

**GERENCIA TÉCNICA COMUNITARIA EN OBRAS VIALES Y ASPECTOS
TÉCNICOS EN EL INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS,
INVÍAS - REGIONAL SUCRE**

MARIA CECILIA MONROY PINEDA

**UNIVERSIDAD DE SUCRE
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL
SINCELEJO
2006**

**GERENCIA TÉCNICA COMUNITARIA EN OBRAS VIALES Y ASPECTOS
TÉCNICOS EN EL INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS,
INVÍAS - REGIONAL SUCRE**

MARIA CECILIA MONROY PINEDA

**Trabajo de Grado para optar el título de
Ingeniero Civil**

Directores:

**Ing. Civil. LUIS ENRIQUE FERNÁNDEZ QUINTANA
Representante Universidad de Sucre**

**Ing. Civil. PABLO MARQUEZ RACINI
Representante Instituto Nacional de Vías, INVÍAS Regional Sucre**

**UNIVERSIDAD DE SUCRE
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL
SINCELEJO
2006**

NOTA DE ACEPTACION

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCION	
CAPITULO I	8
1. INFORME DE ACTIVIDADES DESARROLLADAS	9
1.1. ASPECTOS GENERALES	9
1.2. ASPECTOS TECNICOS	13
1.2.1. TRAZADO DE LA VIA	13
1.2.2. SUB RASANTE	13
1.2.3. SUB BASE GRANULAR	15
1.2.4. BASE GRANULAR	17
1.2.5. IMPRIMACION	18
1.2.6. CONCRETO ASFALTICO (MCD-2)	19
1.2.7. OBRAS DE DRENAJE	23
1.2.8. EMPEDRADO PARA PROTECCION DE TALUDES Y GAVIONES	23
1. 3. CONTROLES REALIZADOS A LAS ACTIVIDADES	23
1.4. REUNIONES CON LA COMUNIDAD DEL PROYECTO	24
1.5. COMITES TECNICOS	25
CAPITULO II	27
ARTICULO DE REVISION	28
BIBLIOGRAFIA	38

TABLA DE ANEXOS

ANEXO 1. LOCALIZACION DEL PROYECTO

ANEXO 2. REGISTRO FOTOGRAFICO

ANEXO 3. ENSAYOS REALIZADOS A LOS MATERIALES DE LAS DIFERENTES CAPAS DEL PAVIMENTO DE ACUERDO A LAS ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCION DEL INSTITUTO NACIONAL DE VIAS.

INTRODUCCION

Dentro de la problemática vial que se vive actualmente, por el aumento significativo que ha tenido el tránsito circulante por las carreteras de la Red Nacional, tanto en frecuencia como en magnitud de cargas, el desarrollo continuo de nuevas técnicas de construcción y mantenimiento de las vías, la creciente conciencia por la protección de los recursos naturales y energéticos, la obligación de satisfacer expectativas cada vez mayores de los usuarios, y la necesidad de establecer responsabilidades claras y precisas a los diferentes actores involucrados en la administración, y mantenimiento de las carreteras, llevaron al Instituto Nacional de Vías a mejorar el patrimonio vial nacional y contribuir con el desarrollo económico y social de las poblaciones beneficiadas.

El Gobierno Nacional por medio de la Red Terciaria ha querido contribuir al desarrollo económico y social de los municipios que cruzan el tramo de vía que comunica las poblaciones de Sampués – San Marcos, en las cuales se puede establecer que la gran mayoría de las actividades de transporte se realizan a través de los sistemas terrestres automotores y de ahí la importancia de la superficie de rodadura de la vía para permitir que el traslado de personas y/o mercancías se realice de manera segura, eficaz, cómoda y económica, sin afectar el medio ambiente que la rodea.

Con el mejoramiento del tramo de vía del presente proyecto se incrementará el desarrollo y la estructura de crecimiento de las poblaciones, habrá un aumento considerable en el costo de las tierras urbana y rural, y se produciría una tendencia a incrementar sus usos actuales, lo que elevaría

la calidad de vida del área de influencia del corredor vial, trayendo como consecuencia la aparición del tráfico de desarrollo.

El trabajo realizado como pasantita en el Instituto Nacional de Vías - Regional Sucre, en la gerencia técnica comunitaria (veeduría ciudadana) tiene como propósito servir de canal de comunicación entre INVIAS – Regional Sucre y la comunidad, con el fin de verificar el total cumplimiento de la normatividad nacional vigente en el proyecto e identificar problemas propios inherente al campo de la formación profesional, permitiendo confrontar la realidad del sector vial con los saberes y competencias adquiridas en el programa de ingeniería civil .

CAPITULO I

1. INFORME DE ACTIVIDADES DESARROLLADAS

1.1. ASPECTOS GENERALES

Este informe contiene el resumen de las diferentes actividades desarrolladas en la obra para el MEJORAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE LA CARRETERA SAMPUES – SAN MARCOS, MUNICIPIO DE SAMPUES, DEPARTAMENTO DE SUCRE.

Las obras ejecutadas fueron el estudio y diseño geométrico de la vía, estudio de tránsito, estudio de drenaje, estudios de suelos, estudio y diseño de la estructura del pavimento, construcción de la estructura del pavimento flexible (sub rasante, sub base granular, base granular y carpeta asfáltica), construcción de obras de drenaje (alcantarillas y cunetas), y la señalización horizontal y vertical del tramo a construir. La ejecución de los trabajos está regida por las Especificaciones Generales de Construcción de carreteras del INSTITUTO NACIONAL DE VIAS, de 1998 y 2002.

La vía Sampués – San Marcos se encuentra en la parte Sur del Departamento de Sucre y corresponde a una vía alimentadora a la Troncal de Occidente que conduce de Cartagena a Medellín. Ver anexo 1.

El municipio de Sampués está localizado a dieciséis (16) kilómetros de Sincelejo vía a Medellín y su población es de cuarenta mil (40.000) habitantes aproximadamente. El proyecto corresponde a la continuación de la construcción del pavimento flexible de la vía que conduce del municipio de Sampués hacia San Marcos y atraviesa los corregimientos de Sabana Larga, San Luis, La Ceja del Mango, La Cruz, El Deseo, entre otros. La economía

de la región se basa en la ganadería y existen cultivos de algodón, sorgo, maíz y arroz.

La longitud aproximada del proyecto es de cinco (5) kilómetros en terreno plano, contados a partir de la abscisa donde termina el pavimento previamente construido (3.5 kilómetros de pavimento flexible realizada por la Gobernación del Departamento de Sucre hace tres años y cuya condición de servicio es buena, pero con deficiente construcción de las obras de drenaje, ya que estas no se construyeron). La vía Sampués – San Marcos tiene una longitud aproximada de ochenta (80) kilómetros y solamente sus (3.5) kilómetros iniciales se encontraban pavimentados. La longitud restante se encuentra construida en afirmado de buen comportamiento estructural en época de verano y presentando inconvenientes de transitabilidad en los meses de abril y mayo, época lluviosa del año. A lo largo de la vía las obras de drenaje como puentes, pontones y alcantarillas fueron construidas con tuberías de veinticuatro (24") pulgadas lo que hace obsoleta la eficiencia de éstas obras ya que presentaban una colmatación del 90%. Enfocados en el tramo que se trabajó (K3+500 a 8+500), se encontraron a nivel de sub rasante construidos en terraplén con material limo arenoso de forma redondeada y de excelente comportamiento desde el punto de vista estructural. El tránsito se clasifica en general de medio a bajo.

Las características técnicas del tramo de construcción realizado de la carretera Sampués – San Marcos de acuerdo con en el Diseño Geométrico, son las siguientes:

- ❖ Velocidad de diseño de 60 KPH
- ❖ Ancho calzada de 7.30 m y bermas de 0.50 m
- ❖ Talud para relleno de 1.5:1, y talud para corte de 1:1
- ❖ Mejoramiento de la sub rasante (de 0,5 a 0.8 m de espesor)

- ❖ Colocación y conformación del material de sub base granular (9 m de ancho y 20 cm. de espesor)
- ❖ Colocación y conformación del material de base granular (8.50 m de ancho y 10 cm. de espesor)
- ❖ Extensión y compactación de la carpeta asfáltica (7.30 m de ancho y 5 cm. de espesor)
- ❖ Construcción de seis (6) alcantarillas en concreto de treinta y seis (36”) pulgadas de diámetro.
- ❖ Señalización horizontal (33 marcas) y señalización vertical a lo largo de toda la vía.

