



UNIVERSIDAD DEL CAUCA LINDA NATALIA CRUZ LOPEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA

INFORME FINAL DE PASANTIA
PROYECTO PRÁCTICA PROFESIONAL
PASANTE AUXILIAR DE INGENIERÍA EN EL MANTENIMIENTO Y
REHABILITACION DE LAS CARRETERAS MOJARRAS-POPAYAN, RUTA 25
TRAMO 2503 Y VARIANTE DE POPAYAN RUTA 25CCB.



Pasante:
LINDA NATALIA CRUZ LOPEZ
Director de Pasantía:
Ing. CARLOS ALBERTO BENAVIDES BASTIDAS

UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA
POPAYÁN 2015



NOTA DE ACEPTACIÓN

El director y jurado de la Práctica Profesional “PASANTE AUXILIAR DE INGENIERÍA EN EL MANTENIMIENTO Y REHABILITACION DE LAS CARRETERAS MOJARRAS-POPAYAN, RUTA 25 TRAMO 2503 Y VARIANTE DE POPAYAN RUTA 25CCB.”

realizada por LINDA NATALIA CRUZ LOPEZ, una vez evaluado el informe final y la sustentación del mismo, autorizan a la estudiante para que desarrolle las gestiones administrativas para optar por el título de Ingeniero Civil.

Director de Pasantía

Jurado

Jurado

Popayán, 19 de febrero del 2015



AGRADECIMIENTOS

Más que un trabajo de grado este proyecto tiene un valor muy importante para mí, por lo que quiero dar mis más sinceros agradecimientos a quienes intervinieron de una u otra manera en el proceso de mi formación y en esta etapa de mi vida.

Primero que todo quiero dar gracias a Dios por darme la vida, por darme salud y la familia tan maravillosa que tengo, lo que me ha permitido luchar día a día para alcanzar mis sueños.

Quiero dar infinitas gracias a mis padres por el apoyo incondicional que siempre me han dado, por creer en mí y en mis sueños. Con su dedicación y enseñanzas he crecido como una persona muy afortunada. Ellos son la base de la persona que soy.

Gracias a mis hermanos por su apoyo y su compañía, por estar siempre a mi lado aconsejándome, porque de alguna u otra manera han contribuido en todas la metas que he alcanzado.

Gracias a la universidad por abrirme sus puertas, a los profesores que me dieron una excelente formación académica, a todos mis amigos y compañeros.

Quiero dar las gracias también a al consorcio CCC/AIM-009, a todo su personal, quienes me dieron su apoyo para realizar este proyecto.

Un gran y especial agradecimiento a mi director de pasantía el Ing. CARLOS ALBERTO BENAVIDES BASTIDAS, por su paciencia, colaboración y dedicación durante el desarrollo de la pasantía.



TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
1 TITULO DE LA PASANTÍA.....	7
2 INTRODUCCIÓN.....	8
3 RESUMEN.....	9
4 OBJETIVOS.....	10
4.1 Objetivo general.....	10
4.2 Objetivos específicos.....	10
➤ Contribuir en las actividades de seguridad industrial y plan de manejo ambiental a lo largo del desarrollo del proyecto.	10
5 INFORMACIÓN GENERAL.....	11
5.1 Nombre del Pasante.....	11
5.2 Entidad receptora.....	11
5.3 Tutor por parte de la Universidad del Cauca.....	11
5.4 Tutor por parte de la empresa receptora.....	11
5.5 Sede principal de trabajo:.....	11
5.6 Duración Pasantía.....	12
5.7 Descripción del proyecto en el que se desarrolla la Pasantía.....	12
5.7.1 Nombre del Contrato: Ejecución del Contrato 2222 de 10 de Diciembre de 2012.....	12
5.7.2 Objeto del Contrato.....	12
5.7.3 Descripción del objetivo.....	12
5.7.4 Localización geográfica del proyecto.....	13
6 RECURSOS UTILIZADOS.....	14
6.1 Recursos Humanos.....	14
6.1.1 CONSORCIO VÍAS Y EQUIPOS 2014.....	14
6.1.2 Interventoría.....	14



