



**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA**

**INGENIERO AUXILIAR EN EL MEJORAMIENTO Y PAVIMENTACIÓN DE
LA CARRETERA SANTA ANA-MOCHOA, TRAMO PUERTO CAICEDO-
PUERTO UMBRÍA, PUTUMAYO. RUTA 45, TRAMO 4502, MODULO 1.**



IÓN ANDER TORO NARVAEZ

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA
POPAYÁN
2009**



UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA

**INGENIERO AUXILIAR EN EL MEJORAMIENTO Y PAVIMENTACIÓN DE
LA CARRETERA SANTA ANA-MOCHOA, TRAMO PUERTO CAICEDO-
PUERTO UMBRÍA, PUTUMAYO. RUTA 45, TRAMO 4502, MODULO 1.**



**Presentado por:
IÓN ANDER TORO NARVAEZ**

**PROYECTO DE GRADO PARA OPTAR
EL TITULO DE INGENIERO CIVIL.**

**Director:
Ing. HUGO LEÓN ARENAS LOZANO.**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA
POPAYÁN
2009**



NOTA DE ACEPTACIÓN

El director y jurados del trabajo de práctica profesional “INGENIERO AUXILIAR EN EL MEJORAMIENTO Y PAVIMENTACIÓN DE LA CARRETERA SANTA ANA-MOCHOA, TRAMO PUERTO CAICEDO- PUERTO UMBRÍA, PUTUMAYO. RUTA 45, TRAMO 4502, MODULO 1.” realizada por IÓN ANDER TORO NARVAEZ, una vez evaluado el informe final y realizada la correspondiente sustentación, lo autorizan para que desarrolle las gestiones administrativas para optar por el título de Ingeniero Civil.

Director del Proyecto

Jurado

Popayán, ____ noviembre de 2009



DEDICATORIA

Este trabajo lo dedico a mis padres con todo cariño por su solidaridad, comprensión y apoyo incondicional durante el desarrollo de este trabajo; a mis hermanitos por ser luz y esperanza en los momentos adversos de la vida.



AGRADECIMIENTOS

A Dios, por darme sabiduría y entendimiento
Al grupo de profesores e ingenieros de la facultad de ingeniería civil de la Universidad del Cauca, por sus valiosos conocimientos socializados en el transcurso del pregrado.

Al Ing. Hugo León Arenas Lozano, directora de pasantía, por sus orientaciones oportunas para el logro de este trabajo.

A la legal Unión Temporal Puerto Caicedo, especialmente al Ing. Germán Higuera Vargas, Representante Legal, por su confianza y permitirme desarrollar el trabajo de grado en la entidad y al Ing. Luis Carlos Cortes, Director de Obra, por sus enseñanzas en aras de formar un profesional integro.

A mis amigos y compañeros, y en especial a Harold Miguel Córdoba y Dennis Patricia Guzmán por su apoyo incondicional y motivación.



TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
1. RESUMEN	1
2. INTRODUCCIÓN	2
3. OBJETIVOS	3
3.1 Objetivo general	3
3.2 Objetivos específicos	3
4. GENERALIDADES DEL PROYECTO	4
4.1 Localización	4
4.2 Características técnicas del proyecto	5
4.3 Estado general del tiempo	6
5. INFORMACION DEL CONTRATO DE OBRA	7
5.1 Información general del contrato de obra	7
5.2 Información de la entidad receptora	7
5.2.1 <i>Recursos Humanos</i>	8
5.2.2 <i>Equipo y Herramienta</i>	8
6. DESARROLLO DE LA PASANTIA	10
6.1 Actividades administrativas	10
6.2 Procesos técnicos y constructivos	10
6.2.1 <i>Explotación de materiales</i>	10
6.2.1.1 <i>Fuente de materiales La Carmelita</i>	11
6.2.1.2 <i>Fuente de Materiales Santa Marta</i>	12
6.2.1.3 <i>Posible fuente de Materiales La Joya</i>	13
6.2.2 <i>Producción de materiales para las diferentes capas de la estructura del pavimento</i>	15
6.2.2.1 <i>Plantas de producción</i>	15
6.2.2.1.1 <i>Planta La Carmelita</i>	15
6.2.2.1.2 <i>Planta Santa Marta</i>	17
6.2.2.2 <i>Pedraplén</i>	19
6.2.2.3 <i>Sub-base, SBG-1.</i>	21
6.2.2.4 <i>Base Granular, BG-1.</i>	23
6.2.2.5 <i>Mezcla Densa en Caliente, MDC-2.</i>	25
6.2.3 <i>Construcción de la estructura del pavimento.</i>	27
6.2.3.1 <i>Pedraplén.</i>	27
6.2.3.2 <i>Sub-base, SBG-1.</i>	29
6.2.3.3 <i>Base Granular, BG-1.</i>	31
6.2.3.4 <i>Riego de Imprimación.</i>	35
6.2.3.5 <i>Mezcla Densa en Caliente, MDC-2.</i>	38
6.2.4 <i>Control de calidad de agregados y capas terminadas</i>	42
6.2.4.1 <i>Sub-base Granular, SBG-1.</i>	42
6.2.4.1.1 <i>Control de procedencia.</i>	42
6.2.4.1.2 <i>Calidad del producto terminado.</i>	44



6.2.4.2	Base Granular, BG-1.	45
6.2.4.2.1	Control de procedencia.	46
6.2.4.2.2	Calidad del producto terminado.	48
6.2.4.3	Mezcla Densa en Caliente, MDC-2.	49
6.2.4.3.1	Control de procedencia.	49
6.2.4.3.2	Calidad del producto terminado.	52
7.	ASPECTOS RELEVANTES APRENDIDOS	54
7.1	Aspectos aprendidos en el programa de Ingeniería Civil	54
7.1.1	Pavimentos	54
7.1.2	Materiales	54
7.1.3	Mecánica de suelos	54
7.1.4	Costos de la construcción	54
7.1.5	Construcción	54
7.2	Nuevos aspectos aprendidos	54
7.2.1	Pavimentos	54
7.2.2	Construcción	54
7.2.3	Materiales	55
8.	COMENTARIOS SOBRE LOS OBJETIVOS PLANTEADOS	56
9.	CONTROL DE HORAS	57
10.	CONCLUSIONES.	58
11.	BIBLIOGRAFIA	59
12.	ANEXOS	60



LISTA DE FIGURAS.

	Pág.
1. <i>Figura 1. Muestra la localización del Proyecto</i>	4
2. <i>Figura 2. Planta de asfalto de producción continua</i>	17
3. <i>Figura 3. Analisis granulométrico realizado al material de BaseBG-1</i>	46



LISTA DE TABLAS.

	Pág.
1. <i>Tabla 1. Estructura del Pavimento comprendida entre el K0+000 al K2+400</i>	5
2. <i>Tabla 2. Estructura del Pavimento comprendida entre el K2+400 al K7+000</i>	5
3. <i>Tabla 3. Estructura del Pavimento comprendida entre el K7+000 al K20+900</i>	5
4. <i>Tabla 4. Especificaciones Generales de Construcción M1</i>	6
5. <i>Tabla 5. Datos Generales del Contrato 3378 de 2007</i>	7
6. <i>Tabla 6. Relación Maquinaria y Equipo</i>	8
7. <i>Tabla 7. Franjas granulométricas del material de Sub-base</i>	43
8. <i>Tabla 8. Resumen Ensayos de Laboratorio, Material de Sub-base</i>	43
9. <i>Tabla 9. Densidades de Campo método del Cono de Arena, Material de Sub-base</i>	45
10. <i>Tabla 10. Franjas granulométricas del material de Base</i>	46
11. <i>Tabla 11. Resumen Ensayos de laboratorio, Material de Base</i>	47
12. <i>Tabla 12. Densidades de Campo método del Cono de Arena, Material de Base</i>	49
13. <i>Tabla 13. Franjas granulométricas para mezclas asfálticas en caliente</i>	50
14. <i>Tabla 14. Resumen Ensayos de laboratorio, MDC-2</i>	51



LISTA DE FOTOGRAFIAS

	Pág.
1. <i>Fotografía No.1. Panorámica de la fuente la Carmelita.</i>	11
2. <i>Fotografía No.2 . Explotación de Material Crudo de Rio, Fuente la Carmelita. Rio Putumayo.</i>	12
3. <i>Fotografía No.3. Explotación de material crudo de rio, Fuente Santa Marta. Rio Guineo.</i>	12
4. <i>Fotografía No.4. Explotación de Material del Rio Guineo.</i>	13
5. <i>Fotografía No. Visita técnica fuente la Joya.</i>	14
6. <i>Fotografía No.6. Sobre tamaño, material para Trituración o para gavión.</i>	14
7. <i>Fotografía No.7.Cerramiento lateral con poli-sombra Acopio la Carmelita.</i>	15
8. <i>Fotografía No.8. Equipo para Control de Calidad.</i>	16
9. <i>Fotografía No.9. Planta Trituradora, producción de Triturado para Base y MDC-2.</i>	16
10. <i>Fotografía No.10. Planta de producción de Mezcla Asfáltica.</i>	17
11. <i>Fotografía No.11.Planta Clasificadora.</i>	18
12. <i>Fotografía No.12. Vía de Acceso a la Planta</i>	18
13. <i>Fotografía No.13.Patios de Acopio Material producto de explotación</i>	19
14. <i>Fotografía No.14.Patio, Acopio Sub-base</i>	19
15. <i>Fotografía No.15. Acopio Material Crudo de Rio, Material para Pedraplén</i>	20
16. <i>Fotografía No.16. Material crudo de rio para reemplazo de material</i>	20
17. <i>Fotografía No.17. Filler, ligante para producción de Sub-base</i>	22
18. <i>Fotografía No.18. Producción de Sub-base Granular</i>	22
19. <i>Fotografía No.19. Limpieza de mallas</i>	23
20. <i>Fotografía No.20. Producción de Base Granular</i>	24
21. <i>Fotografía No.21. Mezclado Base +10% de Filler</i>	24
22. <i>Fotografía No.22. Producción de Agregado para MDC-2</i>	25
23. <i>Fotografía No.23. Tolva de alimentación de Agregado para MDC-2</i>	26
24. <i>Fotografía No.24. Producción de MDC-2</i>	26
25. <i>Fotografía No.25.Ampliación y conformación de Pedraplén K9+800</i>	27
26. <i>Fotografía No.26. Material Crudo de Rio acordonado K13+150</i>	28
27. <i>Fotografía No.27. Conformación y compactación de Pedraplén K10+280</i>	28
28. <i>Fotografía No.28 Ancho y Niveles definidos para conformar la Sub-base, K9+630</i>	29
29. <i>Fotografía No.29.Acordonamiento de Sub-base Granular K10+450</i>	30
30. <i>Fotografía No.30.Extendido, Conformación y compactación de Pedraplén K9+940</i>	30
31. <i>Fotografía No.31.Humectación y compactación de Sub-base Granular K10+430</i>	31
32. <i>Fotografía No.32.Conformación primera capa de base de Base Granular K9+750</i>	32
33. <i>Fotografía No.33.Tacos con Anchos y Niveles para conformación de Base Granular K9+750</i>	32
34. <i>Fotografía No.34. Compactación primera capa de base de Base Granular K9+700</i>	33
35. <i>Fotografía No.35. Céreo de Base Granular K9+000</i>	33
36. <i>Fotografía No.36. Céreo de Base Granular K9+450</i>	34
37. <i>Fotografía No.37. Escarificación, re nivelación de Base comprendida entre el K7+600-K7+800</i>	34
38. <i>Fotografía No.38. Remoción de partículas gruesas con escobas manuales K8+710</i>	35
39. <i>Fotografía No.39. Remoción de partículas gruesas con escobas manuales</i>	36