El proyecto no presenta inconveniente con respecto a la compra y adquisición de predios, ni a la rectificación de los alineamientos horizontales y verticales respecto a su diseño geométrico debido a que el derecho de vía actual está comprendido entre los veintidós (22) y los treinta y dos (32) metros de longitud, exceptuando el paso obligado por la Inspección de Sabana Larga y el barrio la Cruz de Sabana Larga.

La fuente de material para la construcción de la sub rasante está localizada a once (11) Km. del centro de gravedad de la obra; la fuente de la sub base granular se encuentra localizada a veinticinco (25) Km. del municipio de Sampués, vía a San Marcos en la inspección de Santa Fe, municipio de Chinú, departamento de Córdoba; el material de trituración para la construcción de la estructura de la base, se encuentra localizado en cercanías de los Municipios de Tolú Viejo y Morroa, para garantizar la cohesión se propuso la mezcla de estos dos materiales; para la carpeta asfáltica, la Planta Productora del concreto asfáltico esta en el Municipio de Tolú Viejo, los materiales fueron tomados del Arroyo de Macaján y San Antonio de Palmitos, localizados en el departamento de Sucre, y el cemento asfáltico procedente de Barrancabermeja. El contrato del proyecto

corresponde al No. 2257 del 2004, con un valor básico de \$1.941.004.564.00, y es realizado por el CONSORCIO EVA, como contratistas del proyecto, en la Interventoría el Ing. ING. LUIS JACOBO VILLAMIL VELA.

Los costos de las diferentes actividades se resumen a continuación:

DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	UN.	CANTIDAD	P/UNIT	VALOR
Excavación en material común de la explanación, canales y prestamos	M3	2.516,00	3.800,00	9.560.800,00
Terraplén	M3	11.000,00	13.500,00	148.500.000,00
Sub base granular de CBR>=30%	M3	8.010,00	58.200,00	466.182.000,00
Base granular	M3	3.800,00	87.250,00	331.550.000,00
Imprimación	M2	37.350,00	1.490,00	55.651.500,00
Mezcla densa en caliente tipo MDC-2. Incluye cemento asfáltico	M3	1.642,50	328.050,00	538.822.125,00
Excavación en material común en seco	M3	1.341,00	13.500,00	18.103.500,00
Concreto Clase F	M3	46,00	323.400,00	14.876.400,00
Concreto Clase G para bases y elevaciones	M3	122,00	337.900,00	41.223.800,00
Tubería de concreto reforzado de diámetro interior de 900 mm	MI	122,00	251.030,00	30.625.660,00
Cunetas revestidas en concreto Clase F	M3	480,00	313.300,00	150.384.000,00
Líneas de demarcación continuas	MI	13.500,00	1.350,00	18.225.000,00
Señal de transito grupo I	Unid.	7,00	172.052,00	1.204.364,00
Transporte de materiales provenientes de excavaciones de la explanación, canales y prestamos para distancias mayores de mil metros (1.000 m)	M3-Km	150.000,00	750,00	112.500.000,00
Estudio y diseño de la estructura del pavimento, obras de drenaje y contención.	Global	1,00	24.137.475,00	24.137.475,00

1.2. ASPECTOS TECNICOS

1.2.1. TRAZADO DE LA VIA

El trazado de la vía PR 3+500 al PR 8+500, obedecen a un diseño técnico previo a la iniciación de los trabajos del contrato. Se inicia con el levantamiento topográfico del sector a intervenir, para hacer el Diseño Geométrico ajustado a la vía existente, se hace luego el replanteo topográfico horizontal y vertical, para el abscisado y el seccionamiento transversal de la vía a intervenir y calcular las cantidades de obra definitiva para ejecutar.

1.2.2. SUB RASANTE

La principal fuente de este material se encuentra localizada en la finca de propiedad del señor Jairo Ospino y la distancia de acarreo fue de once (11km) aproximadamente.

Cuando el terreno base se encontró satisfactoriamente limpio, se procedió a escarificar, conformar y compactar, de acuerdo con las exigencias de compactación definidas por las especificaciones del INVIAS, en una profundidad de quince (15 cm.). 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 se cortó en forma escalonada, de acuerdo con los planos o las instrucciones del Interventor, para asegurar la estabilidad del terraplén nuevo. El material del terraplén se colocó en capas de espesor uniforme, el cual fue lo suficientemente reducido para que, con los equipos disponibles, se obtenga el grado de compactación exigido. Los materiales de cada capa son de características uniformes. No se extendió ninguna capa, mientras no se comprobó que la

subyacente cumple las condiciones de compactación exigidas. Se debió garantizar que las capas presenten adherencia y homogeneidad entre sí. Se controló un contenido de humedad óptimo que garantice el grado de compactación exigido en todas las capas del cuerpo del terraplén. Obtenida la humedad más conveniente, se procede a la compactación mecánica de cada capa, teniendo en cuenta que las densidades que alcancen no sean inferiores a las que den lugar a los correspondientes porcentajes de compactación exigidos por la Norma. En las zonas que por su reducida extensión, su pendiente o su proximidad a obras de arte, no permitieron el empleo del equipo que normalmente se estaba utilizando para la compactación, se compactaron con equipos apropiados para el caso, de tal forma que las densidades obtenidas no sean inferiores a las determinadas en esta especificación para la capa del terraplén que se este compactando.

El terraplén o sub rasante actual se construyó 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. Cada capa terminada de terraplén presentó una superficie uniforme y ajustada a la rasante y a las pendientes establecidas, los taludes terminados no causan irregularidades a la vista y se controló que la distancia entre el eje del proyecto y el borde del terraplén no sea menor que la distancia señalada en los planos, además no se permitió en las obras concluidas, ninguna irregularidad que impida el normal escurrimiento de las aguas.

Los materiales de la sub rasante se obtuvieron de fuentes aprobadas, las cuales estaban libres de materia orgánica, raíces y otros elementos perjudiciales, y se controló de manera exhaustiva la presencia de materiales expansivos los cuales afectaran la calidad del mismo. Los equipos empleados para la construcción del terraplén son compatibles y adecuados

con los procedimientos de ejecución adoptados, teniendo en cuenta que su capacidad y eficiencia se ajusten al programa de ejecución de los trabajos y al cumplimiento de las exigencias de las especificaciones. La secuencia de construcción de los terraplenes se debió ajustar a las condiciones estacionales y climáticas que imperaron en la región del proyecto, con lo cual se observó un atraso representativo en la ejecución de los trabajos ya que hubo presencia de lluvias constantes, a demás debido al invierno presentado en los meses de mayo y junio del año de la ejecución del proyecto el material de terraplén existente hubo necesidad de reemplazarlo del K5+900 al K8+000 en aproximadamente 3.950 m³. Ver anexo 2.

En la vía, se programó la construcción de las obras de arte previamente a la elevación del cuerpo del terraplén, teniendo en cuenta que no deberá iniciarse la construcción de éste antes de que las alcantarillas se terminen en un tramo no menor de quinientos metros (500 m) adelante del frente del trabajo, en cuyo caso se debió concluir también, en forma previa, los rellenos de protección que tales obras necesiten.

Al terminar cada jornada, la superficie del terraplén estaba compactada y bien nivelada, con declive suficiente que permitieron el escurrimiento de aguas lluvias sin peligro de erosión.

1.2.3. SUB BASE GRANULAR

El material de sub base granular se obtuvo de una cantera localizada en la inspección Santa Fe, municipio de Chinú, a 25 Km. del sitio de construcción de la vía. Los materiales para la construcción de la sub base granular están libres de materia orgánica u otras sustancias perjudiciales. Para garantizar la calidad de los materiales usados se cumplió con toda la Normatividad que el INVIAS exige, además el material se debió ajustar a la

franja granulométrica, para prevenir segregaciones y garantizar los niveles de compactación y resistencia. Ver anexo 3.