6.2	Recursos Físicos.	15
6.2.1	Consortio CCC-AIM/009.....	15
6.2.2	Administración.....	15
6.2.3	Pasante.....	15
7	DETALLES DEL PROYECTO.	15
7.1	Detalles del proyecto.	15
7.2	Fecha de iniciación	16
7.3	Plazo del contrato	16
7.4	Posición Del Pasante.....	16
8	PROCESO DE ACTIVIDADES EJECUTADAS.	17
8.1	Actividades Ejecutadas En La Variante De Popayán.	17
8.1.1	Reparación De Pavimento Asfáltico	17
8.1.2	CONSTRUCCION DE OBRAS DE ARTE:	28
8.2	CONSTRUCCION DE OBRAS EN LA VIA MOJARRAS-POPAYAN.....	37
	En la vía panamericana se están realizando una serie de obras de rehabilitación, estabilidad y mantenimiento sobre los kilómetros: PR66+000, PR89+000, PR92+000, PR100+280 y PR101+000, ya que esta vía viene presentado muchos problemas de inestabilidad lo que ha generado inseguridad y preocupación por lo que ha permitido ejecutar diferentes obras que a continuación se describen.....	37
8.2.1	Proceso constructivo del caisson y muro berlinés.....	38
8.2.2	Proceso constructivo del muro de contención.....	43
8.2.3	Construcción de cunetas en sacos de suelo cemento	44
8.2.4	Proceso constructivo del pozo de abatimiento.....	46
8.2.5	Proceso constructivo de galería filtrante.....	50
8.2.6	Proceso constructivo de vigas cabezal entre caisson.....	52
8.2.7	Proceso constructivo de box culvert.....	55
9	ASPECTOS RELEVANTES APRENDIDOS Y PUESTOS PRÁCTICA EN EL DESARROLLO DE LA PASANTIA	58
10	COMENTARIOS SOBRE LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.....	59



10.1	Hacer el seguimiento y control de las diferentes obras que se están ejecutando en el presente proyecto.	59
10.2	Inspeccionar y coordinar el adecuado desarrollo de las obras, de tal forma que todas las actividades se ejecuten bajo el total cumplimiento de las normas y especificaciones técnicas y de seguridad, siguiendo así lo mejor posible el diseño elaborado en los planos del proyecto.	59
10.3	Aportar soluciones en problemas que surjan en el desarrollo del proyecto, fundamentadas en la formación académica.	60
10.4	Realizar un seguimiento al control de calidad de las obras ejecutadas.	60
10.5	Contribuir en las actividades de seguridad industrial y plan de manejo ambiental a lo largo del desarrollo del proyecto.	60
10.6	Aplicar los conceptos básicos de ingeniería adquiridos durante la formación académica en la facultad de ingeniería.	61
10.7	Participar en las labores administrativas del consorcio.	61
10.8	Presentar un informe final de acuerdo a lo estipulado por la Universidad del Cauca y adicionalmente realizar la sustentación, socializando en forma general el desarrollo de la pasantía.	61
11	CONCLUSIONES	62
12	BIBLIOGRAFIA	63



1 TITULO DE LA PASANTÍA

PASANTE AUXILIAR DE INGENIERÍA EN EL MANTENIMIENTO Y REHABILITACION DE LAS CARRETERAS MOJARRAS-POPAYAN, RUTA 25 TRAMO 2503 Y VARIANTE DE POPAYAN RUTA 25CCB.



2 INTRODUCCIÓN

Teniendo como base lo establecido por la Universidad del Cauca en el acuerdo N° 051 de Septiembre 25 de 2001 por el Consejo Superior, el cual establece el trabajo de grado como requisito para adquirir el título de Ingeniero Civil, La Universidad Del Cauca, Facultad de Ingeniería Civil, reglamenta tres modalidades para la presentación de trabajo de grado siendo estas:

- Trabajo de Investigación
- **Pasantía o Práctica Empresarial**
- Práctica Social

La modalidad escogida para el desarrollo del trabajo de grado es pasantía o práctica empresarial, con el ánimo de poner en práctica el conocimiento adquirido en el proceso de formación, además teniendo en cuenta que la modalidad permite un desarrollo integro en la formación como Ingeniero Civil.

Por lo anterior y gracias al convenio que se estableció entre la Universidad del Cauca y el INVIAS, es posible la participación en el mantenimiento y rehabilitación de la vía Mojarras-Popayán y la variante de Popayán; Participando en las obras civiles y procesos administrativos desarrollados en el transcurso de la construcción del proyecto.

El presente documento contempla información sobre las labores realizadas en el transcurso de la pasantía en la ubicación del proyecto. Información sustentada con registros fotográficos y cuadros de registro de actividades ejecutadas.



3 RESUMEN

El trabajo de grado en la modalidad de Pasantía se desarrolló en los meses de julio, agosto, septiembre, octubre y noviembre de 2014, en el mantenimiento y rehabilitación de la vía Mojarras-Popayán y la variante de Popayán.

Las actividades desarrolladas para el cumplimiento de los objetivos propuestos se realizaron de manera objetiva en el transcurso del tiempo propuesto; sin mayores dificultades, aprovechando de la manera más óptima la oportunidad presentada, fortaleciendo los conocimientos y la experiencia para la formación integral.

La totalidad de la pasantía se realizó en obra, cabe mencionar que toda la información descrita es resultado de la observación y experiencia obtenida en el transcurso de la ejecución del presente proyecto y la información anexa fue facilitada por el Consorcio **CCC-AIM/009**.