<i>K8+850</i>	
<i>40. Fotografía No.40.Compresor de aire para remoción de polvo K7+060</i>	<i>36</i>
<i>41. Fotografía No.41.Proceso de imprimación K7+000.</i>	<i>37</i>
<i>42. Fotografía No.42. Carro tanque irrigador Provisto de bomba de impulsión por cauda.</i>	<i>38</i>
<i>43. Fotografía No.43.Calentamiento de liga</i>	<i>40</i>
<i>44. Fotografía No.44.Riego de ligaK6+680</i>	<i>40</i>
<i>45. Fotografía No.45.Control de temperatura de llegada y extendido.</i>	<i>41</i>
<i>46. Fotografía No.46. Terminado de Carpeta Asfáltica K8+850.</i>	<i>41</i>
<i>47. Fotografía No.47.Compactación de Carpeta Asfáltica K7+040 Cl.</i>	<i>42</i>
<i>48. Fotografía No.48.Densidad de Campo, Subbase Granular K9+280</i>	<i>45</i>
<i>49. Fotografía No.49.Densidad de Campo, Base Granula K7+380</i>	<i>49</i>
<i>50. Fotografía No.50.Extracción de núcleos, K7+150 CD Carpeta de rodadura construida en su totalidad.</i>	<i>52</i>
<i>51. Fotografía No.51.Evaluación pavimento ubicado entre las abscisasK6+685-K7+000</i>	<i>53</i>



LISTA DE ANEXOS

	Pág.
1. <i>Organigrama de la empresa.</i>	61
2. <i>justificación técnica Adicional</i>	62
3. <i>Acta de visita técnica para uso de explosivos</i>	63
4. <i>Registro de hora y temperatura de llegada, mezcla Asfáltica</i>	64
5. <i>Plan de Inspección y Ensayo establecido para el contrato 3378 de 2007.</i>	65
6. <i>Ensayos realizados al material de sub-base</i>	66
7. <i>Densidades de campo de sub-base</i>	67
8. <i>Ensayos realizados a la base</i>	68
9. <i>Densidades de campo de base</i>	69
10. <i>Ensayos al material de MDC-2</i>	70
11. <i>Reporte de Horas Diarias, control de horas.</i>	71
12. <i>Carta de Finalización de Pasantía.</i>	72



1. RESUMEN

El trabajo de grado, modalidad pasantía, se desarrollo durante los mese de agosto y principios de noviembre de 2009, cumpliendo con el tiempo establecido por la Universidad del Cauca para esta modalidad. Durante este tiempo, se lograron los objetivos planteados para el desarrollo de la práctica profesional y se reforzaron los conocimientos adquiridos durante el proceso de formación académica.

En el desarrollo de la pasantía, se participó activamente en el proceso constructivo del pavimento flexible y se supervisó la calidad de los materiales desde la explotación hasta su colocación en vía.

También, se realizaron funciones administrativas, tales como, la coordinación y ejecución de obra con el ingeniero Director de obra, se realizaron informes técnicos de las fuentes alternativas de materiales, revisión de los informes mensuales de laboratorio, elaboración de la correspondencia enviada a interventoría tratando los diversos temas de ejecución de la obra, y múltiples solicitudes de liberación de tramos por Topografía y Densidades remitidas a interventoría.

Durante el desarrollo de la pasantía se consiguió aplicar los conocimientos adquiridos durante el periodo de formación académica y adquirir nuevos, resultando finalmente una práctica productiva por la experiencia adquirida.



2. INTRODUCCIÓN

El mercado laboral exige competitividad a los ingenieros que están por egresar; el trabajo de grado, modalidad Pasantía, que ofrece la Universidad del Cauca en el acuerdo **Nº 051 de Septiembre 25 de 2001 del consejo Superior**, brinda al estudiante la posibilidad de tener contacto con el mundo laboral y que ponga en práctica los conocimientos adquiridos durante el desarrollo académico de la carrera Ingeniería Civil, en este sentido es allí donde radica la importancia de la Pasantía.

La realización del trabajo de grado como **INGENIERO AUXILIAR** en el **MEJORAMIENTO Y PAVIMENTACION DE LA CARRETERA SANTA ANA-MOCHOA, TRAMO PUERTO CAICEDO- PUERTO UMBRIA, PUTUMAYO. RUTA 45, TRAMO 4502, MODULO 1**, permite lograr los objetivos planteados para el desarrollo de la Práctica Profesional, Modalidad Pasantía, de esta manera el pasante de Ingeniería Civil tiene campo para explorar los problemas que se desarrollan diariamente en la ejecución de la obra y ejercita la imaginación, la curiosidad, la crítica, el análisis e interpretación; la Innovación para producir y construir conocimiento y dar soluciones eficaces para el desarrollo del proceso constructivo y ejecución de obra.



3. OBJETIVOS.

3.1 Objetivo general

Participar de manera activa en los procesos técnicos y administrativos inherentes a los trabajos de mejoramiento y pavimentación de la carretera Santa Ana- Mocoa, Sector Puerto Caicedo-Puerto Umbría, Putumayo. Ruta 45, Tramo 4502, Modulo 1.

3.2 Objetivos específicos

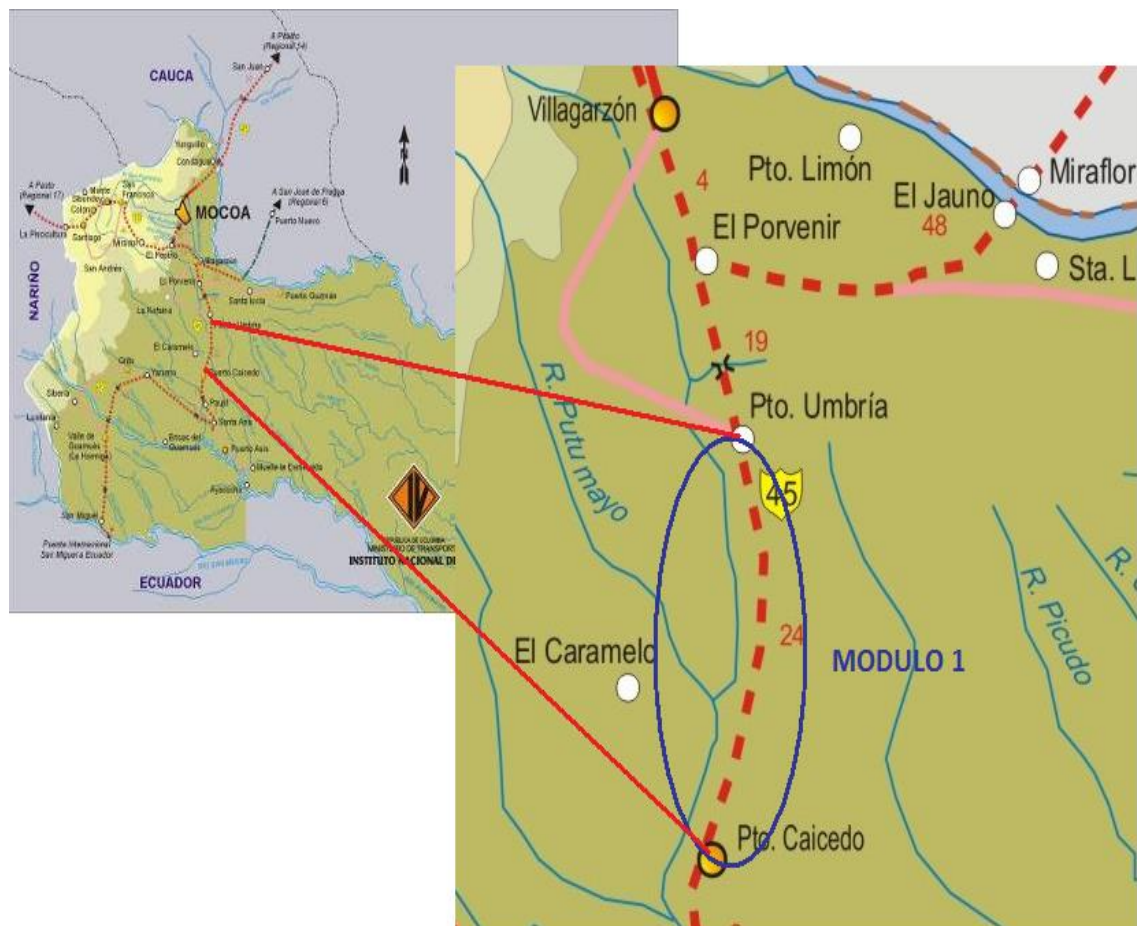
- Participar de manera activa con la colaboración de los ingenieros a cargo en las funciones administrativas.
- Participar en la selección de materiales para las diferentes capas de la estructura del Pavimento Flexible.
- Realizar el control de calidad durante el proceso de elaboración de la mezcla asfáltica.
- Realizar el control de calidad en la construcción de las diferentes capas del pavimento flexible.
- Adquirir experiencia poniendo en práctica la base teórica aprendida durante el desarrollo académico y de esta manera reforzar el conocimiento con el fin de una formación integral.
- Presentar informes parciales cada mes del desarrollo de la pasantía y un informe final conforme a lo estipulado por la Universidad, realizando su respectiva sustentación.

4. GENERALIDADES DEL PROYECTO

4.1 Localización

El proyecto está localizado en el Departamento del Putumayo y forma parte del corredor vial que comunica Bogotá – Mocoa – Villagarzón – Puerto Caicedo – Santa Ana – Puente Internacional San Miguel en la frontera con el Ecuador. El corredor vial corresponde a la Vía Santa Ana – Mocoa, ruta 45, tramo 4502, entre los municipios de Puerto Caicedo y Puerto Umbría, con una Longitud total de 20.92 Kilómetros correspondientes al modulo 1.