El material dio lugar a una curva granulométrica uniforme y sensiblemente paralela a los límites de la franja, sin saltos bruscos de la parte superior de un tamiz a la inferior de un tamiz adyacente y viceversa, y los procedimientos y equipos de explotación, clasificación, trituración, lavado y el sistema de almacenamiento, de los agregados, debieron garantizar el suministro de un producto de características uniformes. Los materiales se dispusieron en un cordón de sección uniforme donde se verificó su homogeneidad, se extendió en una capa de espesor uniforme que permitió obtener el espesor y grado de compactación exigidos.

Una vez que el material de la sub base tuvo la humedad apropiada, se conformó y compactó con el equipo aprobado por el Interventor, hasta alcanzar la densidad especificada. La compactación se efectuó 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 hizo del borde inferior al superior. No se extendió ninguna capa de material de sub base mientras no se realizó la nivelación y comprobación del grado de compactación de la capa precedente, tampoco se ejecutó la sub base granular en momentos en que hay lluvia o fundado temor que ella ocurra.

En la realización de esta capa se prohibió la acción de todo tipo de tránsito mientras no se completó la compactación de forma que no se concentren ahuellamientos sobre la superficie, además se controló que la cota de cualquier punto de la sub base conformada y compactada, no varíe en más de dos (2 cm.) de la cota proyectada, y 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 se admitió variaciones superiores a veinte milímetros (20 mm), para cualquier punto que no esté afectado por un cambio de pendiente. Cualquier irregularidad que exceda esta tolerancia se corrigió con reducción o adición de material en capas de poco espesor, en cuyo caso, para asegurar buena adherencia, se escarificó la capa existente y se compactó nuevamente la zona afectada.

1.2.4. BASE GRANULAR

Este trabajo consistió en el suministro, transporte, colocación y compactación de material de base granular aprobado sobre la sub base. Este material es producto de canteras en Morroa y material proveniente de la trituración de las canteras ubicadas en cercanías al Municipio de Tolú Viejo en proporción 3 a 1 respectivamente.

Se autorizó la colocación de material de base granular cuando la superficie sobre la cual debe asentarse tenga la densidad y las cotas indicadas. Después de que se comprobó que los materiales se ajustaran a las normas y a las especificaciones de los ensayos, se inició la fase de experimentación la cual consistió en verificar el estado de los equipos y determinar, en secciones de ensayo, el método definitivo de preparación, transporte, colocación y compactación de los materiales, de manera que se cumplan los requisitos de cada especificación, para tal efecto, se construyó una o varias secciones de ancho y longitud y en ellas se probó el equipo y el plan de compactación, luego se procedió a tomar muestras de la capa y ensayarlas para determinar su conformidad con las condiciones especificadas de densidad, granulometría y demás requisitos. El material se dispuso en un cordón de sección uniforme, donde se verificó su homogeneidad, como la base se construyó mediante combinación de varios materiales, éstos se

mezclaron formando cordones separados para cada material en la vía, que luego se combinaron para lograr su homogeneidad, este, después de mezclado, se extendió en una capa de espesor uniforme que permitió obtener el espesor y grado de compactación exigidos, de acuerdo con los resultados obtenidos en la fase de experimentación. Los procedimientos de compactación se hicieron de manera igual al realizado en la sub base granular.

1.2.5. IMPRIMACION

Este trabajo consistió en el suministro, transportes, eventual calentamiento y aplicación uniforme de un ligante bituminoso sobre la base terminada, previamente a la extensión de una capa asfáltica. El riego también se colocó sobre las bermas construidas en material granular.

El ligante bituminoso por emplear fue una emulsión asfáltica catiónica de rotura lenta. Para los trabajos de imprimación se requirieron elementos mecánicos de limpieza, como escobas manuales para que la superficie que recibió la imprimación estuviera limpia, libre de polvo, barro seco, suciedad y cualquier material suelto que pueda ser perjudicial, en la vía no se observó la barredora mecánica o sopladora según lo estipulan las especificaciones; luego de este procedimiento se procedió a humedecer la superficie, sin llegar a la saturación, previamente al riego de imprimación.

La imprimación se realizó mediante un carrotanque irrigador de agua y asfalto con el fin de garantizar la aplicación uniforme y constante de cualquier material bituminoso, sin que lo afecte la carga, la pendiente de la vía o la dirección del vehículo. Por la presencia de lluvias en la región, la tardanza en realizar la capa siguiente, y el incremento en el flujo vehicular la calidad de la imprimación se vio afectada con lo cual se hizo necesario

corregirla, para tal procedimiento se hizo necesario la escarificación y recompactación de la capa base.

1.2.6. CONCRETO ASFALTICO (MCD-2)

Este trabajo consistió en la elaboración, transporte, colocación y compactación, de una o más capas de mezcla asfáltica de tipo denso, preparada en caliente, procedente de la planta de asfalto del Consorcio Vías de Colombia ubicado en el Municipio de Tolú Viejo localizado a cuarenta (40) kilómetros aproximadamente del sitio de los trabajos.

En la planta se observó la falta de los requerimientos mínimos que exige el INVIAS; el patio donde se almacenan los agregados no cuenta con la protección necesaria del material granular, observándose un alto contenido de contaminación de los materiales los cuales presentan gran cantidad de materiales orgánicos, además de no poderse controlar la humedad de los mismos en caso de lluvias, en los patios se observó material contaminado con raíces y material orgánico, además el material de las tolvas de dosificación en frío se encontraban rebozadas, permitiendo la contaminación entre los diferentes tamaños y propiciando con ello una gran dificultad para obtener la curva granulométrica de la mezcla asfáltica y poniendo en duda la dosificación de los materiales granulares.

En el momento de la visita se pudo constatar que el tanque de almacenamiento del asfalto había permanecido encendido mas de 24 horas, haciendo que las propiedades del asfalto presenten alteraciones.

En el laboratorio de la planta no se cuenta con formatos claros y disponibles para el registro de los ensayos de laboratorio que se vienen realizando, y no se cuenta con equipos para realizar ensayos de penetración, viscosidad y

punto de llama, no cumpliendo con los mínimos equipos requeridos por la Norma.

La mezcla densa en caliente se diseñó, siguiendo el método Marshall; según se observó en algunos controles realizados se observó que el porcentaje de densificación alcanzado en el terreno es del 92% siendo el porcentaje mínimo especificando de 98% de la medida obtenida al compactar en el laboratorio con la técnica MARSHALL con lo cual se está incumpliendo con las especificaciones. Según el único diseño Marshall presentado por el contratista del proyecto el porcentaje de asfalto de diseño es de 5.5% y se encuentra registrados en los archivos de control de calidad valores por debajo o por encima de este valor, pero extrañamente se encuentra dentro de los niveles de tolerancia. Esto es extraño por que en el terreno prácticamente en toda la longitud pavimentada la carpeta asfáltica presenta exudación y algunas deformaciones en el sentido transversal.

Antes de reiniciar los trabajos se debió recuperar las zonas de imprimación que ya estaban deterioradas y realizar un chequeo de las ondulaciones sobre la superficie de la base antes de aplicar el asfalto, la mezcla no se extendió hasta que se comprobó que la superficie sobre la cual se iba a colocar tuviera la densidad apropiada y las cotas indicadas en los planos o definidas por el Interventor.

Antes de aplicar la mezcla, se verificó que hubiera ocurrido el curado del riego previo, no debiendo quedar restos de fluidificante, ni de agua en la superficie.

La mezcla se transportó a la obra en volquetas hasta una hora del día en que las operaciones de extensión y compactación se pudieran realizar correctamente con luz solar. Durante el transporte de la mezcla se debió

tomar las precauciones necesarias para que al descargarla sobre la máquina pavimentadora su temperatura no sea inferior a la mínima que se requiere, con lo cual se observó que la temperatura de salida de la mezcla asfáltica varía entre 150 y 160 grados centígrados y llega a la obra a una temperatura de 130 grados centígrados, al iniciarse la compactación de la mezcla la temperatura varía entre 90 y 100 grados, de acuerdo con lo anterior debió tenerse en cuenta que la norma indica que cuando el ligante deba ser calentado a más de 150 grados centígrados la cantidad de ligante que se caliente y la duración del calentamiento debieron ser las mínimas necesarias, así mismo la temperatura de compactación de la mezcla asfáltica debió comenzar a la temperatura más alta posible con que ella pueda soportar la carga a que se somete, sin que se produzca agrietamientos o desplazamientos indebidos, se consideró que las temperaturas a las cuales se compactó la mezcla es demasiado baja, propiciando con ello una dificultad en la obtención de la dosificación mínima especificada y dando origen a altos contenidos de vacíos de la mezcla.