4 OBJETIVOS

4.1 *Objetivo general*

Participar como auxiliar de ingeniería con el consorcio **CCC-AIM/009** y aplicar los conocimientos adquiridos durante mi formación académica junto con la colaboración de profesionales expertos en la ejecución del proyecto **MANTENIMIENTO Y REHABILITACION DE LA VARIANTE DE POPAYAN Y DE LA VIA POPAYAN-MOJARRAS**

4.2 *Objetivos específicos*

- Hacer el seguimiento y control de las diferentes obras que se están ejecutando en el presente proyecto.
- Inspeccionar y coordinar el adecuado desarrollo de las obras, de tal forma que todas las actividades se ejecuten bajo el total cumplimiento de las normas y especificaciones técnicas y de seguridad, siguiendo así lo mejor posible el diseño elaborado en los planos del proyecto.
- Aportar soluciones en problemas que surjan en el desarrollo del proyecto, fundamentadas en la formación académica.
- Realizar un seguimiento al control de calidad de las obras ejecutadas.
- Contribuir en las actividades de seguridad industrial y plan de manejo ambiental a lo largo del desarrollo del proyecto.
- Aplicar los conceptos básicos de ingeniería adquiridos durante la formación académica en la facultad de ingeniería.



- Participar en las labores administrativas del consorcio.

- Presentar un informe final de acuerdo a lo estipulado por la Universidad del Cauca y adicionalmente realizar la sustentación, socializando en forma general el desarrollo de la pasantía.

5 INFORMACIÓN GENERAL

5.1 *Nombre del Pasante*

Linda Natalia Cruz López

5.2 *Entidad receptora*

Consorcio CCC-AIM/009

5.3 *Tutor por parte de la Universidad del Cauca*

Ing. Carlos Alberto Benavides Bastidas

5.4 *Tutor por parte de la empresa receptora*

- Ing. José Fernando Montealegre
Director de interventoría
- Ing. Sonia Meza Salazar
Residente de obra
- Ing. Niní Johana Sánchez
Ingeniera residente Auxiliar

5.5 *Sede principal de trabajo:*

El desarrollo de la pasantía se realizó en:

- En Obra: Las actividades de campo se realizaron en las siguientes abscisas de la vía Popayán-Mojarras: PR 66+000, PR 89+000, PR 92+000, PR 100+280 PR 101+000 y en 5km de la variante de Popayán.



5.6 Duración Pasantía

La modalidad adoptada tiene una duración de 640 horas para cumplir con el requisito de trabajo de grado; Iniciándose el 15 de julio del 2014, con asistencia continua de lunes a viernes y culminando el 15 de Noviembre del mismo año.

5.7 Descripción del proyecto en el que se desarrolla la Pasantía.

5.7.1 Nombre del Contrato: Ejecución del Contrato 2222 de 10 de Diciembre de 2012.

5.7.2 Objeto del Contrato

Este proceso tiene como objeto el mantenimiento y rehabilitación de la vía Mojarras-Popayán en PR 66+000, PR 89 +000, PR 92 + 000 PR 100+280 y PR 101+000 y de la variante de variante de Popayán.

5.7.3 Descripción del objetivo.

El objetivo fundamental del proyecto es el mantenimiento y rehabilitación de las carreteras Mojarras-Popayán, ruta 25 tramo 2503 y Variante de Popayán, ruta 25CCB.

El contrato contempla actividades tales como:

- Reparación de pavimento asfáltico.
- Construcción de muros de confinamiento.
- Construcción obras de arte (cunetas, bateas, disipadores de energía)
- Construcción de new jersey.
- Construcción de galerías filtrantes.
- Construcción de caissons.

- Construcción de muros berlinés y de contención
- Construcción de vigas de amarre.
- Construcción de boxculvert.
- Construcción pozos de abatimiento.

5.7.4 Localización geográfica del proyecto

En el Departamento del Cauca, que está situado en el suroeste del país entre las regiones andina y pacífica; localizado entre los $00^{\circ}58'54''$ y $03^{\circ}19'04''$ de latitud norte y los $75^{\circ}47'36''$ y $77^{\circ}57'05''$ de longitud oeste. Con una superficie de 29.308 km². Limita por el Norte con el departamento del Valle del Cauca, por el Este con los departamentos de Tolima, Huila y Caquetá, por el Sur con Nariño y Putumayo y por el Oeste con el océano Pacífico, a una temperatura promedio de 19° C, sobre la vía panamericana, en el tramo de Mojarras-Popayán, en PR 66+000, PR 89+000, PR 92+000, PR 100+000, PR 101+000 y en la variante de Popayán, se están desarrollando diferentes obras de estabilidad y rehabilitación para lograr una mayor seguridad y la normal operación de estas vías. Como se observa en la imagen 1.