Figura 1. Muestra la localización del proyecto





4.2 Características técnicas del proyecto

De acuerdo a los ajustes realizados por la Interventoría, Consorcio Tao Delta, a los diseños, se tiene que:

Módulo 1: Puerto Caicedo – Puerto Umbría L= 20.92 Km

Para este sector se obtuvo la siguiente sectorización para la pavimentación:

Tabla 1. Estructura del Pavimento comprendida del K0+000 al K2+400

MDC-2 (cm)	Base granular (cm)	Sub-base granular (cm)
10	25	15

Tabla 2. Estructura del Pavimento comprendida del K2+400 al K7+000

MDC-2 (cm)	Base granular (cm)	Sub-base granular (cm)
7,5	20	15

A partir del K7+000, La Gerencia de Grandes Proyectos del Instituto Nacional de Vías aprobó la estructura de pavimento el día 22 de Agosto de 2009, quedando los siguientes espesores:

Tabla 3. Estructura del Pavimento comprendida del K7+000 al K20+900

TRAMO	CATEGORIA	MDC-2 (mm)	Base granular (mm)	Sub-base granular (mm)	Granular Remanente (mm)
K7+000 –K8+000	R5-S1-T1	100	250	400	340
K8+000 –K9+500	R5-S1-T1	100	250	400	390
K9+500 –K10+000	R5-S1-T1	100	250	400	580
K10+000 –K11+240	R5-S1-T1	100	250	400	400
K11+240 –K12+000	R5-S1-T1	100	250	400	560
K12+000 –K13+260	R5-S1-T1	100	250	400	400
K13+260 –K14+250	R5-S1-T1	100	250	400	400
K14+250 –K15+000	R5-S1-T1	100	250	400	250



K15+000 –K15+740	R5-S4-T1	75	150	250	640
K15+740 –K17+000	R5-S2-T1	100	200	300	350
K17+000 –K19+500	R5-S1-T1	100	250	400	350
K19+500 –K20+900	R5-S1-T1	100	250	400	350

Para la construcción del modulo 1, se cuenta con las siguientes especificaciones.

Tabla 4. Especificaciones Generales de Construcción M1

PARAMETRO	VALOR
TIPO DE TRANSITO	T.M.
T.P.D. (año 2.030) promedio	432
CLASE DE TERRENO	Plano a ondulado
VELOCIDAD DE DISEÑO	30- 60 K.P.H.
CALZADA	7.00 m.
BERMA CUNETAS	0.85 m.
CORONA PAVIMENTO	8.7 m.
PENDIENTE MAXIMA	9%
RADIO MINIMO	27.26 m.
PERALTE MAXIMO	8 %
LONGITUD MIN DE CURVA VERTICAL CONVEXA	30 m
LONGITUD MIN DE CURVA VERTICAL CONCAVA	30 m
DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA	53.37 m
DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PASO	150 m.
ANCHO MINIMO DE ESTRUCTURAS	8.70 m.
GALIBO MAXIMO PARA ESTRUCTURAS	3.0 m, teniendo en cuenta las condiciones actuales.

4.3 Estado general del tiempo

Durante el desarrollo de la pasantía, el clima predominante en el municipio de Puerto Caicedo fue seco, salvo algunos días de lluvias. Cabe anotar que las cuencas del río Putumayo y el río Guineo se vieron afectadas por el aumento en las precipitaciones y afectaron la canalización que se venía adelantando en el lugar donde extrae el material para la construcción del proyecto. También, estas precipitaciones afectaron la conformación y entrega por densidades y topografía de las capas de la estructura del pavimento, y la construcción de la carpeta de rodadura.



5. INFORMACIÓN CONTRATO DE OBRA

5.1 Información general del contrato de obra

A continuación se muestra la información y datos más importantes del contrato (Tabla 5).

Tabla 5. Datos Generales del Contrato 3378 de 2007

Contratista	UNION TEMPORAL PUERTO CAICEDO
Modulo 1	Puerto Caicedo – Puerto Umbría.
Sistema de contratación	Por precios unitarios
Longitud	20.92 km
Valor Básico Construcción	\$ 16.280.449.671
Valor Prov. adición y ajustes	4.027.898.494
IVA(16% sobre utilidad)	\$129.973.428
Total Modulo 1	\$ 20.438.321.593
Plazo etapa de Construcción	22 meses
Fecha Orden de Iniciación	01 de Febrero de 2008.
Fecha de Suspensión 1	17 de Noviembre de 2008
Fecha de Reinicio 1	22 de Enero de 2009
Fecha de Terminación	7 de Marzo de 2010.

5.2 Información de la entidad receptora.

En noviembre de 2007 **La Unión Temporal Puerto Caicedo**, conformada por Auli Fernando Velandia Medina, Hifo S.A. y Esgamo Ltda., presentó una propuesta para la licitación pública SGT-GGP-100-2007 abierta por el INSTITUTO NACIONAL DE VIAS- **INVIAS** para el **Mejoramiento y Pavimentación de la carretera Santa Ana – Mocoa, sector Puerto Caicedo - Villagarzón. Putumayo RUTA 45 TRAMO 4502**, dividida en dos módulos Puerto Caicedo- Puerto Umbría y Puerto Umbría – Villagarzón.

El contrato fue adjudicado a la Unión Temporal mediante resolución número 06396 de Diciembre 18 de 2007.

El 27 de Diciembre de 2007 fue suscrito el contrato N° INVIAS- 3378-2007 celebrado con el INVIAS para el Mejoramiento y pavimentación del módulo 1 del proyecto en mención.

Mediante reunión de la junta de socios se determinó que para el presente contrato se seguirían los lineamientos del sistema de gestión de la calidad de Hifo S.A.



5.2.1 Recursos humanos.

La UTPC cuenta con el personal técnico calificado y mano de obra no calificada para la ejecución y desarrollo de la obra. Las líneas de autoridad se encuentran establecidas en el Organigrama. (**Anexo 1**).

- ✓ Especialista Ambiental
- ✓ Profesional en Gestión de Calidad
- ✓ **Ingeniero Director de Obra**
- ✓ Residente de Obra
 - Ingeniero Auxiliar
- ✓ Residente Ambiental
- ✓ Residente Social
 - Promotor Social
- ✓ Auditor Interno de Calidad

5.2.2 Equipo y herramienta

La UTPC dispone de todo tipo de equipo mecánico (estático y móvil) para el desarrollo de la obra, además del personal especializado en el manejo de dichos equipos y los laboratorios de control de ejecución y producción. También, dispone de la logística en las instalaciones de la vereda el Bagre, y en el sitio denominado Santa Marta en el K09+700LI. en el Municipio de Puerto Caicedo.

En el presente período se contó con el equipo que se relaciona a continuación:

Tabla 6. Relación Maquinaria y Equipo

RELACIÓN DE EQUIPO DISPUESTO EN LA OBRA			
MODULO I (PLANTA Y VÍA)			
CANT	DESCRIPCIÓN	ESTADO	ESPECIFICACIÓN
1	Cargador CATERPILLAR 966	BUENO	Producción de material y Manejo de Patio
1	Cargador HITACHI	MANTENIMIENTO	
1	Cargador CATERPILLAR 950	BUENO	Producción de material y Manejo de Patio.
1	Retro cargador CAT 320E	BUENO	Planta y vía
2	Retro excavadora KOMATZU PC 200	BUENO	Planta y Vía
2	Retro excavadora HITACHI 200-4	BUENO	Planta y Vía
2	Motoniveladora CHAMPION 720.	BUENO	Nivelación de terreno, céreo de estructura de pavimento.
1	Moto niveladora CATERPILLAR 140	BUENO	Nivelación de terreno, céreo de estructura de pavimento
1	Vibro compactador BITELLI	BUENO	Compactación de estructura de pavimento.
1	Vibro compactador DYNAPAC CA-25	BUENO	Compactación de estructura de pavimento
1	Vibro compactador INGERSOLL RAND DD 110	BUENO	Compactación de MDC2



UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA

RELACIÓN DE EQUIPO DISPUESTO EN LA OBRA			
MODULO I (PLANTA Y VÍA)			
CANT	DESCRIPCIÓN	ESTADO	ESPECIFICACIÓN
1	Finisher Blow Knox	BUENO	Colocación y extendida de carpeta asfáltica.
1	Compactador de llantas DRESSER	BUENO	Terminado de pavimento
1	Carro tanque	BUENO	Humectación de material en vía
1	Trituradora FACO ALLIS	BUENO	Transformación de Agregados
1	Clasificadora Extec	BUENO	Transformación de Agregados
1	Planta de Asfalto	BUENO	Producción de MDC2
1	Generador Cummins	BUENO	Generación de Energía
1	Generador PERKINS	BUENO	Generación de Energía
1	Generador CATERPILLAR	BUENO	Generación de Energía
1	Generador KAMA	BUENO	Generación de Energía
2	Equipo de Soldadura.	BUENO	Reparaciones Varias
1	Equipo de imprimación	BUENO	Imprimación
2	Compresor	BUENO	Colocación carpeta asfáltica
10	Volquetas Sencillas	BUENAS	Extracción y Cargue de Agregados
1	Volqueta Fuera de Vía (Super astra)	BUENA	Extracción de Agregados
11	Volquetas Doble Troque	BUENAS	Cargue de Agregados
1	Tracto Camion Mack	BUENO	Movilización de Maquinaria y equipo
2	Camionetas Nissan 2400 cc	BUENAS	Movilización Personal
1	Camioneta Toyota Hilux	BUENA	Movilización Personal
2	Camiones NPR	BUENO	Movilización Personal, Materiales y Combustibles



6. DESARROLLO DE LA PASANTÍA

Las Actividades realizadas durante el desarrollo de la pasantía fueron las siguientes.

6.1 Actividades administrativas

Dentro de las funciones administrativas, se realizó la coordinación y ejecución de obra bajo supervisión del ingeniero Director de obra, de igual manera, se realizaron informes de visitas a las posibles fuentes de materiales, revisión de los informes mensuales de laboratorio, elaboración de la correspondencia enviada a interventoría, tratando los diversos temas de ejecución de la obra, y múltiples solicitudes de liberación de tramos por Topografía y Densidades remitidas a interventoría.

También, se efectuó el comité de Veeduría del mes de octubre, donde se realizó una visita técnica y se trataron temas de avance del proyecto e inquietudes del desarrollo y ejecución del contrato.

Se realizó un registro fotográfico y de video detallado del avance de la obra, registro que se hacía llegar a la coordinadora del proyecto.

Por otro lado, se hizo el documento de la justificación técnica y ejecución presupuestal del adicional solicitado para dar cumplimiento con el objeto contratado (**Anexo 2**).

Se hizo una visita técnica para uso y manejo de explosivos; se efectuó una descarga controlada utilizando explosivos para realizar el corte localizado en el K9+940 costado derecho, para constancia de esta actividad se anexa el acta de visita técnica, (**Anexo 3**).