La mezcla se extendió con la máquina terminadora, de modo que se cumplan los alineamientos, anchos y espesores señalados en los planos o determinados por el Interventor, la extensión comenzó en el lado inferior en las secciones peraltadas. La mezcla se colocó 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 terminadora y la producción de la planta. La colocación de la mezcla se realizó con la mayor continuidad posible, verificando que la terminadora deje la superficie a las cotas previstas con el objeto de no tener que corregir la capa extendida. En caso de trabajo intermitente, se comprobó que la temperatura de la mezcla que quedó sin extender en la tolva o bajo la terminadora no bajara de la especificada, de lo contrario, debió

ejecutarse una junta transversal. Tras la terminadora se dispuso de un número suficiente de obreros (3) especializados, agregando mezcla caliente y enrasándola, con el fin de obtener una capa que una vez compactada, se ajuste enteramente a las condiciones impuestas en esta especificación. No se permitió la extensión y compactación de la mezcla en momentos de lluvia, cuando hubo fundado temor de que ello ocurriera.

La compactación empezó por los bordes y avanzó gradualmente hacia el centro, excepto en las curvas peraltadas en donde el cilindrado avanzó 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 hubiera sido compactada. Se tuvo especial cuidado en el cilindrado para no desplazar los bordes de la mezcla extendida; aquellos que formaron los bordes exteriores del pavimento terminado, fueron chaflanados ligeramente. La compactación se hizo de manera continua durante la jornada de trabajo y se complementó con el trabajo manual necesario para la corrección de todas las irregularidades que se presentaron. Se cuidó que los elementos de compactación estuvieran siempre limpios y si es preciso, húmedos, no se permitió, sin embargo, excesos de agua. Alcanzada la densidad exigida, el tramo pavimentado se abrió al tránsito tan pronto la capa alcanzó la temperatura ambiente.

En el proyecto actual se observó una baja calidad en esta capa. Varios tramos de la zona ya asfaltada presentó fallas estructurales manifestadas en piel de cocodrilo y grietas longitudinales, además en zonas ya asfaltadas se observó exudación por el alto contenido de asfalto a demás, a pesar de la juventud del pavimento este sufrió desprendimiento del agregado, con lo cual se hizo necesario la reparación de todos estos daños.

1.2.7. OBRAS DE DRENAJE

Se controlaron todos los procedimientos constructivos que garantizaron un buen funcionamiento de las cunetas y alcantarillas, facilitando la rápida evacuación de las aguas de escorrentía sobre la calzada, ya que los malos procesos constructivos de estas conllevan a grados altos de saturación sobre las capas del pavimento, con consecuentes daños en la estructura de los mismos. Se recomendó un riguroso mantenimiento y limpieza de las obras de drenaje, durante la vida útil de la vía para evitar umbrales de falla funcional en el periodo de diseño. Se verificó que las obras de drenaje superficial fueran cubiertas en concreto y sellado de las juntas, con el objeto de evitar infiltraciones al suelo de cimentación, previendo que este sufra expansión que pueda llegar a ocasionar fracturas o deterioro prematuro en las obras de drenaje y en la estructura del pavimento. Las obras de drenaje ejecutadas fueron la construcción de seis (6) alcantarillas de 36" y la de cunetas revestidas en concreto (480 m³).

1.2.8. EMPEDRADO PARA PROTECCION DE TALUDES Y GAVIONES

Se procedió a verificar los procesos constructivos adecuados para la realización de 120 m³ de gaviones y un total de 1030,50 m² de empedrado para protección de taludes, en las zonas donde se observó erosión en los hombros de la vía.

1. 3. CONTROLES REALIZADOS A LAS ACTIVIDADES

- Verificación el estado y funcionamiento de todo el equipo utilizado por el Constructor en la realización de todas las capas del pavimento.
- Supervisión de la correcta aplicación de los métodos de trabajo aceptados.

- Vigilancia en el cumplimiento de los programas de trabajo, y comprobación que los materiales empleados cumplan los requisitos de calidad exigidos por las normas.
- Verificación de la adecuada compactación de todas las capas.
- Realización de medidas para determinar espesores y comprobar la uniformidad de todas las superficies
- Ejecución y verificación de los resultados de los ensayos realizados en el laboratorio
- Verificación de la densidad de las capas compactadas efectuando la corrección previa por partículas de agregado grueso, siempre que ello sea necesario. Este control se realizó en el espesor de la capa realmente construido de acuerdo con el proceso constructivo aplicado.
- Vigilancia de la regularidad en la producción de los agregados de acuerdo con los programas de trabajo.
- Supervisión de la correcta aplicación del método aceptado como resultado de la fase de experimentación, en cuanto a la elaboración y manejo de los agregados, así como la manufactura, transporte, colocación y compactación de la mezcla asfálticas.
- Comprobación de que los tubos, materiales y mezclas para las obras de drenaje, estuvieran de acuerdo con los requerimientos de los planos.
- Medición de las cantidades de obra ejecutadas.

1.4. REUNIONES CON LA COMUNIDAD DEL PROYECTO

Estas reuniones tuvieron como finalidad informar a la comunidad de manera oportuna, pertinente y clara acerca del proyecto en cuestión, y sus respectivos costos, además de servir de canal de comunicación entre la comunidad y el INVIAS, con el fin de atender las quejas, solicitudes e inquietudes que la comunidad tuviera con respecto al proyecto en ejecución.

Para lograr este objetivo se realizaron tres reuniones en la escuela de la comunidad de Sabanalarga, municipio de Sampués; en las cuales se hicieron exposiciones por parte del Interventor del proyecto y la veeduría comunitaria, en este caso la estudiante pasante; también se procedió a realizar encuestas y volantes informativos, en las cuales, de manera general la comunidad expresó su agradecimiento por la realización de la vía por lo que en esta comunidad la presencia de partículas sólidas de aire, enfermedades respiratorias, y accidentes era un problema que a diario aquejaba a esta comunidad. La solicitud más representativa de la comunidad fue la posibilidad de trabajar en el proyecto, como obreros de mano de obra no calificada con lo cual se logró a través de la colaboración de los contratistas dar 20 empleos directos y alrededor de 6 indirectos en la comunidad.

1.5. COMITES TECNICOS

Estos comités se realizaron en las instalaciones del INVIAS, Regional Sucre, cada semana o quincena de acuerdo a los requerimientos del proyecto, con la presencia del Director de la Institución, Interventor del proyecto, Contratistas y Veeduría Comunitaria, en este caso la estudiante pasante. Al final del proyecto acudieron a estas reuniones personal especializado en pavimentos y representantes de INVIAS a nivel Nacional, con el fin de evaluar la calidad final de proyecto. Los temas tratados en estos comités fueron:

- Avance físico de la obra, la cual mostró un representativo atraso con relación al periodo de avance del proyecto, en consecuencia se solicitó prórroga para la terminación del contrato por la presencia constante de lluvias en la región

- Localización de nuevas fuentes de materiales; ya que se presentó grandes longitudes de acarreo, aumentando de manera significativa los costos del proyecto, como también la duración del mismo.
- Control de calidad de los materiales por medio de la revisión constante de los ensayos de laboratorio
- Permisos para la iniciación de las diferentes capas del proyecto; localización topográfica y construcción de alcantarillas y cunetas.
- Verificación de las cotas de las capas del proyecto
- Verificación de las cantidades de obra.
- Recordación de manera reiterativa sobre la importancia de trabajar sobre una longitud no mayor a 1 Km. para todas las capas de la estructura del pavimento.
- Revisión y vinculación de los empleados al sistema de seguridad social,
- Evaluar y revisar la cantidad de señales, sobre todo las preventivas ya que se notó escasez de éstas en la ejecución de las obras.

El principal tema tratado en estos comités fue la falta de calidad de la capa de concreto asfáltico, con lo cual fue necesaria la visita de especialistas en vías a nivel Nacional, dando como solución: la adición de 3cm de concreto asfáltico sobre la capa asfáltica ya realizada o el eventual desprendimiento de toda la capa a lo largo y ancho de la vía y la nueva construcción de ésta. .