Imagen 1. Localización general del proyecto

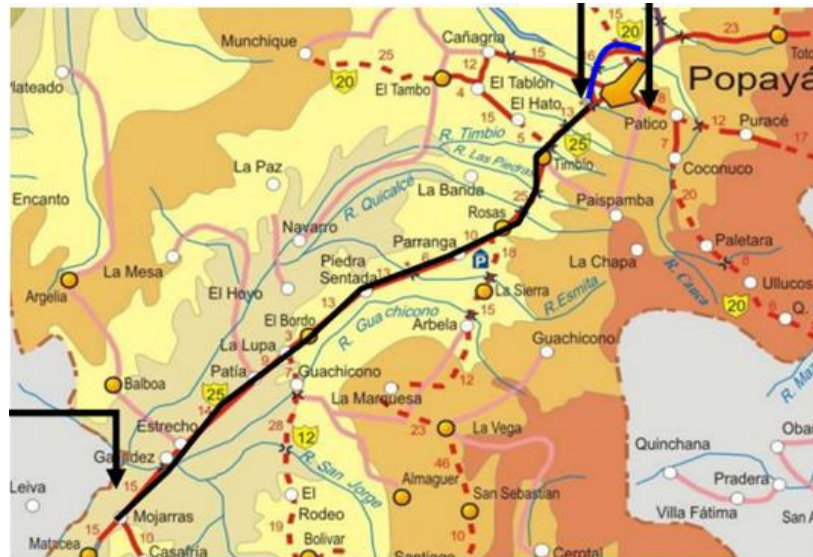


Imagen 1. Localización de la vía del proyecto.



6 RECURSOS UTILIZADOS.

6.1 *Recursos Humanos.*

6.1.1 CONSORCIO VÍAS Y EQUIPOS 2014

El consorcio Vías y Equipos 2014, cuenta con un equipo humano profesional calificado, conformado por ingenieros, topógrafos y administrativos, descritos a continuación.

- Representante legal.
- Director de obra
- Ingeniero residente
- Ingeniero auxiliar.
- Auxiliar de oficina
- Topógrafo
- Inspector de obra
- Contador

6.1.2 Interventoría.

El Consorcio **CCC-AIM/009**, es el encargado de supervisar, coordinar y dirigir actividades desarrolladas en obra. El valor del contrato de interventoría fue de \$ 4.085.888.416 y conto con los siguientes profesionales:

- Ingeniero director
- Ingeniero residente
- Ingeniero residente auxiliar
- Inspector de obra
- Topógrafo
- Personal administrativo



6.2 Recursos Físicos.

6.2.1 Consorcio CCC-AIM/009.

El desarrollo de la pasantía se realizó con trabajo en obra y en la oficina del consorcio.

6.2.2 Administración

En el desarrollo del proyecto se requirió el uso de los diferentes estudios y diseños otorgados por INVIAS, con el fin de cumplir con los objetivos del proyecto.

6.2.3 Pasante.

Para el cumplimiento de los objetivos propuestos en el presente proyecto de grado y el desarrollo de las actividades como pasante, se contó con una cámara fotográfica un flexómetro y un computador portátil.

7 DETALLES DEL PROYECTO.

7.1 *Detalles del proyecto.*

- Tipo de proyecto: Concurso de méritos con lista corta.
- Régimen de Contratación: Estatuto General de Contratación.
- Departamento y municipio de ejecución: Cauca- Popayán.
- Fecha y hora de apertura del proceso: 14-06-2012 10:00 a.m.
- Fecha y hora de cierre del proceso: 24-09-2012 09:00 a.m.
- Nombre o Razón Social del proponente seleccionado:



Consortio CCC-AIM/009

- Identificación del contratista: Nit de Persona Jurídica No. 900568184-1
- Numero de contrato: 2222-2012
- Cuantía definitiva del contrato: \$ 4.085.888.416 Pesos colombianos
- Porcentaje de anticipo 10%
- Fecha de firma del contrato 29 de Noviembre de 2012.

7.2 Fecha de iniciación

Fecha acta de inicio: 10 de diciembre del 2012

7.3 Plazo del contrato

El plazo estipulado para el desarrollo del contrato es (22) meses desde la suscripción del acta de inicio, previa legalización del contrato.

7.4 Posición Del Pasante

Participación en todas las actividades realizadas tanto en obra como en la oficina del Consorcio **CCC-AIM/009**. Las actuaciones correspondieron a las de un auxiliar de ingeniería.



8 PROCESO DE ACTIVIDADES EJECUTADAS.

Las actividades desarrolladas para el cumplimiento de los objetivos propuestos se realizaron de manera objetiva en el transcurso del tiempo propuesto; sin mayores dificultades, fortaleciendo los conocimientos y la experiencia para la formación integral del pasante.