6.2 Procesos técnicos y constructivos

Durante el desarrollo de la pasantía constantemente se realizó documentación Técnica del proyecto y Especificaciones INVIAS 2007. Igualmente, se estudió la Fundamentación y principios de calidad, y además se realizó un estudio minucioso de los diseño de la estructura del Pavimento a construir.

6.2.1 Explotación de materiales

Para la explotación de materiales se contaban con dos fuentes y otras posibles alternativas; el primer frente explotación se encuentra localizado en la vereda El Bagre, Cantera La Carmelita de donde se obtuvo el material a procesar para mezcla asfáltica, concretos y base granular BG-1, el segundo frente de extracción corresponde a la Fuente denominada Santa Marta ubicada en el

K9+700 CI de donde se extrajo material denominado Crudo de río, utilizado en el mejoramiento de la subrasante y también para obtener Sub-base, piedra para filtro y piedra para gaviones en el proceso de clasificación.

6.2.1.1 Fuente de Materiales La Carmelita

Se encuentra ubicada sobre la vía que comunica a Puerto Caicedo y Puerto Asís, aproximadamente a 5.9 Km del inicio del proyecto, costado derecho, lugar de ubicación de la Planta de Trituración y Producción de Mezcla Asfáltica, denominada La Carmelita.

El material corresponde a un depósito aluvial del río Putumayo, conformado por bloques y cantos de roca en matriz arenosa limosa. El sitio de explotación se encuentra a 1.5 Km de la planta en dirección al río Putumayo. Este material está siendo empleado en la producción de base granular y concreto asfáltico tipo MDC-2.



**Fotografía No.1
Panorámica de la fuente la Carmelita**



Fotografía No.2
Explotación de Material Crudo de Rio,
Fuente la Carmelita, Rio Putumayo

6.2.1.2 Fuente de Materiales Santa Marta

El segundo frente de explotación de materiales corresponde a la Fuente Santa Marta ubicada en el K9+700 Cl. Se supervisó la canalización del río Guineo y el aprovechamiento del material resultante para la construcción de la vía; material extraído es acopiado en la planta Santa Marta, ubicada en la misma abscisa, cuando los niveles de dicho río lo permiten.



Fotografía No.3
Explotación de material crudo de rio,
Fuente Santa Marta. Rio Guineo



Fotografía No.4
Explotación de Material del Rio Guineo

Se realizó la supervisión de la canalización del río Guineo y aprovechamiento del material resultante para la construcción de la vía; material acopiado en la planta Santa Marta, se extrajeron aproximadamente 12000m³ de material suelto en el mes de agosto de 2009 reflejados en los avances de la obra. Durante el mes de septiembre las precipitaciones aumentaron sobre la cuenca del Río Guineo y Putumayo aumentando sus niveles y por esta razón los últimos días del mes no se pudo extraer material; sin embargo, con el existente en acopio se dio avance a la obra.

Cuando se laboró con un solo frente de trabajo, se explotaron aproximadamente 1300m³ de material crudo de río diariamente, iniciando la jornada a las 5 am y terminando 6:30 pm. Durante el mes de octubre, se intensificó la explotación de material, debido a los requerimientos de la obra y a que los meses de lluvia estaban por llegar. Por esta razón, se cuenta con dos frentes de explotación, provistos de retroexcavadora y volquetas creando un circuito continuo para optimizar la maquinaria, duplicando el material extraído.

6.2.1.3 Posible fuente de Materiales La Joya

La fuente La Joya, se encuentra sobre el K12+000 en sentido del avance de la obra, localizada sobre la margen izquierda del río Guineo a 500 m de la vía principal. En la fuente se encuentra material para pedraplén, trituración y producción de sub-base y base. Además, se encuentra también llenante mineral (filler), empleado en la fabricación de la mezcla asfáltica.

El acceso se realiza por la vía que comunica la vereda la Joya con la vereda Albania hasta un desvío a 200 m, margen izquierda en sentido la Joya - Albania, por el cual se retoma una vía de acceso existente, la cual se debe

adecuar, y se realizará la construcción de 300 m de vía adicionales hasta el lugar de explotación.



**Fotografía No.5
Visita técnica fuente la Joya**



**Fotografía No.6
Sobre tamaño, material para
Trituración o para gaviones**

El material de esta fuente tiene las mismas características del de la Fuente Santa Marta, por ser de arrastre del río Guineo. Este lugar se tiene como una posible fuente de extracción.

6.2.2 Producción de materiales para las diferentes capas de la estructura del pavimento

6.2.2.1 Plantas de Producción

6.2.2.1.1 Planta La Carmelita

La planta denominada la Carmelita, se encuentra ubicada sobre la vía Puerto Caicedo-Puerto Asís, a 5.9 km del casco urbano de Puerto Caicedo, esta cuenta con la logística, maquinaria y equipo necesario para la producción de granulares para Base y Mezcla Asfáltica, y Mezcla Densa en Caliente, tipo MDC-2.



Fotografía No.7
Cerramiento lateral con poli-sombra
Acopio la Carmelita

Además, se encuentra el laboratorio de Suelos y Pavimentos, provisto de los equipos necesarios para realizar el autocontrol y control de Calidad de la mezcla asfáltica, de los granulares empleados para Sub-base y Base, y para materiales dispuestos para fabricación de concretos hidráulicos.



Fotografía No.8
Equipo para Control de Calidad

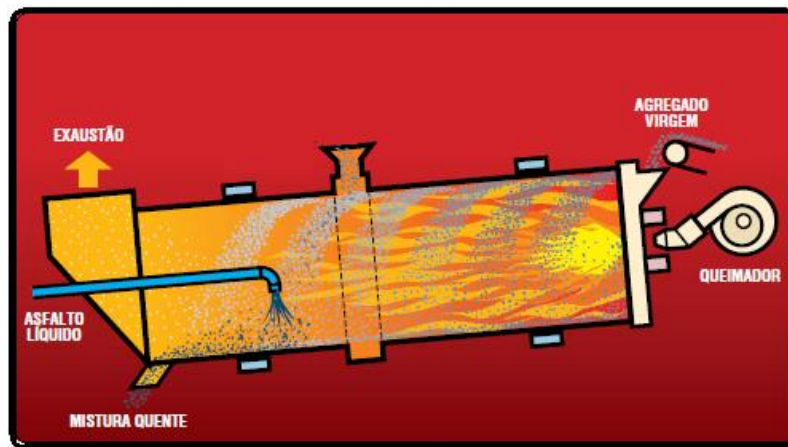
Cuenta con una Planta trituradora, marca Faco Allis, modelo Azteca IV, donde los materiales se disponen en una tolva de alimentación y por vibración pasan a una mandíbula trituradora produciéndose de esta forma la trituración primaria; después, el material es conducido por bandas transportadoras a un cono de trituración produciéndose la trituración secundaria.



Fotografía No.9
Planta Trituradora, producción de
Triturado para Base y MDC-2

También, se encuentra la planta para Producción de Mezcla Asfáltica marca Faco Allis, modelo DM 522 B. Planta continua provista de tambor secador mezclador, como se muestra en la figura 2, que se emplea en la construcción de la carpeta de rodadura de la estructura del pavimento.

Figura 2. Planta de asfalto de producción continua



Fotografía No.10
Planta de producción de Mezcla Asfáltica

6.2.2.1.2 *Planta Santa Marta*

Se encuentra ubicada en el K9+700 CI, en sentido del avance de la obra, dispone de amplios patios para el acopio de materiales producto de la explotación de crudo de río y del proceso de clasificación sub-base, material para filtro, material para trituración. Cuenta con un cerramiento con polisombra y vías de acceso adecuadas para los frentes de explotación y para el transporte de materiales hacia la vía, así como también, dispone de patios para el parqueo de la maquinaria y el equipo empleado en la construcción y para el acopio de material producto de la explotación de cantera o de la producción.



Fotografía No.11
Planta Clasificadora



Fotografía No.12
Vía de Acceso a la Planta



Fotografía No.13
Patios de Acopio Material producto de Explotación



Fotografía No.14
Patio, Acopio Sub-base

6.2.2.2 Pedraplén

El material para pedraplén, es crudo de río explotado en la fuente Santa Marta, con tamaño máximo de 8", porcentaje en peso de las partículas que pasan el tamiz 1" inferior al treinta por ciento (30%) y el porcentaje en peso de las partículas que pasan el tamiz No 200 inferior al quince por ciento (15%), se utiliza en el mejoramiento de la subrasante y para el reemplazo puntual de material (Cajeos), para soportar el pedraplén y la estructura del pavimento.

Una vez realizada la ampliación de la vía, se examina el tipo de suelo y en acuerdo con la interventoría se determina realizar o no el reemplazo del material, con el fin de garantizar la estabilidad del pavimento.

Al inicio de la pasantía la obra tenía un atraso en tiempo de 2 meses debido a que no se contaba con la explotación de materiales y los trabajos realizados en la vía se retrasaron; una vez reiniciado la actividad de Explotación de crudo de río, en la fuente Santa Marta, el avance de obra fue satisfactorio y se pudo continuar con las labores de pedraplén.



**Fotografía No.15.
Acopio Material Crudo de Rio, Material para Pedraplén**



**Fotografía No.16.
Material crudo de rio para reemplazo de material**



6.2.2.3 Sub-base, SBG-1

Se produce en la planta Santa Marta, donde se encuentra la planta Clasificadora marca Extec, su producción fue interrumpida en múltiples ocasiones debido a fallas mecánicas que presentó la Clasificadora y también por falta de cargadores para alimentar la tolva de distribución de la clasificadora; esto se reflejó en el avance de la construcción y conformación de sub-base.

Optimizada la planta clasificadora, se coordinó y supervisó la producción. En cuanto a la coordinación de la producción, se preveía el consumo de combustible y lubricantes demandados por los equipos de tal manera que por falta de estos no se detuviera la producción de SBG.

La clasificadora en óptimas condiciones y con dos cargadores dispuestos para esta actividad, uno alimentando la tolva de distribución y el otro desalojando el cono producido, produce en una jornada de trabajo de 700 a 1000m³. Para cumplir con los requerimientos y compromisos fijados por los socios del proyecto INVIAS, USAID y ACCION SOCIAL, se implementaron dos turnos de trabajo para doblar la producción y dar cumplimiento a dichos compromisos.

Debido a que el material crudo de río pasaba directamente del acopio a la clasificadora, la Sub-base producida no cumplía con la especificación en cuanto a granulometría por falta de finos; motivo por el cual, se buscó un material ligante, para reponer los finos faltantes. La Sub-base producida se liga con filler proveniente de la fuente Santa Marta, material pasa tamiz #200, en una proporción en volumen del diez por ciento (10%) de filler y noventa por ciento (90%) de material Crudo de Río, es decir en campo se repartía una palada del cargador llena de filler en nueve partes sobre el material crudo dispuesto para la clasificación, luego se procedía a pasar este material ligado por la clasificadora y así se producía la Sub-base ligada corrigiendo la ausencia de finos.