CAPITULO II

ARTICULO DE REVISION

INCIDENCIAS DE LAS FALENCIAS DE LAS PLANTAS PRODUCTORAS DE ASFALTO EN LA CALIDAD DE LOS CONCRETOS ASFALTICOS

Articulo elaborado por: Maria Cecilia Monroy

Al principio de los siglos, cuando el hombre apareció sobre la faz de la tierra, era nómada, se trasladaba huyendo de las inclemencias del tiempo y en busca de la caza que era su alimento y resguardo, para él, su familia y su clan. En ese trajinar dio comienzo también a su lucha contra las dificultades y obstáculos que se interponen en sus caminos y que nos ha acompañado desde entonces, hace más de 50.000 años, hasta nuestros días. Posteriormente el hombre se afincó en un lugar, pero descubrió que necesitaba comunicarse con sus congéneres y apareció entonces el trueque y el intercambio, y requirió transportar cargas cada vez mayores que le exigieron utilizar inicialmente animales de carga y a medida que se incrementaban las distancias, vehículos de carga y pasaje, hasta llegar a los vehículos motorizados: Terrestres y aéreos e incluso, hoy en día extraterrestres, que nos sorprenden con su inmensa capacidad y velocidad, pero también simultáneamente se han incrementado las exigencias en la calidad de las vías y las correspondientes dificultades y obstáculos que se interponen en su camino.

Quizás el obstáculo más álgido, de todos los que el hombre ha encontrado en la construcción y mantenimiento de sus caminos, radica en el comportamiento y en las características especiales de los materiales y de los procesos constructivos utilizados. El hombre hábilmente ha ido desarrollando e implementando tecnologías para solucionar dichos problemas, dedicando gran parte de la Investigación y la ciencia humana a

analizar los materiales disponibles y a estudiar sus aplicaciones, para obtener la mejor estructura vial, que se adapte, en cada época y en cada oportunidad a sus requerimientos. En su afán de encontrar estructuras viales, durables y confiables, descuido, hasta hace algunos pocos años, el aspecto económico y el deterioro ambiental que estaba infringiendo a su entorno, incluso abandono y olvido procedimientos básicos y técnicas rutinarias que permitieran el adecuado manejo de los materiales usados.

Las actuales estructuras viales, están constituidas por una serie de capas superpuestas compuestas de materiales cuyas características, requerimientos y exigencias varían de una capa a otra. La función de estas diferentes capas es ir disipando y redistribuyendo las cargas que le infringe el tráfico, de manera tal que en la medida en que dichos esfuerzos van penetrando la estructura, menor será su incidencia en la capa inmediatamente inferior, hasta llegar a la sub rasante o suelo natural, siendo necesario evitar en los diseños, sobrepasar la capacidad portante de este estrato.

La infraestructura vial incide mucho en la economía de nuestro país por el gran valor que tiene en ésta, pues al alto costo de construcción, mantenimiento o rehabilitación hay que adicionarle también los costos que se derivan por el mal estado de las vías ya realizadas, por eso los nuevos ingenieros que se dediquen a esta rama de la profesión se enfrentaran a un reto muy importante que es el de proporcionar estructuras de pavimentos eficaces con presupuestos cada vez mas restringidos. Dentro del contexto del diseño de pavimentos se acepta que el dimensionamiento de estas estructuras permitan que se establezcan las características de los materiales de las distintas capas del pavimento y los espesores, de tal forma que el pavimento mantenga un "índice" de servicio aceptable durante la vida de servicio estimada.

En Colombia, durante la última década del siglo XX, el mal comportamiento de la mayoría de los pavimentos asfálticos, manifestándose en alteraciones de la superficie de rodamiento de los pavimentos (fallas) las cuales afectan la seguridad, comodidad y velocidad con que debe circular el tránsito, fue relacionado con la mala calidad de los cementos asfálticos utilizados para la elaboración de las mezcla. Como respuesta a dicho planteamiento, Colombia ha venido siendo encauzada a utilizar asfaltos modificados, hecho que encarece los costos de producción de las mezclas asfálticas y afecta directamente los menguados presupuestos de inversión del estado, que son dedicados a la construcción de la infraestructura vial.

Este planteamiento simplista, de utilizar asfaltos reprocesados por la industria, ha venido siendo adoptado por parte de algunas instituciones estatales sin antes analizar detenidamente otros factores elementales que inciden en el comportamiento de las mezclas asfálticas, ante la acción del tráfico, como son: la calidad de los diseños por el elevado incremento de las cargas que circulan por las vías y sus frecuencias con respecto a las tomadas en el diseño original, además de métodos de diseños que resultan inadecuados en la actualidad y la incorrecta valoración de las características de los materiales empleados; factores climáticos desfavorables presentándose en forma de lluvias prolongadas, creando insuficiencia en los sistemas de drenaje utilizados, grado de trituración de los materiales pétreos, deficiencias en lo procesos constructivos y en la calidad de los materiales, sus procesos de elaboración y métodos constructivos utilizados, junto a esto se agrega problemas en algunas zonas del país por el agotamiento de materiales adecuados en las proximidades de las vías en construcción, obligando a mayores distancias de acarreo, y la eventual falta de calidad en las mezclas asfálticas ya que al llegar a los sitios de trabajo estas se encuentran a bajas temperaturas, además de problemas técnicos en la

elaboración y producción de los concretos asfálticos cuando estas se realizan en plantas de mezclado sin tener en cuenta las limitaciones que estas ofrecen en su operación. Por tales razones existe una necesidad urgente de optimizar el empleo de materiales, maquinaria y mano de obra especializada en las tareas de construcción.

En todos los métodos de diseño de pavimentos se acepta que durante la vida útil de la estructura se pueden producir dos tipos de fallas, la funcional y la estructural. La falla funcional se deja ver cuando el pavimento no brinda un paso seguro sobre él, de tal forma que no transporta cómoda y seguramente a los vehículos y su corrección se logra con capas asfálticas delgadas que desde el punto de vista estructural aportan poco. La falla estructural esta asociada con la pérdida de cohesión de algunas o todas las capas del pavimento de tal forma que éste no puede soportar las cargas a la que esta sometido. No necesariamente las dos fallas se producen al tiempo; en este caso se hará referencia a la falla estructural.

La falla estructural en un pavimento se presenta cuando los materiales que conforman la estructura, al ser sometida a repeticiones de carga por acción del tránsito, sufren un agrietamiento estructural relacionado con la deformación o la tensión horizontal por tracción en la base de cada capa; en este sentido la falla se relaciona la deformación o la tensión producida con el número de repeticiones admisibles; esto se denomina falla por fatiga o sea por repeticiones de carga.

Cuando una determinada falla alcanza cierta magnitud, evoluciona a otro tipo de falla mayor presentándose una combinación de fallas, por ejemplo, es posible que la presencia de asentamientos en la vías no corregidos, permite que se formen fisuras de pequeña magnitud, que con el tiempo se interconectan formando un sistema tipo piel de cocodrilo, el cual permite

ingreso de agua y como consecuencia la posterior degradación y desintegración del pavimento, este tipo de falla puede tener varias causas, entre las cuales está la falta de calidad en la producción de concreto asfáltico, por lo cual se hace necesario la reparación de esta capa por medio de la colocación de una sobrecapa para prolongar la vida del pavimento, aumentando en forma considerable los costos de las vías.

Otra forma de falla es la pérdida de película de ligante presente en las vías por la falta de calidad en el concreto asfáltico y en los procesos usados para su elaboración por la deficiencia de adherencia del ligante con los agregados pétreos, y la cantidad insuficiente de asfalto en la mezcla, acción del agua y un aumento considerable del tránsito.

Coincidentalmente, con el inicio del período de aparición frecuente de fallas en los pavimentos asfálticos, se sucedió en Colombia un incremento sustancial en la utilización de las plantas de mezclado en el tambor, que se caracterizan por efectuar las labores de secado y mezclado de los agregados, en un tambor rotatorio, y en una sola operación secuencial. Las plantas de asfalto o de mezcla en el tambor son conjuntos para la producción de mezcla asfáltica en caliente, normalmente compuestas por una unidad de fríos conformada por una o varias tolvas, en donde se almacenan agregados con gradación específica, que luego son alimentados en proporciones predefinidas a un tambor rotatorio en donde, en su primera parte, se secan por acción de los gases calientes generados por un quemador, para luego, en la segunda sección, mezclarse con asfalto adecuadamente dosificado. Es muy significativo que muchas de ellas presenten los siguientes problemas que afectan la calidad de las mezclas: Imprecisiones en dosificación, secado incompleto, oxidación del asfalto, generación de humo azul y deficiencias en el mezclado.

