tránsito proyectado en este trabajo con respecto al tránsito real en el momento en que se ejecute la construcción del pavimento.
  
- Los resultados de los diseños realizados obedecen a la certeza del laboratorio que realizó los ensayos de suelos a los materiales con los que se trabaja. Se debe hacer una revalidación de los resultados de laboratorio debido a que puede existir una variación.
  
- Construir las obras de drenaje proyectadas y en las dimensiones indicadas para darle al pavimento un correcto manejo del drenaje y así prolongar la vida útil de la vía.
  
- Hacer un mantenimiento adecuado a las obras de drenaje como son las cunetas y alcantarillas en concreto, ya que son obras que garantizan el adecuado funcionamiento de un pavimento.

## BIBLIOGRAFÍA

BENAVIDES, Carlos A. Conferencias Postgrado Ingeniería de Carreteras. San Juan de Pasto – Popayán. 2007

BERRY, Peter L. y REID, David. Mecánica de suelos. Bogotá. McGraw Hill. 1993

BRAVO, Pablo Emilio. Trazado y localización de Carreteras. Popayán. Universidad del Cauca. 2006.

HUANG, Yang H. Pavement analysis and design. United States of America. Prentice Hall. 1993.

INSTITUTO NACIONAL DE VIAS. Manual de Diseño Geométrico de Carreteras. Bogotá. 2008.

INSTITUTO NACIONAL DE VIAS. Manual de Diseño de Pavimentos Asfálticos con medios y altos volúmenes de tránsito. Resolución No. 002857 del 6 de Julio de 1999.

INSTITUTO NACIONAL DE VIAS. Especificaciones Técnicas de Construcción. Bogotá. 2002.

MEDINA, Luis R. y otros. Cálculo de Leyes de Fatiga de mezclas bituminosas”. España. AEPO S.A. 2001.

VASQUES VARELA, Luis Ricardo. Método empírico – Mecanicístico de diseño de pavimentos flexibles. Manizales 2002.

**ANEXO 1**

**FORMATO INSPECCIÓN VISUAL**

**ANEXO 2**

**ESTUDIO DE SUELOS**

## ANEXO 3

# DETERMINACIÓN DE LAS CANTIDADES DE OBRA A EJECUTAR Y PRESUPUESTO DETALLADO DE LA OBRA

## ANEXO 4

# PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

**ANEXO 5**

**PLANOS DE DISEÑO**