Fotografía No.17.
Filler, ligante para producción de Sub-base



Fotografía No. 18
Producción de Sub-base Granular

En la producción de Sub-base ligada con filler, se verificó que la repartición de filler fuera uniforme para evitar que algunos conos de sub-base producidos tengan cantidades excesivas de finos. La clasificadora produce un cono por hora entre 80 m^3 y 100 m^3 ; en este proceso supervisó que las mallas no estuvieran obstruidas impidiendo el rendimiento.



Fotografía No. 19
Limpieza de mallas

6.2.2.4 Base Granular, BG-1

Se produce en la Planta la Carmelita, la elaboración se realiza por medio de la Trituradora FACO ALLIS, empleada para la transformación de agregados.

Para la producción de Base se emplea material de sobre tamaño (Piedra para Gaviones) producto de la clasificación realizada en la planta Santa Marta y transportado hacia la Planta La Carmelita para su posterior trituración.

El material se deposita en la tolva de alimentación y pasa por una trituradora primaria compuesta por una mandíbula de trituración y después es conducido a un cono de trituración y tamizado por la malla con abertura de 1 ½", arrojando el material por un solo chorro.

Se verificó constantemente que el material ligante, filler, empleado en la producción de Base granular, se le hubiera extraído la materia orgánica, tamizándolo manualmente, y que durante el mezclado se disponga del personal denominado "pescadores" para retirar partículas con sobretamaño que puedan influir en la calidad producto. El filler empleado, fue extraído en la fuente la Carmelita, material proveniente del río Putumayo.



Fotografía No. 20
Producción de Base Granular

Se verificó que se mezclara adecuadamente la Base triturada con el diez por ciento (10%) de filler en volumen, para evitar grumos de material fino y que posterior al proceso de conformación, extendido y compactación del material se produzcan fallos.



Fotografía No.21
Mezclado Base + 10% de filler

6.2.2.5 Mezcla Densa en Caliente, MDC-2

Los agregados se producen en la planta La Carmelita, mediante la Trituradora de marca FACO ALLIS, graduando la mandíbula de la trituradora Primaria, de tal manera que el resultado por uno de los chorros sea un triturado pasa tamiz 3/4" y por el otro arena de trituración. En los primeros dos meses, los agregados pétreos para la producción de MDC-2, se mezclaban empleando el treinta por ciento (30%) de triturado, el sesenta por ciento (60%) de arena de trituración y el diez por ciento (10%) de filler. Esta mezcla de materiales suministraba un agregado para MDC-2 bien gradado cumpliendo con la especificación; sin embargo, en planta quedaba demasiado material pasa tamiz 3/4" en acopio ya que la demanda de arena de trituración es mayor y el proceso de trituración arroja mayor cantidad de triturado.

Se optimizó el material sobrante haciendo que la arena de trituración rindiera; de esta manera nos remitimos al artículo de mezclas asfálticas en caliente que dice: "...el agregado fino deberá proceder en su totalidad de la trituración de piedra de cantera o de grava natural, o parcialmente de fuentes naturales de arena. La proporción de arena natural no podrá exceder del quince por ciento (15 %) de la masa total del agregado combinado, cuando el tránsito de diseño en el carril de diseño sea NT3, ni exceder de veinticinco por ciento (25 %) para tránsitos de menor intensidad. En todo caso, la proporción de agregado fino no triturado, no podrá exceder la del agregado fino triturado."¹ Por esta razón, se emplea una proporción en volumen del 35% de triturado pasa 3/4", el 35% de arena de trituración, el 20% de arena natural y el 10% de filler en la producción de MDC-2.



Fotografía No. 22
Producción de Agregado para MDC-2

1. Especificaciones INVIAS, Mezclas Asfálticas en caliente, Artículo 450 – 07, numeral 450.2.1 Agregados pétreos y llenante mineral.



Fotografía No. 23
Tolva de alimentación de Agregado para MDC-2



Fotografía No. 24
Producción de MDC-2

6.2.3 Construcción de la estructura del pavimento

La estructura del pavimento se compone de una superficie de rodadura en concreto asfáltico sobre capas granulares (Base Granular, Sub-Base Granular) y granular existente como subrasante. Los espesores de las capas de penden de la sectorización geotécnica entregada en los diseños.

6.2.3.1 Pedraplén

La primera actividad a realizar en la construcción del pavimento son las explanaciones, que comprenden las ampliaciones para cumplir con el ancho de la vía, iniciando con el replanteo del eje de la vía y ampliaciones a partir del eje 5 metros a cada lado, para realizar la construcción y conformación del pedraplén.

Se emplea material Crudo de Rio, extraído de la fuente Santa Marta, para el mejoramiento de la subrasante. La comisión de topografía fija los niveles y dependiendo de ello se dispone a realizar la conformación en capas.

Para esta actividad se cuenta con moto-niveladora para extendido y nivelación y con equipo de compactación y humectación. En esta labor, se acordona el material, se extiende, se sella y una vez se termine de sellar, se humecta y se compacta.



Fotografía No. 25
Ampliación y conformación de Pedraplén
K9+800



Fotografía No. 26
Material Crudo de Rio acordonado
K13+150



Fotografía No.27
Conformación y compactación de pedraplén
K10+280

Se programó y coordinó con el inspector de obra dispuesto para esta actividad, el personal requerido, la maquinaria y el transporte de materiales, para generar un circuito que permitiera garantizar la optimización del recurso disponible.

Se verificó que el material acordonado se descargara dejando el espacio requerido para la construcción del sub-dren longitudinal, ya que el material que ocupe este espacio es retirado y se desperdiciaría cuando se construya el filtro.

La jornada de conformación de pedraplén en ocasiones se extendía hasta horas nocturnas y se verificaba que la superficie del material extendido quedara completamente sellada evitando de esta manera posibles accidentes.

Una vez conformado el pedraplén se realizó el céreo y se entrega por topografía a la interventoría, verificando que las cotas del terreno estuvieran dentro de las tolerancias establecidas, de presentarse lo contrario se rectificaba la actividad.

6.2.3.2 Sub-Base Granular, SBG-1

La construcción de la Sub-base, dependiendo de la sectorización geotécnica entregada en los diseños, con espesor de 400 mm se realizó en dos capas, Iniciándose a partir del K8+000 y logrando desarrollar 3.0 km durante la pasantía.

En esta actividad, se verificó el suministro del material y transporte, igualmente se coordinó el personal y la maquinaria empleada en la construcción de la capa.



Fotografía No.28
Ancho y Niveles definidos para conformar la Sub-base
K9+630



Fotografía No.29
Acordonamiento de Sub-base Granular
K10+450

Se supervisó que la colocación del material se hiciera dentro de los 9 metros, ancho definido para la construcción de la Sub-base; por este motivo, se pedía a la comisión de topografía colocar el ancho y marcar en estacas el espesor de la primera capa. Conformada y compactada esta capa, y liberada por densidades, se procedió a construir la capa final realizando el mismo proceso.



Fotografía No.30
Extendido, conformación y compactación de Sub-base Granular
K9+940

Se verificó que el humedecimiento del material se hiciera de manera uniforme y que no perjudicara la capa subyacente; hecho esto se comprobó que se extendiera en todo el ancho previsto y con un espesor uniforme que permita obtener el espesor y el grado de compactación exigido. El proceso de compactación se realizó con vibro-compactador y se verificó que el material se conformara ajustándose razonablemente a los alineamientos y secciones típicas del proyecto.



Fotografía No.31
Humectación y compactación de Sub-base Granular.
K10+430

6.2.3.3 Base Granular, BG-1

La construcción de Base Granular al inicio de la pasantía se encontraba terminada y por entregar del K7+060 al K7+300; la instalación de carpeta de rodadura se dio prácticamente al mes, lo que hizo necesario re conformar y nuevamente realizar el céreo. Durante el mes de agosto realizó la construcción de Base Granular hasta el K8+000, durante el mes de septiembre se construyó base granular a partir del K8+000 hasta el K8+800 y finalizada la pasantía el 5 de noviembre se tenía un avance en la construcción de Base Granular hasta el K10+000.

Durante la construcción de la Base Granular, se coordinó el personal, la maquinaria y equipo necesario para la actividad.

Se verificó que el suministro y transporte del material, producido en la Planta La Carmelita, llegara sin contratiempo al frente de construcción y así evitar atrasos en el avance de obra. Igualmente, se supervisó que la colocación, extendido y conformación se realizara de acuerdo con los alineamientos,

pendientes y dimensiones indicados en los planos y demás documentos del proyecto.



Fotografía No.32
Conformación primera capa de Base Granular K9+750



Fotografía No.33
Tacos con Anchos y Niveles para
Conformación de Base Granular K9+750



Fotografía No.34
Compactación primera capa de base de Base Granular
K9+700

La construcción de la Base Granular se realizó en dos capas debido a que el espesor de base compactada por construir es superior a doscientos milímetros (200 mm). Durante la construcción se supervisó que el espesor de cada capa compacta no resulte inferior a 100mm, ni superior de 200mm para lograr grados de compactación del 100%.



Fotografía No.35
Cerezo de Base Granular K9+000



Fotografía No.36
Cereo de Base Granular K9+450

Una vez conformada cada capa de Base Granular, se realizó un recorrido para verificar que el material extendido mostrara una distribución granulométrica uniforme, sin segregaciones evidentes ni fallos puntuales; si estos existían se escarificaba, re conformaba y nivelaba nuevamente la superficie.



Fotografía No.37
Escarificación, re nivelación de
Base comprendida entre el K7+600-K7+800

6.2.3.4 Riego de imprimación.

El riego de imprimación, consistió en el suministro, transporte, y aplicación uniforme de emulsión asfáltica sobre una superficie granular terminada, Base Granular. El trabajo incluye también, el suministro y la aplicación de un agregado fino para la protección de la superficie imprimada, arena natural fina, una vez se produzca el rompimiento de la emulsión.

La Emulsión Asfáltica empleada en el riego de imprimación es de rotura lenta tipo CRL-1, diluida en agua hasta tener una concentración aproximada del 40%.

Se verificó que la superficie a imprimir estuviera libre de polvo, barro seco, suciedad y cualquier material suelto que pudiera ser perjudicial para la adherencia. En el proceso desarrollado, se emplearon escobas manuales para la remoción del material granular grueso suelto y se utilizó el equipo mecánico de limpieza para la remoción de polvo: compresor de aire.