Imprecisiones en la dosificación

Las plantas de mezclado en el tambor no cuentan con una unidad de gradación en caliente y la deseada se obtiene en frío mediante la dosificación al granel de los diferentes tamaños de agregados procesados durante la trituración. Esta dosificación se hace utilizando tolvas que almacenan los diferentes tamaños de los agregados requeridos, que fluyen por gravedad hacia una banda transportadora, previa graduación de las compuertas de salida. La banda transportadora conduce los agregados (a su humedad natural, ya dosificados) al tambor secador-mezclador, donde se les adiciona el asfalto y se obtiene la mezcla deseada. Esta banda debe estar dotada de sensores que permitan conocer el peso del material gradado, y su humedad, con que están siendo suministrados al tambor secador. Adicional a este factor se presenta la mezcla de los agregados en los tambores por el rebosamiento que hacen los productores en las tolvas y la no separación adecuada de estas con el fin de aumentar y suplir los requerimientos diarios de asfalto para las vías en construcción.

Secado incompleto

Para hablar de éste tema es necesario tener en cuenta los siguientes dos aspectos:

- La máxima temperatura de secado de los áridos no debe sobrepasar la temperatura óptima de aplicación del asfalto, indicada por el proveedor. Si se supera éste límite, el cemento asfáltico que se adiciona a los áridos en el proceso de mezclado corre el riesgo de oxidarse al absorber la excesiva temperatura de los agregados y quedar expuesto a lámina de "película delgada". Así mismo la temperatura de calentamiento del cemento asfáltico no debe sobrepasar la anotada.

- Los tambores secadores están diseñados para almacenar y extraer un máximo de volumen de vapor de agua, que resulte del proceso de secado de los áridos. Si se supera éste máximo, el vapor de agua puede condensarse dentro del mismo barril secador y volver a humedecer los materiales. Por lo tanto, existe una máxima humedad a la cual pueden llegar los agregados a los tambores secadores y así mismo una máxima cantidad de ellos que puede ser secada, de tal manera que no se produzca un exceso de vapor de agua que supere el máximo de diseño del barril y no se origine la condensación a que se hizo referencia.

En las plantas de mezclado en el tambor, cuando se emplean materiales que superan determinado grado de humedad natural, éstos llegan a la sección de mezclado secos superficialmente, pero el vapor de agua proveniente de los intersticios no ha tenido tiempo de disiparse debido a la falta de recorrido en condiciones abiertas, y cuando el asfalto le es aplicado no se adhiere correctamente. Más aún, en la mayoría de éste tipo de plantas, cuando los agregados entran a muy altas humedades, el vapor de agua que se genera en la sección de secado y que es extraído a lo largo del tambor pasando a través de la mezcladora, puede condensarse en ésta última y caer en forma de gotas sobre los materiales que están siendo mezclados, coadyuvando adversamente a la buena adherencia del cemento asfáltico con los agregados, agravando la situación.

Oxidación del asfalto y generación de “humo azul”

Estas son ocurrencias no deseables que se presentan por el manejo del asfalto a temperaturas incorrectas: dependiendo de sus características los asfaltos comienzan a oxidarse a temperaturas en el orden de los 160 °C y como consecuencia baja la calidad de la mezcla. Simultáneamente las colas

de hidrocarburos que quedan en el asfalto en el proceso de destilación del petróleo comienzan a salir en emisiones de coloración azul que son altamente contaminantes y que impregnan los elementos de control de polvo ya sean el agua circulante o las mangas de los filtros acarreado pérdidas en eficiencia de los mismos cuando no su destrucción total.

La corrección a estos problemas se consigue desde dos frentes que son complementarios entre sí: una mayor longitud en el tambor con lo que el asfalto entra en contacto con los humos calientes cuando estos han bajado suficientemente su temperatura, y un control estricto de la misma, mediante acciones automáticas sobre el ingreso de materiales, de combustible y de asfalto, En efecto: un incremento en la entrada de agregados o en la humedad de los mismos baja la temperatura de los humos y, una disminución en la cantidad o en la humedad la suben; una variación en el combustible la sube o la baja en una manera extremadamente sensible.

Un buen sistema de control debe realizar, como mínimo, las siguientes acciones:

- Detectar temperaturas de asfalto, combustible y gases
- Reaccionar a las variaciones de estas variables con suficiente celeridad.
- Particularmente en lo que a temperatura de gases atañe, estar en condiciones de actuar inicialmente sobre el combustible y, sólo si el efecto de éste no surte el resultado deseado, sobre la alimentación de agregados. La razón de este acierto estriba en el tiempo de respuesta pues mientras el del combustible es de 10 segundos o menos el de los materiales es de un minuto o más.

Deficiencias en el mezclado

Ya hemos visto como un secado incorrecto conlleva humedad residual en los agregados con la imposibilidad consecuente de lograr un buen mezclado. Adicionalmente, éste último se logra con un buen contacto entre los agregados secos y el asfalto caliente, a la temperatura adecuada, lo que se consigue mediante la acción de paletas adecuadamente diseñadas y un suficiente tiempo de residencia, lo que en buen castellano quiere decir que, tomadas las correcciones para los defectos anteriormente estudiados, se tiene la solución a los problemas de mezclado. De todas maneras debe tomarse en cuenta que nada es corregible oportunamente si la falla no se detecta en forma igualmente oportuna. Esto quiere decir que es indispensable, para conseguir buenos resultados con una planta, estar en condiciones de realizar un pronto diagnóstico de la mezcla o lo que es lo mismo, tener y utilizar un laboratorio adecuadamente dotado.

De manera general las plantas productoras de asfalto se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

Una vez triturados y clasificados los materiales en las diferentes fracciones debe ser almacenados bajo techo, para que pierdan humedad y estén protegidos contra la lluvia, hasta alcanzar humedades inferiores al 4% para que puedan ser manejados adecuadamente en las tolvas en frío (obtención de flujo uniforme por gravedad a través de las bocas de las tolvas, en especial la de la arena).

La dosificación de cada una de las diferentes fracciones debe hacerse utilizando las tolvas en frío, en forma separada, y graduando el flujo de ellas a la banda alimentadora del tambor secador, de tal manera que se obtenga la gradación especificada para la mezcla.

Se debe limitar el contenido máximo de humedad de los agregados pétreos, que le son suministrados al tambor secador, a un máximo del 6% (humedad crítica), para evitar que se presenten los problemas de falta de adherencia y buen recubrimiento de las partículas, por parte del cemento asfáltico. En general cuando se sobrepasa éste máximo contenido de humedad la mezcla obtenida es de baja calidad, caracterizándose por su poco brillo, falta de adherencia puntual del cemento asfáltico y carencia del olor característico de una buena mezcla.

Es indispensable que la planta posea los dispositivos que permitan la medición del flujo de materiales húmedos que le llegan al tambor secador, así como también el medidor de la humedad de los materiales, para poder conocer el peso seco de ellos y así poder graduar correctamente el suministro del cemento asfáltico.

Es evidente que el adecuado control de calidad de los materiales usados para construcción de pavimentos es una condición necesaria para asegurar el buen comportamiento de una carretera, en términos de los niveles de deterioro esperados. Es fundamental mantener la interacción entre las especificaciones de calidad de los materiales y el comportamiento de los pavimentos de manera que se tenga una retroalimentación continua. Esto no será posible sin un adecuado seguimiento de nuestras carreteras que permita contar con un Banco de Información capaz de proporcionar la información necesaria a nuestras actividades del proyecto, diseño, construcción y conservación de carreteras.

BIBLIOGRAFIA

MONTEJO, Alfonso. "Ingeniería de pavimentos para carreteras". Universidad Católica de Colombia. Bogotá 1998.

SABOGAL, Fernando S. "Pavimentos". Tomo I, Universidad La Gran Colombia. Bogotá 1992.

ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCION DE CARRETERAS, Santa fe de Bogotá, D. C., 1998 Y 2002.