8.1 Actividades Ejecutadas En La Variante De Popayán.

Las siguientes son algunas de las actividades que se están ejecutando sobre cinco kilómetros de la variante de Popayán.

8.1.1 Reparación De Pavimento Asfáltico

Para realizar esta etapa es necesario desarrollar otras series de actividades las cuales se describen a continuación:

➤ FRESADO

La reparación de pavimento asfáltico se realizó en la calle 5ta desde PR 0+000 al PR 0+080 sentido Variante - La María y desde el PR 0+000 al PR 0+080 sentido Variante - EL Tambo, esta actividad se realizó con una fresadora pequeña que tiene una capacidad de fresado de 0,56 m de profundidad y un ancho de 1m. Antes de comenzar a fresar se verificó que la superficie de pavimento estuviera limpia así como también se verificó la demarcación de la superficie de fresado, posteriormente la maquina comenzó a fresar hasta una profundidad de 0.15m, garantizando que las paredes excavadas sean uniformes y verticales y a medida que esta avanza va depositando el residuo de pavimento en volquetas, el cual es transportado debidamente carpado y es reutilizado para rellenos de estructuras, el trabajo se realizó en 4 días.

➤ EXCAVACION

Después se continuó con la excavación, esta actividad se realiza con una retroexcavadora, se excava hasta obtener un nivel adecuado, uniforme, plano y firme de subrasante según las cotas establecidas en los planos de diseño, se tiene promedio 0.20m de subbase y 0.20m de base, que es lo que se excava para llegar a la superficie de subrasante, garantizando la verticalidad de las paredes durante este proceso.

Al terminar el cajeo se preparó la superficie de subrasante, nivelando y conformando el terreno con motoniveladora y compactándolo con vibro compactador de tal manera que este sea plano, uniforme y firme, a esta subrasante no fue necesario realizarle control de compactación, porque se obtuvo un terreno muy estable para la instalación de capas granulares, inmediatamente después de la excavación todo este material se cargó en volquetas de 14m³ y debidamente protegido, se transportó al sitio establecido por la interventoría.

Nivelada la superficie se toman medidas de topografía cada 10 metros en el borde izquierdo, derecho y eje de la vía para verificar que las cotas, pendientes, secciones transversales, alineamientos horizontal y vertical cumplan con lo indicado en los planos de diseño. (Ver imágenes No 2 y 3).



Imagen No.2 corte de pavimento asfáltico.



Imagen No.3 excavación de capas granulares.



➤ **INSTALACION DE SUBBASE Y BASE**

Después de tener preparada la superficie de subrasante y teniendo en cuenta lo indicado en los planos del proyecto, ajustándose a las pendientes, cotas, secciones transversales, alineamientos horizontales y verticales se procede a instalar la capa de subbase y de base, dependiendo del tipo de tránsito, importancia de la vía, del tipo de pavimento y de la posición de la capa dentro de la estructura del pavimento se utilizó SBG2 y BG2. Este material fue adquirido de la planta localizada en el sitio llamado Galindez, siguiendo y cumpliendo lo sugerido en el art. 300-07 del Instituto Nacional de Vías, con una granulometría tal como lo exige el art.320-07 para subbase y art.330-07 para base. Estos materiales deben cumplir con todos los ensayos y parámetros de control exigidos. para verificar esto se tomó una muestra representativa de este material y se realizó los ensayos pertinentes de acuerdo a lo exigido en el artículo 300-07- INSTITUTO NACIONAL DE VIAS, en el que se describen los parámetros requeridos para afirmados/Subrasante, Subbase granular y Base granular , y de acuerdo a este artículo se realizó el control de calidad a los materiales empleados para la conformación de la estructura de pavimento teniendo en cuenta previamente la clasificación del nivel del tránsito por el art. 100-07 del INSTITUTO NACIONAL DE VIAS, NT1, NT2 Y NT3; que clasifica la vía como Nivel de tránsito 2, correspondiente a vías en las que el tránsito de diseño oscila entre 0.5×10^6 y 5.0×10^6 ejes equivalentes de 80 KN en el carril de diseño, para el caso el nivel de ejes equivalentes de 80 KN es de 0.729×10^6 por lo cual se realiza el control de calidad de acuerdo a los parámetros exigidos para tránsito NT2 descritos en la tabla No.1