Fotografía No.38
Remoción de partículas gruesas con escobas manuales.
K8+710



Fotografía No.39
Remoción de partículas gruesas con escobas manuales.
K8+850



Fotografía No.40
Compresor de aire para remoción de polvo.
K7+060



Fotografía No.41
Proceso de imprimación K7+000

Se verificó que la arena natural dispuesta para la protección eventual de la superficie imprimada, estuviera exenta de polvo, terrones de arcilla u otros materiales objetables².

Se comprobó que el carro tanque irrigador cumpliera con las exigencias mínimas que garantizaran la aplicación uniforme y constante de la emulsión asfáltica.

-
2. Especificaciones INVIAS, Mezclas Asfálticas en caliente, Artículo 420-07 riego de imprimación, numeral 420.2.2 Agregado de protección



Fotografía No.42
Carro tanque irrigador
Provisto de bomba de impulsión por cauda

6.2.3.5 Mezcla Densa en Caliente, MDC-2

Durante el inicio de la pasantía, la construcción de la carpeta de rodadura en concreto asfáltico, tipo MDC-2, tenía un avance hasta el K6+685 CD y K6+845 CI; durante el mes de Agosto, se instaló carpeta asfáltica con un espesor de capa de 7.5 cm hasta el K07+000 LD, por el carril izquierdo en sentido de avance del proyecto no se tuvo avance, debido a que después de la última producción, la Planta de asfalto presentó fallas mecánicas en la bomba de inyección de asfalto.

La producción de asfalto del día 6 de agosto, fue rechazado 1 viaje de 14m³, por tener una temperatura de 230°C, y se extendieron 2 con temperatura de producción de 200°C, por lo cual el tramo quedó en observación. La interventoría ofició a la UT Puerto Caicedo, suspendiendo por completo la producción de mezcla hasta que no se contara con un control de temperatura para los agregados; por lo cual se realizaron reparaciones en la planta en el transcurso del mes y entre los días 28 y 29 de agosto de 2009 se hicieron pruebas con áridos para verificar el control de la temperatura aprobando la producción con el condicionante de verificar la calidad de los primeros viajes de mezcla asfáltica mediante ensayos continuos de laboratorio.

La estructura del pavimento cambio a partir del K7+ 000, con un espesor de carpeta asfáltica de 100 mm, y durante el mes de septiembre, se realizó la construcción de carpeta asfáltica en primera capa de 5.0 cm desde el K7+000 al K8+450. Debido a que se intensificaron las lluvias durante este mes y se



presentaron fallas mecánicas en la Planta de asfalto, por la bomba de inyección de Asfalto, estuvo paralizada la ejecución de la obra en cuanto a construcción de carpeta de rodadura. Se realizaron reparaciones en la planta en el transcurso del mes, regulándose el contenido de asfalto que por fallas en la bomba de inyección presentaba variaciones.

El avance mas significativo se dio en el mes de octubre, ya que se construyó la carpeta de rodadura hasta el K10+000 en primera capa y se realizó la construcción de la segunda capa desde el K7+000 hasta el K10+000, sobre todo el ancho de calzada.

Durante la construcción de la carpeta de rodadura, se coordinó junto con el director de obra la producción de mezcla asfáltica, iniciando el calentamiento del Asfalto a las 12 am y llevando a los operadores de los cargadores para mezclado del agregado y alimentación de las tolvas de distribución y al “Plantero” a las 2 am, logrando así producción y cargue a las 3 am.

Se programó el número de volquetas para garantizar un circuito constante de tal manera que en la planta de producción de asfalto siempre haya al menos 1 volqueta dispuesta para el cargue y no se ensile la mezcla. Por esta razón, se supervisó el flujo constante de cargue y descargue durante la producción; se disponía de 8 volquetas para tener un flujo normal de las cuales se citaban 2 a las 2:30 am y cada hora de dos en dos y así continuar con el flujo, en caso de necesitar de otras volquetas se disponía de otras para esta actividad.

Se programaba la cuadrilla de asfalto para que a las 5 am estuviera en el lugar de trabajo, teniendo en cuenta que se programa al “liguero” una hora antes y se deja provisión de ACPM y madera seca (leña) para el calentamiento de la liga. A la misma hora se programaba la provisión de combustible para la maquinaria empleada: Finisher Blow Knox, Vibro compactador INGERSOLL RAND DD 110, Compactador de llantas DRESSER, y la ubicación de los operadores en el lugar de trabajo para la movilización de la maquinaria con el fin de tener todo dispuesto para el descargue y extendido de la mezcla asfáltica.



Fotografía No.43
Calentamiento de liga

Se supervisó que el riego de liga, se realizara de manera adecuada para evitar sobresaltos en la superficie terminada e incomodidad para los usuarios que transitan por la vía.



Fotografía No.44
Riego de liga K6+680

Se verificó la temperatura de llegada, extendido y compactación de la mezcla asfáltica, como constancia se muestran los soportes en el anexo 4.



Fotografía No.45
Control de temperatura de llegada y extendido

Se revisó que el equipo de compactación tuviera aprovisionamiento de agua constante y que estuviera dotado de dispositivos para la limpieza de los rodillos o neumáticos, además, que el rodillo liso no presentara surcos ni irregularidades.



Fotografía No.46
Terminado de Carpeta Asfáltica K8+850 CD



Fotografía No.47
Compactación de Carpeta Asfáltica K7+040 CI

6.2.4 Control de calidad de agregados y capas terminadas

La participación en los ensayos de laboratorio fue de supervisión y elaboración de los informes mensuales, en compañía del laboratorista, entregados a interventoría, donde se relacionaban las pruebas realizadas a los materiales de las capas de la estructura del pavimento. La Supervisión de calidad de agregados, se realizó de acuerdo al Plan de Inspección y Ensayo establecido para el contrato 3378 de 2007. **(Anexo 5)**

6.2.4.1 Sub-base Granular, SBG-1

6.2.4.1.1 Control de procedencia

Material aluvial de río procedente del río Guineo que está siendo procesado por la clasificadora en la planta Santa Marta. A este se le realizaron ensayos de:

- Granulometría
El material de Sub-base granular debe cumplir con la granulometría especificada para SBG-1, a continuación se presenta la tabla 7, donde especifica dicha la granulometría.



Tabla 7. Franjas granulométricas del material de sub-base

TAMIZ		PORCENTAJE QUE PASA	
NORMAL	ALTERNO	SBG-1	SBG-2
50.0 mm	2"	100	
37.5 mm	1 ½ "	70-95	100
25.0 mm	1"	60-90	75-95
12.5 mm	½"	45-75	55-85
9.5 mm	3/8"	40-70	45-75
4.75 mm	No.4	25-55	30-60
2.0 mm	No.10	15-40	20-45
425 µm	No.40	6-25	8-30
75 µm	No.200	2-15	2-15

Fuente. Artículo 320-07, Especificaciones de Construcción de Carreteras INVIAS 2007.

Se elaboró la fórmula de trabajo para sub-base granular empleada en la construcción de la capa de sub-base.

- Equivalente de arena
- Proctor Modificado
- Solidez

En todos los ensayos realizados se supervisó el desarrollo del procedimiento y se dio apoyo técnico en el análisis de resultados, ver Ensayos realizados al Material de sub-base (**Anexo 6**) y se presenta la tabla 8. Resumen de ensayos de laboratorio.

Tabla 8. Resumen Ensayos de laboratorio, Material de Sub-base

mes de agosto de 2009						
CANTIDAD	DESCRIPCION/ENSAYO	NORMA	PROCEDENCIA	No. MUESTRAS	RANGO CUMPLIMIENTO	PORCENTAJE OBTENIDO%
1	GRANULOMETRÍA SUBBASE GRANULAR	E-123	RÍO GUINEO	3	SI CUMPLE	Gravas entre 61 y 63 Arenas entre 34 y 38 Finos entre 1 y 3
2	LIMITES DE CONSISTENCIA SUB BASE GRANULAR	E-125 E-126	RÍO GUINEO	3	SI CUMPLE	NL NP



mes de septiembre de 2009						
CANTIDAD	DESCRIPCION/ENSAYO	NORMA	PROCEDENCIA	No. MUESTRAS	RANGO CUMPLIMIENTO	PORCENTAJE OBTENIDO%
1	GRANULOMETRÍA SUBBASE GRANULAR	E-123	RÍO GUINEO	8	SI CUMPLE	Gravas entre 53 y 67 Arenas entre 29 y 41 Finos entre 2 y 6
2	LIMITES DE CONSISTENCIA SUB BASE GRANULAR	E-125 E-126	RÍO GUINEO	8	SI CUMPLE	No Liquido No Plastico
3	PROCTOR MODIFICADO SUB BASE GRANULAR	E - 142	RÍO GUINEO	2		densidad 2.164 y 2,146 gr/cm, humedad opt 6,4 y 7,7 %
mes de octubre de 2009						
CANTIDAD	DESCRIPCION/ENSAYO	NORMA	PROCEDENCIA	No. MUESTRAS	RANGO CUMPLIMIENTO	PORCENTAJE OBTENIDO%
1	GRANULOMETRÍA SUBBASE GRANULAR	E-123	RÍO GUINEO	3	SI CUMPLE	Gravas entre 61 y 63 Arenas entre 34 y 38 Finos entre 1 y 3
2	PROCTOR MODIFICADO SUB BASE GRANULAR	E - 142	RÍO GUINEO	1		densidad 2.164 gr/cm, humedad opt 8,6 %
3	EQUIVALENTE DE ARENA SUB BASE GRANULAR	E-133	RÍO PUTUMAYO	1	SI CUMPLE	48

6.2.4.1.2 Calidad del producto terminado

Se verificó que la capa de sub-base granular terminada presente una superficie uniforme, sin agrietamientos, baches, laminaciones ni segregaciones.

A cada capa compactada se le realizó ensayos de Densidad de campo, empleando el método de cono de arena, para verificar el grado de compactación y realizar la entregar por densidades a la interventoria. Los

ensayos demostraron que el grado de compactación de la sub-base granular cumplía con la especificación. Ver Densidades de Campo realizadas a la Sub-base Granular en el **anexo 7**.



Fotografía No.48
Densidad de Campo, Sub-base Granular
K9+280

Tabla 9. Densidades de Campo método del Cono de Arena, Material de Sub-base

MES	NORMA	PROCEDENCIA	No. MUESTRAS	RANGO CUMPLIMIENTO	PORCENTAJE OBTENIDO%
AGOSTO	E-161	RÍO GUINEO	5	SI CUMPLE	MAYOR AL 95%
SEPTIEMBRE	E-161	RÍO GUINEO	58	SI CUMPLE	MAYOR AL 95%
OCTUBRE	E-161	RÍO GUINEO	51	SI CUMPLE	MAYOR AL 95%

6.2.4.2 Base Granular, BG-1

Material aluvial (crudo de río) que está siendo mezclado así; 7 paladas del cargador de crudo y 2 de piedra pasados por la trituradora, y posteriormente mezclados con 1 de finos (filler) en la planta la Carmelita.