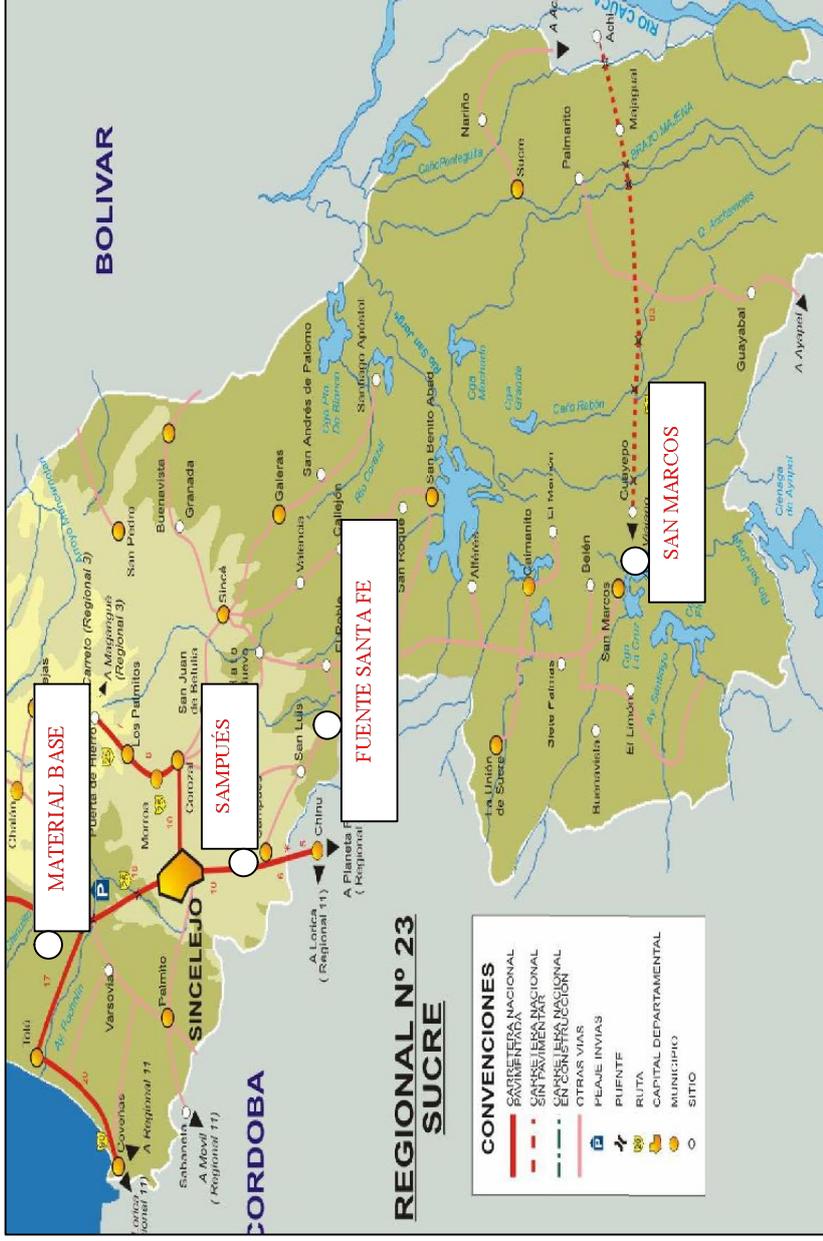
ANEXOS

ANEXO 3. ENSAYOS REALIZADOS A LOS MATERIALES DE LAS DIFERENTES CAPAS DEL PAVIMENTO DE ACUERDO A LAS ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCION DEL INSTITUTO NACIONAL DE VIAS.

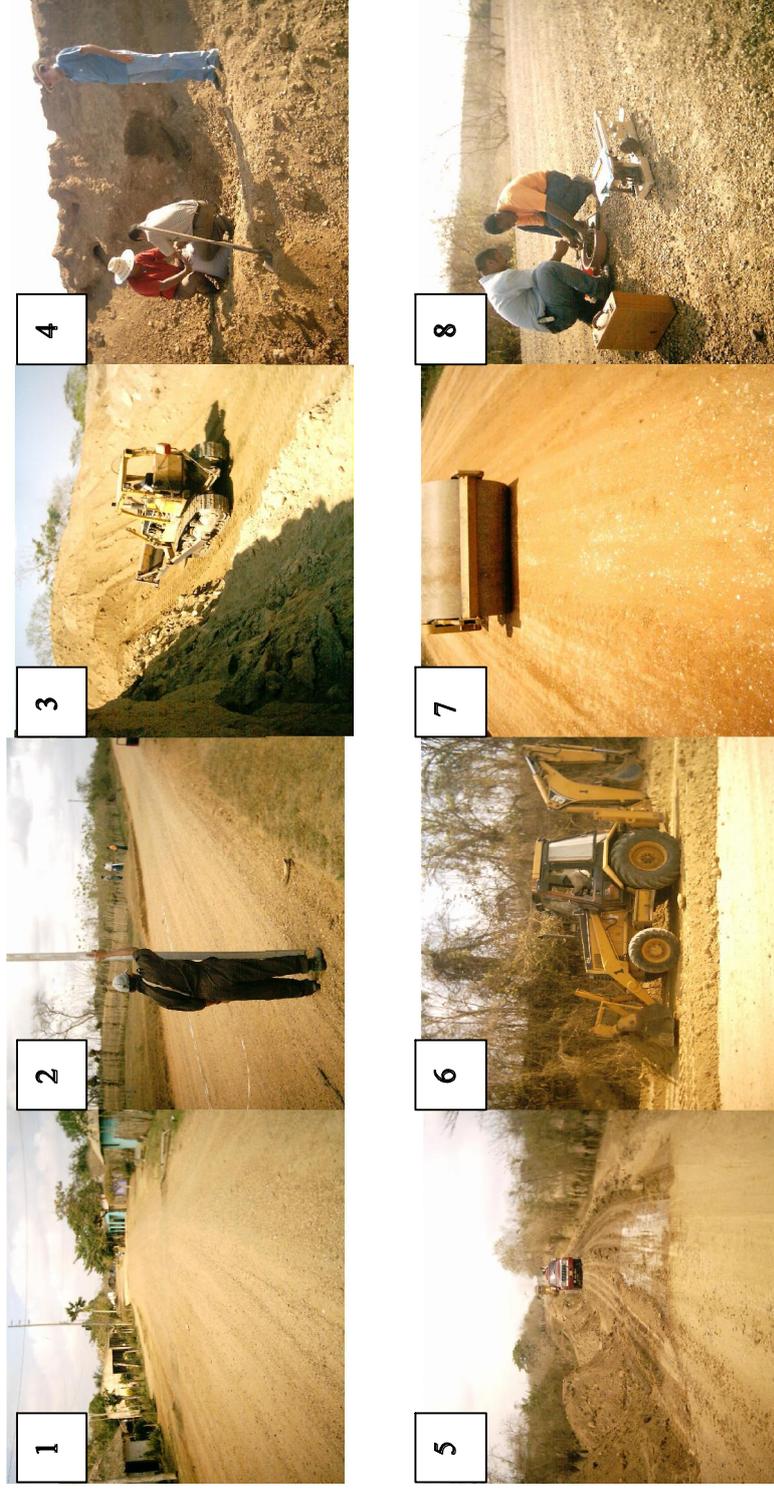
ACTIVIDADES ENSAYOS	SUB RASANTE	SUB BASE GRANULAR	BASE GRANULAR	CARPETA ASFALTICA
Granulometría, según norma de ensayo INV E-123.	Los resultados se encuentran dentro de los límites inferior y superior que especifica la norma. La curva granulométrica es uniforme y sensiblemente paralela a los límites de la franja.	Los resultados se encuentran dentro de los límites inferior y superior que especifica la norma. La curva granulométrica es uniforme y sensiblemente paralela a los límites de la franja.	Los resultados se encuentran dentro de los límites inferior y superior que especifica la norma. La curva granulométrica es uniforme y sensiblemente paralela a los límites de la franja.	La curva granulométrica que se registra se encuentra fuera de las especificaciones en los tamices mas gruesos (3/4 a 1/2 pulgadas), en los intermedios entre el tamiz No 4 y el tamiz no 10 y finalmente en la fracción fina (tamiz No 80 y No 200). Así el recorrido de la curva de gradación va la limite inferior de la especificación al limite superior de la misma en la fracción gruesa a intermedia para finalmente colocarse en el limite inferior.
- El límite líquido y el índice plástico, de acuerdo con las normas de ensayo INV E-125 y E-126, respectivamente.	Los valores se encuentran alrededor de 30 y 8 respectivamente. Estos valores están dentro de los límites para materiales adecuados para el límite líquido y índice plástico, ya que son < 40 y < 15 respectivamente.	La plasticidad, de conformidad con las normas de ensayo INV E-125 y E-126. Rango : entre 0,90 a 0,93. Cumple con la norma. Los valores deben ser < = 6	Los valores se encuentran alrededor de 2. Estos valores están dentro de los límites para índice plástico, ya que son < = 3 .	x
- La resistencia y expansión, mediante la prueba CBR, según norma de ensayo INV E- 148	Los valores están alrededor de 51,20 para CBR, y expansión de 0. Están entre los límites normales ya que la norma especifica que se debe ser > 10 para suelos seleccionados, y 0 para expansión.	Alrededor del 95% Cumple con la norma ya que los requisitos exigen que sea 20,30 ó 40 min	Alrededor del 95% Cumple con la norma ya que los requisitos exigen que sea 80 % min.	x