UNIVERSIDAD DEL CAUCA LINDA NATALIA CRUZ LOPEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA

ENSAYO	NORMA DE ENSAYO INV	NT1			NT2			NT3	
		AFIRMADO	SUB BASE GRANULAR	BASE GRANULAR	AFIRMADO	SUB BASE GRANULAR	BASE GRANULAR	SUB BASE GRANULAR	BASE GRANULAR
DUREZA									
DESGASTE EN LA MAQUINA DE LOS ANGELES	E-218								
En seco, 500 revoluciones (%)		<=50	<=50	<=40	<=50	<=50	<=40	<=50	<=35
En seco, 100 revoluciones (%)		-	-	<=8	-	-	<=8	-	<=7
Después de 48 horas de inmersión 500 revoluciones (%)		-	-	<=55	-	-	<=55	-	<=50
relación humedad/seco,500 revoluciones		-	-	<=2	-	-	<=2	-	<=2
DESGASTE EN EL EQUIPO MICRO-DEVAL (%)	E-238	-	-	-	-	<=35	<=30	<=30	<=25
EVALUACION DE LA RESISTENCIA MECANICA POR EL METODO 10% DE FINOS									
valor en seco (KN)	E-224	-	-	-	-	-	>=70	-	>=90
Relación humedad/seco (%)		-	-	-	-	-	>=75	-	>=75
DURABILIDAD									
PERDIDA EN EL ENSAYO DE SOLIDEZ EN SULFATOS	E-220								
SULFATO DE SODIO (%)		<=12	<=12	<=12	<=12	<=12	<=12	<=12	<=12
SULFATO DE MAGNESIO (%)		<=18	<=18	<=18	<=18	<=18	<=18	<=18	
LIMPIEZA									
LIMITE LIQUIDO (%)	E-125	<=40	<=40	<=40	<=40	<=40	-	<=40	-
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	E-126	4-9	<=6	<=3	4-9	<=6	0	<=6	0
EQUIVALENTE DE ARENA (%)	E-133	-	>=25	>=30	-	>=25	>=30	>=25	>=30
VALOR DE AZUL DE METILENO (1)	E-235	-	-	<=10	-	-	<=10	-	<=10
CONTRACCION LINEAL	E-127	ART. 311	-	-	ART. 311	-	-	-	-
GEOMETRIA DE LAS PARTICULAS									



INDICE DE ALARGAMIENTO Y APLANAMIENTO (%)	E-230	-	-	<=35	-	-	<=35	-	<=35
% DE CARAS FRACTURADAS	E-227	-	-	>=50	-	-	>=50	-	>=60
ANGULARIDAD DE LA FRACCION FINA (%)	E-239	-	-	-	-	-	>=35	-	>=35
RESISTENCIA DEL MATERIAL									
CBR (%) Nota: porcentaje asociado al valor mínimo especificado de la densidad seca, medido en una muestra sometida a 4 días de inmersión D.	E-148	>=15	>=30	>=80	>=15	>=30	>=80	>=30	>=100

TABLA No. 1. Requisitos de los agregados para afirmados, subbases granulares y bases granulares

Teniendo en cuenta estos requisitos se realizan los ensayos pertinentes a la muestra representativa anexando el resumen de resultados de estos ensayos en el presente informe exigido tal como se indica en la tabla No.2



RESUMEN DE RESULTADOS-CONTROL DE CALIDAD		
MATERIAL: SUB BASE		
FUENTE: PLANTA DE TRITURACIÓN GALINDEZ		
FECHA: 24 DE AGOSTO 2014		
ENSAYO	RESULTADOS	CONTROL DE CALIDAD
SOLIDEZ EN SULFATO DE SODIO	4.10	CUMPLE CON REQUERIMIENTOS EN ART. 300-07 INVIAS
SOLIDEZ EN SULFATO DE MAGNESIO	5.98	CUMPLE CON REQUERIMIENTOS EN ART. 300-07 INVIAS
ENSAYO DE DESGASTE EN LA MAQUINA DE LOS ANGELES- 500 REVOLUCIONES	41.0	CUMPLE CON REQUERIMIENTOS EN ART. 300-07 INVIAS
EQUIVALENTE DE ARENA	30%	CUMPLE CON REQUERIMIENTOS EN ART. 300-07 INVIAS
LL	-	-
LP	4.9	-
IP	N.P.	CUMPLE CON REQUERIMIENTOS EN ART. 300-07 INVIAS
HUMEDAD NATURAL	4.90	-
% PASA TAMIZ No.200	0.00	-
% PASA TAMIZ No.4	44.90	-
DENSIDAD MAXIMA	2.168gr/cm3	-
HUMEDAD OPTIMA	7.5	-
% DE EXPANSION MOLDES SUMERGIDOS EN AGUA POR 4 DIAS	0.00	-
CBR 100%	123.10	-
CBR95%	80.00	CUMPLE CON REQUERIMIENTOS EN ART. 300-07 INVIAS

TABLA No. 2. Resumen de resultados de ensayos Sub Base

Verificando estos resultados con los valores exigidos por la norma se obtuvieron parámetros muy favorables del material a utilizar, por lo cual se prosiguió con la instalación de subbase granular considerando las exigencias del art.320-07 y 330-07 del Instituto Nacional de Vías:

- El material fue transportado en volquetas debidamente cubierto y asegurado con una lona para su debida protección, los viajes de material fueron colocados en un cordón de sección uniforme y se espaciaron teniendo en cuenta los volúmenes requeridos para cada espesor de capa a lo largo del carril verificando su homogeneidad de acuerdo a lo establecido en art.320-07 y 330-07 del Instituto Nacional de Vías, (ver imágenes No 4,5 y 6)



Imagen No.4 planta de trituración Galindez.