6.2.4.2.1 Control de procedencia

Se realizó los siguientes ensayos:

- Granulometría
 El material de base granular debe cumplir con la granulometría especificada para BG-1, a continuación se presenta dicha especificación.

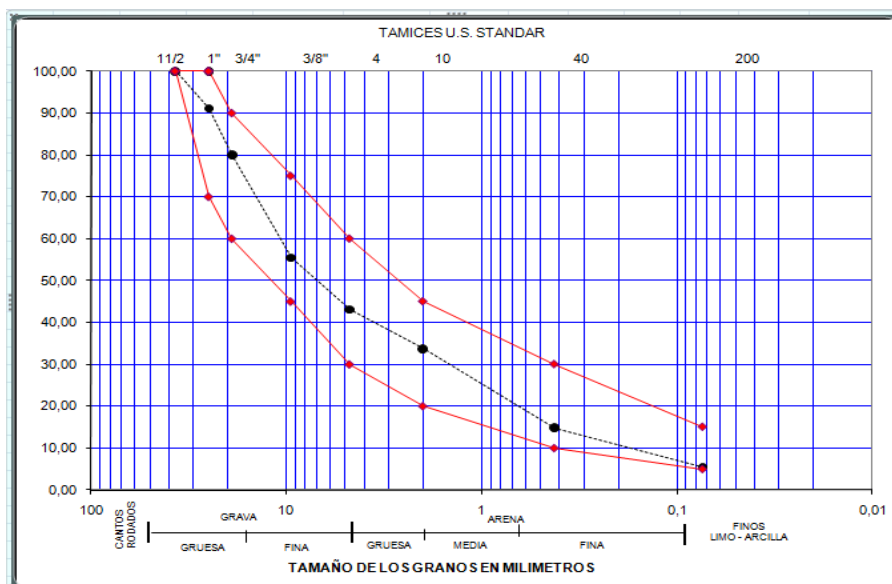
Tabla 10. Franjas granulométricas del material de base

TAMIZ		PORCENTAJE QUE PASA	
NORMAL	ALTERNO	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 µm	No.40	10-30	10-30
75 µm	No.200	5-15	5-15

Fuente. Artículo 330-07, Especificaciones de Construcción de Carreteras INVIAS 2007

Se elaboró la formula de trabajo para la Base granular BG-1 y en las producciones se verificó que la granulometría del material estuviera dentro de la especificación.

Figura 3. Analisis granulométrico realizado al material de BaseBG-1





- Equivalente de arena
- Caras fracturadas
- Proctor Modificado.
- Solidez,
- Desgaste
- Índice de alargamiento y aplanamiento.

Los resultados de los siguientes ensayos mencionados anteriormente se muestran a continuación en la tabla 11.

Tabla 11. Resumen Ensayos de laboratorio, Material de Base

mes de agosto de 2009						
CANTIDAD	DESCRIPCION/ENSAYO	NORMA	PROCEDENCIA	No. MUESTRAS	RANGO CUMPLIMIENTO	PORCENTAJE OBTENIDO%
1	PROCTOR MODIFICADO SUB BASE GRANULAR	E - 142	RÍO PUTUMAYO	1		densidad 2.187 gr/cm ³ , humedad opt 7.6%
mes de septiembre de 2009						
CANTIDAD	DESCRIPCION/ENSAYO	NORMA	PROCEDENCIA	No. MUESTRAS	RANGO CUMPLIMIENTO	PORCENTAJE OBTENIDO%
1	GRANULOMETRÍA SUBBASE GRANULAR	E-123	RÍO PUTUMAYO	4	SI CUMPLE	Gravas entre 57 y 61 Arenas entre 33 y 37 Finos entre 5 y 7
2	LIMITES DE CONSISTENCIA SUB BASE GRANULAR	E-125 E-126	RÍO PUTUMAYO	4	SI CUMPLE	No Liquido No Plastico
3	PROCTOR MODIFICADO SUB BASE GRANULAR	E - 142	RÍO PUTUMAYO	1		densidad 2.164 gr/cm, humedad opt 6,4 %
4	% CARAS FRACTURADAS BASE GRANULAR	E- 227	RÍO PUTUMAYO	2	SI CUMPLE	Entre 57,6 Y 63,2



mes de octubre de 2009						
CANTIDAD	DESCRIPCION/ENSAYO	NORMA	PROCEDENCIA	No. MUESTRAS	RANGO CUMPLIMIENTO	PORCENTAJE OBTENIDO%
1	GRANULOMETRÍA SUBBASE GRANULAR	E-123	RÍO GUINEO	4	SI CUMPLE	Gravas entre 55 y 64 Arenas entre 31 y 39 Finos entre 5 y 6
2	PROCTOR MODIFICADO SUB BASE GRANULAR	E - 142	RÍO GUINEO	1		densidad 2.190 gr/cm, humedad opt 6,9 %
3	EQUIVALENTE DE ARENA SUB BASE GRANULAR	E-133	RÍO PUTUMAYO	1	SI CUMPLE	61
4	% CARAS FRACTURADAS BASE GRANULAR	E- 227	RÍO PUTUMAYO	4	SI CUMPLE	Entre 53 Y 65,2

En la realización de los ensayos se dio asistencia técnica y se colaboró en el procedimiento de ensayo, ver Ensayos realizados al material de base, (**Anexo 8**).

6.2.4.2.2 Calidad del producto terminado

Se verificó que la base granular terminada no presentara segregaciones, laminaciones, ni fallos puntuales y que se garantizara el grado de compactación.

Se realizaron ensayos de densidad de campo en conjunto con interventoria para verificar el grado de compactación especificado y realizar la entrega de cada capa compacta. Ver Densidades de Campo realizadas a la Base Granular en el **Anexo 9**.



Fotografía No.49
Densidad de Campo, Base Granular
K7+380

Tabla 12. Densidades de Campo método del Cono de Arena, Material de Base

MES	NORMA	PROCEDENCIA	No. MUESTRAS	RANGO CUMPLIMIENTO	PORCENTAJE OBTENIDO%
AGOSTO	E-161	RÍO GUINEO	10	SI CUMPLE	MAYOR AL 100%
SEPTIEMBRE	E-161	RÍO GUINEO	43	SI CUMPLE	MAYOR AL 100%
OCTUBRE	E-161	RÍO GUINEO	57	SI CUMPLE	MAYOR AL 100%

Cuando las densidades no cumplían con la especificación, nuevamente se compactaba y se volvía a realizar el ensayo.

6.2.4.3 Mezcla densa en Caliente, MDC-2

6.2.4.3.1 Control de procedencia

Al agregado producto de trituración se le realizó los siguientes ensayos:



- Granulometría
 Se presenta la granulometría requerida para la producción de mezcla densa en caliente, tipo MDC-2.

Tabla 13. Franjas granulométricas para mezclas asfálticas en caliente.

TIPO DE MEZCLA		TAMIZ (mm / U.S. Standard)									
		37.5	25.0	19.0	12.5	9.5	4.75	2.00	0.425	0.180	0.075
		1½"	1"	¾"	½"	⅜"	No. 4	No. 10	No. 40	No.80	No.200
		% PASA									
Densa	MDC-1		100	80 - 95	67 - 85	60 - 77	43 - 59	29 - 45	14 - 25	8 - 17	4 - 8
	MDC-2			100	80 - 95	70 - 88	49 - 65	29 - 45	14 - 25	8 - 17	4 - 8
	MDC-3					100	65 - 87	43 - 61	16 - 29	9 - 19	5 - 10
Semidensa	MSC-1		100	80 - 95	65 - 80	55 - 70	40 - 55	24 - 38	9 - 20	6 - 12	3 - 7
	MSC-2			100	80 - 95	65 - 80	40 - 55	24 - 38	9 - 20	6 - 12	3 - 7
Gruesa	MGC-0	100	75 - 95	65 - 85	47 - 67	40 - 60	28 - 46	17 - 32	7 - 17	4 - 11	2 - 6
	MGC-1		100	75 - 95	55 - 75	40 - 60	28 - 46	17 - 32	7 - 17	4 - 11	2 - 6
Alto módulo	MAM		100	80 - 95	65 - 80	55 - 70	40 - 55	24 - 38	10 - 20	8 - 14	6 - 9

Fuente. Artículo 450-07, Especificaciones de Construcción de Carreteras INVIAS 2007

Al material producto de trituración, se le realizó el análisis granulométrico y se presenta la formula de trabajo con la cual se construyó la capa.

- Equivalente de arena
- Caras fracturadas
- Solidez
- Desgaste
- Índice de alargamiento y aplanamiento

También, a todas las producciones de MDC-2 se les efectuó control de calidad en cuanto a regulación del contenido de asfalto y granulometría, obteniendo resultados satisfactorios en cuanto a granulometría se refiere y variaciones en el contenido de asfalto.



Tabla 14. Resumen Ensayos de laboratorio, MDC-2

mes de agosto de 2009						
CANTIDAD	DESCRIPCION/ENSAYO	NORMA	PROCEDENCIA	No. MUESTRAS	RANGO CUMPLIMIENTO	PORCENTAJE OBTENIDO%
1	EXTRACCION DE ASFALTO	E - 732		3	presenta variaciones	ENTRE 3.8 Y 5.3
2	GRANULOMETRIA DE MEZCLA ASFALTICA	E - 782	RÍO PUTUMAYO	3	SI CUMPLE	% pasa 200 entre(5 – 7)%
mes de septiembre de 2009						
1	EXTRACCION DE ASFALTO	E - 732		28	presenta variaciones	ENTRE 4,1 Y 6,8
2	GRANULOMETRIA DE MEZCLA ASFALTICA	E - 782	RÍO PUTUMAYO	10	SI CUMPLE	Gravas entre 39 Y 43 Arenas entre 49 Y 56 Finos entre 4 y 7
3	% CARAS FRACTURADAS AGREGADOS PARA MEZCLA ASFALTICA	E- 227	RÍO PUTUMAYO	2	SI CUMPLE	91.4
mes de octubre de 2009						
1	EXTRACCION DE ASFALTO	E - 732	RÍO PUTUMAYO	33	presenta variaciones	ENTRE 4,3 Y 6,8
2	% CARAS FRACTURADAS MESCLA ASFALTICA	E - 142	RÍO PUTUMAYO	17	SI CUMPLE	ENTRE 74,5 y 97,6%
3	GRANULOMETRIA DE MEZCLA ASFALTICA	E - 782	RÍO PUTUMAYO	17	SI CUMPLE	Gravas entre 37 Y 46 Arenas entre 48 Y 57 Finos entre 5 y 7
4	EQUIVALENTE DE ARENA AGREGADOS PARA MDC-2	E-133	RÍO PUTUMAYO	1	SI CUMPLE	84

La realización del diseño Marshall, se vio frustrado debido a que la interventoría exigía la calibración de los equipos de laboratorio; la calibración la realizó la empresa PINZUAR LTDA; pero los polinomios de calibración de los equipos llegaron a la UTPC el día 22 de octubre y posteriormente, cuando se procedía a ensayar el Equipo Marshall presento fallas en un contactor y no se pudo realizar esta actividad.