Desgaste de Los Angeles, según la norma de ensayo INV E-218 y E-219	X	No se realizo	Alrededor de 27,52. Esta dentro del limite normal, ya que es 40% max.	El valor obtenido es de 20%. Cumple con la norma, la cual especifica que es de 30% max
- El contenido de materia orgánica del suelo, de acuerdo con la norma INV E-121.	No se realizo	X	X	X
Equivalente de arena, según norma INV E-133	x	Alrededor de 61% Cumple con la norma, ya que el porcentaje permitido es de 25 % min.	No se realizo	Se obtuvo un resultado del 65% . con lo cual se observa que cumple con lo especificado que es un valor del 50% mínimo
- Las pérdidas en el ensayo de solidez en sulfato de sodio o de magnesio, según la norma INV E-220.	x	Con sulfato de sodio Agregado grueso: 1,56 % Agregado fino 2,73 %. Los valores se encuentran entre los limites permitidos ya que son : del 12 % max.	Con sulfato de magnesio dio un resultado entre 10,33 y 7,63. Los valores se encuentran entre los limites permitidos ya que son : del 118 % max.	Se obtuvo como resultado valores entre 6.5 y 7,2%. Valores que cumplen ya que el valor permitido en la norma es del 12% max.
Determinación de la proporción de partículas fracturadas mecánicamente en el agregado grueso, según norma INV E- 227	x	x	Dio un resultado de 73,1 %. Esta dentro de los requisitos de la norma, ya que esta especifica que es del 50% min.	Se obtuvo un resultado del 76%. Cumple con lo especificado ya que es un 75% mínimo.
Determinación de los índices de aplanamiento y alargamiento, según norma INV- E-230	x	x	No se realizo	Dio un resultado entre el 13% y el 23%. Con lo cual se cumple con la especificación ya que es un porcentaje de 30% máximo.

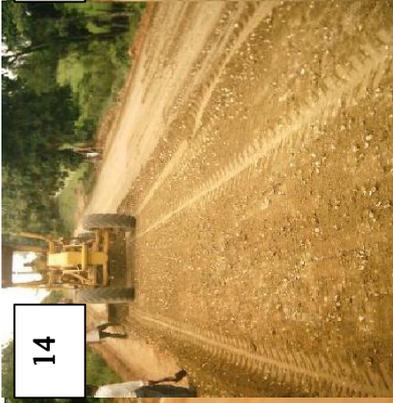
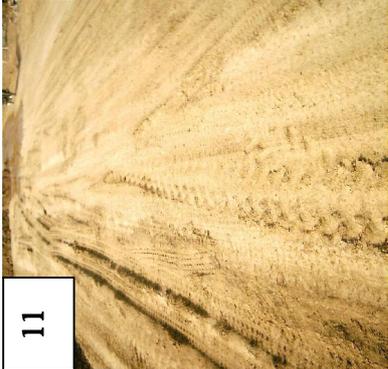
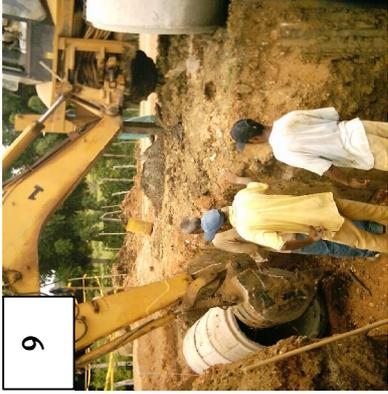
ANEXO 1. LOCALIZACION DEL PROYECTO



ANEXO 2. REGISTRO FOTOGRAFICO



1. Estado de la vía al inicio del proyecto
2. Diseño geométrico y trazado de la vía
3. Cantera de Jairo Ospino para material de sub rasante
4. Toma de muestras para ensayos del material del sub rasante
5. Conformación y colocación del material
6. Conformación y colocación del material
7. Compactación de la sub rasante
8. Toma de densidades a la sub rasante



9. Colocación de alcantarillas de 36"

10. Construcción de cunetas

11. Presencia de fallas en la sub rasante

12. Material de sub base cantera Santa Fe.

13. Conformación y colocación de la sub base

14. Conformación y colocación de la sub base

15. Compactación de la sub base

16. Toma de densidades de la sub base



17



18



19



20



21



22



23



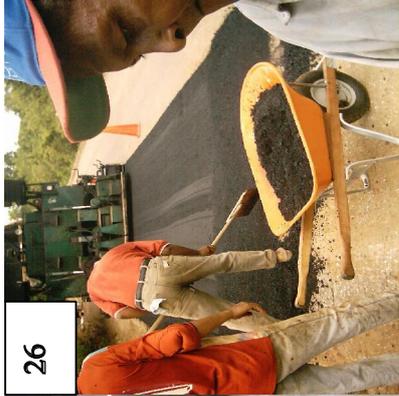
24

- 17. Conformación y colocación de la base
- 18. Conformación y colocación de la base
- 19. Toma de densidades
- 20. Preparación para la imprimación

- 21. Imprimación de la vía
- 22. Imprimación de la vía
- 23. Fallas en la Imprimación
- 24. Planta productora de concreto asfáltico



25



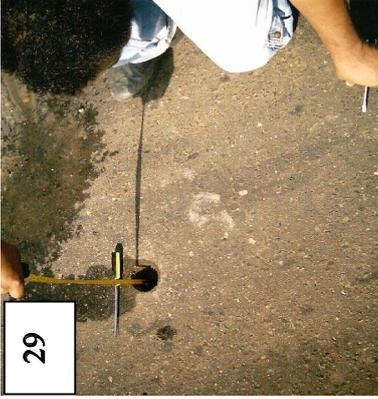
26



27



28



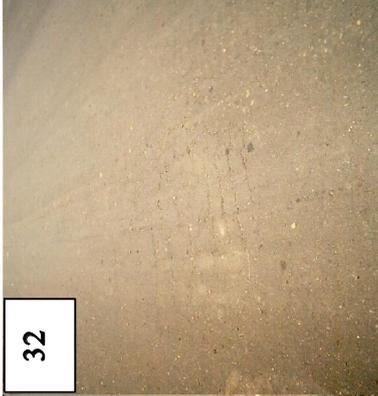
29



30



31



32

- 25. Ensayos de laboratorio a la mezcla asfáltica
- 26. Colocación, conformación y compactación de la capa de concreto asfáltico
- 27. Conformación, colocación y compactación de la capa de concreto asfáltico

- 28. Control al espesor del concreto asfáltico
- 29. Toma de núcleos sobre el concreto asfáltico (determinación de espesores)
- 30. Perdida del ligante en la capa de concreto asfáltico
- 31. Presencia de grietas en el concreto asfáltico
- 32. Piel de cocodrilo en el concreto asfáltico



- 33. Presencia de deformaciones en la vía
- 34. Señalización de la vía
- 35. Empedrado para la protección de la vía
- 36. Reuniones con la comunidad