Imágenes No. (5 y 6) disposición del material granular en cordón uniforme.



- Posterior a la disposición del material se continuó con su extendido en todo lo ancho del carril el cual se realizó con una Motoniveladora CAT y siguiendo lo establecido en art.320-07 y 330-07 del Instituto Nacional de Vías. Después de su extendido se le adicióno agua con un carro tanque, para obtener la humedad óptima necesaria para su compactación. (Ver Imágenes. No 7 y 8).



Imagen No.7 disposición del material granular.



Imagen No.8 extendido del material granular.

- Después de extendido el material y con la adecuada humedad se realizó la compactación del mismo con un vibro compactador CAT de rodillo, el número de pasadas necesarias hasta obtener la densidad máxima. Una vez compactada la superficie de subrasante interventoría procedió hacer los respectivos controles de la superficie terminada de acuerdo a lo establecido en el art.320-07 para subbase y 330-07 para base del INVIAS, donde se verifico que la superficie presentara una superficie uniforme, sin agrietamientos, baches, laminaciones ni segregaciones y que cumpla con las rasantes, cotas y pendientes establecidas en los documentos del proyecto, así como también se realizó el control del grado de compactación y espesor de capa utilizando en este caso el método de cono y arena, donde se tomaron las muestras al azar al menos 1 por hectómetro según la norma. Se obtuvieron valores de densidades que proporcionaron grados de compactación de 98% para subbase y de 100% para base, valores que cumplen las exigencias de la norma de compactación. (ver Imágenes. No 9, 10 y 11).



Imagen No.9 Compactación del material granular.



Imagen No.10 Toma de densidades por método de cono y arena.



Imagen No.11 Recibo de la superficie por topografía.

➤ INSTALACION DE LA CARPETA DE PAVIMENTO ASFALTICO

Una vez la superficie de base granular fue aceptada, se procedió con la instalación de las capas superiores del pavimento asfáltico. Sobre la superficie de la capa de base, se realiza la operación de limpieza, dejando la superficie sin polvo ni material suelto, para aplicar un riego de imprimación con un carro tanque irrigador, aplicando una emulsión asfáltica adecuada, (cemento asfáltico, más agua y fluxantes), este riego se aplicó sobre la vía, uniformemente en sentido transversal y longitudinal, siendo su función adherir la capa de base a la carpeta



de rodadura asfáltica, proteger la base del tránsito y también impermeabilizar el contacto de la carpeta con la base granular.(Ver Imagen No. 12).



Imagen No.12 riego de imprimación

Después de tener imprimada la base se procedió a colocar la primera capa de concreto asfáltico, material el cual es transportado en volquetas de 14m^3 y 18m^3 también cubiertas para proteger el material que trae una temperatura de mezclado hasta $140\text{ }^\circ\text{C}$, esta mezcla es de tipo MDC 2 (mezcla densa en caliente tipo 2), transportada desde la planta de Galindez.

Llegado el material a la obra se dispone la mezcla asfáltica de la volqueta a la tolva de recepción de la finisher con capacidad promedio de 6m^3 , de aquí el material es movido a través de un túnel por medio de un sistema de fajas a la parte de atrás de la máquina y va suministrando la mezcla por medio de un tornillo sin fin en toda la superficie a pavimentar y por medio de la plancha compactadora se va perfeccionando la superficie a medida que avanza la máquina. Para la primera capa se requirió un espesor compactado de 0.08m y para esta mezcla se utilizó un Factor de compactación F.C de 1.28, entonces el espesor suelto requerido fue de 0.10m , el cual se va controlando por medio de tornilleros que van dispuestos a los lados de la compactadora, así como también se va controlando la temperatura para su compactación que en este caso fue en promedio de $132\text{ }^\circ\text{C}$, también se tomaron medidas de topografía para verificar cotas y alineamientos. (Ver imágenes. No 13 y 14).



Imagen No. (13 y 14) disposición de la mezcla asfáltica a la pavimentadora y distribución sobre la superficie a pavimentar.

Teniendo el nivel necesario suelto y la temperatura adecuada, comenzó a trabajar el vibrocompactador de rodillo CA-150 el cual da un promedio de 6 pasadas sobre la carpeta, junto con este también se va sellando con un compactador de llantas “hyster” el número de pasadas necesarias hasta que la carpeta quede con el espesor necesario y una buena compactación. (Ver imágenes No 15 y 16).