Durante la realización de los ensayos dio asistencia técnica y se supervisó el procedimiento. Ver Ensayos realizados al Material de MDC-2 (**Anexo 10**).

6.2.4.3.2 Calidad del producto terminado

A la Mezcla asfáltica (MDC-2) preparada y procesada en la planta de asfalto La Carmelita, luego extendida y compactada en vía, se le realizó ensayos de: contenido de asfalto (extracción), granulometría, estabilidad, flujo, porcentaje de vacíos, control de temperaturas.

Se realizó extracción de núcleos a la primera capa de la carpeta construida en el K7+000 hasta el K7+350 CI, para verificar el espesor de la carpeta. También se efectuó extracción de núcleos a la capa terminada ubicada entre el K7+000-K7+300 CD, se pudo evidenciar que algunos núcleos no presentaban adherencia entre las dos capas, ya que en el momento de la extracción se desprendieron una de otra; de estas muestras no se tiene resultados de laboratorio debido a que la prensa Marshall presento fallas mecánicas.



Fotografía No.50
Extracción de núcleos, K7+150 CD
Carpeta de rodadura construida en su totalidad

También, durante la pasantía se realizó la evaluación de la mezcla asfáltica colocada en vía, el día 6 de agosto, mezcla que presentaba temperatura de llegada de 200°C y contenido de asfalto variable; este tramo se encuentra actualmente en observación. Se realizó la extracción de núcleos y se levantó una franja de carpeta para tener una muestra representativa para la realización de los ensayos concernientes, hasta el día que termino la pasantía no se tiene resultados de los ensayos.



Fotografía No.51
Evaluación pavimento ubicado entre las abscisas
K6+685-K7+000



7. ASPECTOS RELEVANTES APRENDIDOS

7.1 Aspectos aprendidos en el programa de Ingeniería Civil

7.1.1 *Pavimentos*

- Generalidades, tipos y estructuras de los pavimentos
- Tipo de ensayos realizados para determinar la resistencia del suelo.
- Mezclas asfálticas, diseño Marshall y especificaciones del diseño.
- Compactación requerida en las diferentes capas de un pavimento y controles requeridos en este proceso.

7.1.2 *Materiales*

- Ensayos para evaluar los materiales y con base en los resultados decidir su utilización, tales como granulometría, solidez y desgaste.

7.1.3 *Mecánica de suelos*

- Características de los suelos
- Determinación y análisis del perfil estratigráfico de un suelo
- Análisis de ensayos de Límites de consistencia

7.1.4 *Costos de la construcción*

- Pago de salarios y Prestaciones Sociales.
- Realización de Análisis de Precios Unitarios (APU) de diferentes actividades o ítems.

7.1.5 *Construcción*

- Procesos constructivos de pavimentos flexibles
- Productividad y rendimiento de la maquinaria y equipos de construcción
- Balanceo de maquinaria y equipo de construcción

7.2 Nuevos aspectos aprendidos

7.2.1 *Pavimentos*

- Realización del riego de liga
- Proceso constructivo

7.2.2 *Construcción*

- Procesos de extendido, conformación y compactación de las capas que componen la estructura del pavimento flexible.
- Proceso de colocación de carpeta asfáltica.
- Procesos constructivos de obras para protección de la estructura del pavimento de drenaje como: Filtros longitudinales, alcantarillas, box culver berma-cunetas.



7.2.3 *Materiales*

- Explotación de materiales
- Control de calidad de los materiales y de mezcla asfáltica empleados en la estructura del pavimento según el Plan de inspección y Ensayo para el contrato 3378 de 2007.



8. COMENTARIOS SOBRE LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

- **Participar de manera activa con la colaboración de los ingenieros a cargo en las funciones administrativas.**

COMENTARIO: Durante el desarrollo de la pasantía se realizó esta actividad a diario; coordinando el personal, revisando los informes mensuales de laboratorio y realizando comités de veeduría en acompañamiento con la residente social, residente ambiental, el ingeniero residente de interventoría y la veeduría.

- **Participar en la selección de materiales para las diferentes capas de la estructura del Pavimento Flexible.**

COMENTARIO: Para el alcance del objetivo se realizaron visitas técnicas a las diferentes fuentes de materiales, realizando un registro fotográfico detallado y tomando muestras para su posterior evaluación. Esta actividad se desarrolló en compañía del laboratorista,

- **Realizar el control de calidad durante el proceso de elaboración de la mezcla asfáltica.**

COMENTARIO: Este objetivo se desarrollo a lo largo de todo del periodo de la pasantía, desde la explotación de materiales hasta su colocación en vía. Cabe aclarar que el diseño de mezcla, mediante el método Marshall, no se pudo realizar debido a que no se contaban con la calibración de los equipos de laboratorio y además el equipo Marshall presentó fallas mecánicas.

- **Adquirir experiencia poniendo en práctica la base teórica aprendida durante el desarrollo académico y de esta manera reforzar el conocimiento con el fin de una formación integral.**

COMENTARIO: Este objetivo se alcanzó en su totalidad, como se mencionó en el capítulo 7, se pusieron en practica los conocimiento adquiridos a lo largo del periodo de formación académica y además se aprendieron otros; con lo que se logro adquirir experiencia en el campo laboral para el desarrollo como futuros profesionales.



9. CONTROL DE HORAS

Durante el desarrollo de el trabajo de Grado, modalidad pasantía, se conto con una intensidad horaria de 8 horas de lunes a sábado y domingos 7 horas; en ocasiones la jornada laboral se extendió de acuerdo a las exigencias de la obra. El registro de horas diarias se encuentra soportado por el Formato Reporte de Horas Diarias, las cuales están certificadas por el ing. Jorge West Barreto, administrador de Obra, y al finalizar el mes el soporte es firmado por el ingeniero Director de Obra, ing. Luis Carlos Cortes M.

En el Formato Reporte de Horas Diarias, se describen las actividades realizadas y la intensidad horaria. Ver **Anexo 11**.



10. CONCLUSIONES

- El trabajo de grado como **INGENIERO AUXILIAR EN EL MEJORAMIENTO Y PAVIMENTACION DE LA CARRETERA SANTA ANA-MOCHOA, TRAMO PUERTO CAICEDO- PUERTO UMBRIA, PUTUMAYO. RUTA 45, TRAMO 4502, MODULO 1.** abrió campo para explorar los problemas que se presentan en la ejecución y desarrollo de la obra y dar soluciones eficaces y con criterio que contribuyan continuar con el buen desarrollo de la obra.
- Durante la ejecución de la obra, se presentaron múltiples problemas mecánicos en la maquinaria, lo que impidió el avance normal de la obra. También; la escases de materiales, a principios del desarrollo de la pasantía, retraso el avance de la obra, superados estos inconvenientes y haciendo grandes esfuerzos por parte de los socios de la Unión Temporal Puerto Caicedo, M1; se logro avances significativos cumpliendo durante los meses de Septiembre, Octubre realizando la pavimentación de 3 km, igualmente se pretende llegar a 22 de diciembre al K15+000 con estructura de pavimento completa.
- En la supervisión técnica realizada a la ejecución de los ensayos efectuados a los agregados y el control de calidad, se acataron las recomendaciones técnicas durante el desarrollo de estos.
- Durante la producción de agregados para las diferentes capas del pavimento se realizo el control de calidad, mejorando de alguna manera la calidad de los agregados; Los ensayos de granulometría realizados a la sub-base demostraron que presentaba deficiencia de finos, lo que hizo corregir su ausencia adicionándole material fino ligante, denominado filler, de esta manera, se garantizo que se produzca mayor adherencia entre partículas en el momento de la compactación y no se produzcan segregaciones. Igualmente, paso con la Base Granular, se adiciono filler para mejorar sus condiciones de extendido y compactación.
- Las granulometrías obtenidas de las muestras tomadas para el análisis del contenido de asfalto, durante las extracciones realizadas durante la fabricación de Mezcla asfáltica, siempre estuvieron dentro de la formula de trabajo presentado a la interventora, lo que indica una buena producción, dosificación y mezclado de los agregados empleados en la mezcla asfáltica.



11. BIBLIOGRAFIA

- UNIVERSIDAD DEL CAUCA. Resolución No. 281. Reglamento para trabajos de Grado en la Facultad de Ingeniería Civil. Popayán, 10 de Junio de 2005. Facultad de Ingeniería Civil.
- ARENAS L. Hugo León. Información Personal. Popayán, Julio-Noviembre de 2009. Universidad del Cauca. Departamento de Geotecnia.
- CORTES M, Luís Carlos, Información Personal. Popayán, Julio-Noviembre de 2009. Director de Obra Unión Temporal Puerto Caicedo.
- CORTES M, Luís Carlos, Documentos Generales Proyecto MEJORAMIENTO Y PAVIMENTACION DE LA CARRETERA SANTA ANA-MOCHOA, SECTOR PUERTO CAICEDO-PUERTO UMBRIA, EN EL DEPARTAMENTO DEL PUTUMAYO, RUTA 45, TRAMO 4502-MODULO 1. Puerto Caicedo, Agosto de 2009. Unión Temporal Puerto Caicedo.
- CORTES M, Luís Carlos, Diseños del Proyecto MEJORAMIENTO Y PAVIMENTACION DE LA CARRETERA SANTA ANA-MOCHOA, SECTOR PUERTO CAICEDO-PUERTO UMBRIA, EN EL DEPARTAMENTO DEL PUTUMAYO, RUTA 45, TRAMO 4502-MODULO 1. Puerto Caicedo, Agosto de 2009. Unión Temporal Puerto Caicedo.



ANEXOS



ANEXO N° 1: Organigrama de la empresa.



ANEXO N° 2: justificación técnica Adicional



ANEXO N° 3: Acta de visita técnica para uso de explosivos



**ANEXO N° 4: Registro de hora y temperatura de llegada, mezcla
Asfáltica**



**ANEXO N° 5: Plan de Inspección y Ensayo establecido para el
contrato 3378 de 2007**



ANEXO N° 6: Ensayos realizados al material de Sub-base Granular



ANEXO N° 7: Densidades de campo de Sub-base Granular



ANEXO N° 8: Ensayos realizados a la Base Granular



ANEXO N° 9: Densidades de campo de Base Granular



ANEXO N° 10: Ensayos al material de MDC-2



ANEXO N° 11: Reporte de Horas Diarias, control de horas.



ANEXO N° 12: Carta de Finalización de Pasantía.