Imagen No. (15 y 16) extendido y compactación de pavimento flexible.

Para la segunda capa se realizó el mismo procedimiento pero en este caso se utilizó un riego de liga con emulsión asfáltica para unir la nueva carpeta asfáltica con la carpeta existente, una vez preparada esta superficie se procedió con la instalación de la segunda capa de pavimento asfáltico siguiendo los pasos desde



la instalación de la primera capa para obtener también el mismo espesor de 0.08m.

Para el control de la mezcla de cada capa, se tomaron las 6 briquetas de las cuales, 3 son de testigo para realizar ensayos de flujo, estabilidad, vacíos y extracción, dándole a cada briketa 75 golpes por cada cara. (Ver Imágenes No 17 y 18).



Imagen No.17 riego de liga.



Imagen No.18 muestras de asfalto para ensayo de briketa

8.1.2 CONSTRUCCION DE OBRAS DE ARTE:

En el presente proyecto y sobre la variante de Popayán se están ejecutando diferentes estructuras de obras de arte para la seguridad de los usuarios y la durabilidad de la vía, entre estas se tienen:

8.1.2.1 Construcción de bateas

Para la construcción de bateas se utilizó concreto clase D con una resistencia a la compresión de 3000psi y acero de refuerzo de diámetro 1/2", esta mezcla tiene una relación de 1:4, un bulto de cemento por cuatro cubos de agregado mixto traído de la planta Galindez.

Se comenzó conformando la superficie de terreno, compactando la superficie con un mini compactador y dándole la forma de batea que tiene un cono de entrada,



la parte intermedia losa central y el cono de salida, según lo indicado en los planos de diseño. Se procedió a armar la parrilla de acero de refuerzo longitudinal separados cada 0.15m, con los aceros transversales también dispuestos cada 0.15m y se la colocó sobre la superficie conformada. Después de esto se colocó la formaleta y se procedió a vaciar el concreto sobre la superficie, una cantidad adecuada y se vibró para que después de este vibrado se obtenga el espesor de batea promedio de 0.15m, después de vaciado el concreto con una tablilla se enrasa la superficie para así obtener una superficie uniforme y un buen acomodo de partículas del concreto. A esta batea se le hacen unas dilataciones para que el concreto trabaje adecuadamente y no sufra agrietamientos. (Ver imagen No19, 20, 21 y 22).



Imagen No.19 conformación de terreno.



Imagen No.20 instalación de acero y formaleta.



Imagen No.21 vaciado y vibrado del concreto.



Imagen No.22 dilataciones y curado del concreto.

8.1.2.2 Muro de confinamiento

Estos muros fueron construidos donde se presentan pendientes muy altas en los lados de la vía para darle mayor sostenimiento a la cuneta, el muro se conforma por un diente, una zarpa y el bordillo, el concreto utilizado es clase D con acero de refuerzo longitudinal y transversal de diámetro 3/8". Primero se realizó la excavación necesaria para el muro de acuerdo a las medidas en los planos, sobre esta se hace una excavación para el diente del muro que tiene un promedio de 0.20m de ancho por 0.30m de alto. (Ver Imágenes No 23 y 24).



Imagen No.23 Excavación de terreno para muro.



Imagen No.24 Excavación de diente para muro.

Después de la excavación se prosiguió a colocar un solado de limpieza con un promedio de 0.05m de espesor para así continuar con la instalación del acero de refuerzo y formaleta. Una vez instalada la formaleta se prosiguió a vaciar el concreto sobre el diente, la zarpa y la pared del muro vibrando debidamente el concreto. (Ver Imágenes No 25, 26, 27 y 28).



Imagen No.25 Solado de limpieza.



Imagen No.26 instalación de acero de refuerzo para muro.



Imágenes No. (27 y 28) instalación de formaleta y vaciado de concreto.



8.1.2.3 Construcción de cunetas

La cuneta es una obra de arte con drenaje longitudinal sobre la vía, diseñada para evacuar las aguas lluvias que caen sobre esta vía, así como también de las aguas de los taludes y laderas. Su estructura está conformada por concreto clase D, con una resistencia de 2000psi.

Se comenzó conformando la superficie de terreno para la longitud de la cuneta, se la compacto con un mini compactador y se le adiciono agua para obtener la humedad necesaria para que el concreto se adhiriera a esta, también fue necesario hacer cortes del pavimento existente para obtener las dimensiones requeridas y pendiente necesaria para que sobre esta circulen las aguas y sean evacuadas a alcantarillas, disipadores de energía, canales y otro tipo de obras de drenaje



según lo requerido en los planos del proyecto o lo sugerido por interventoría. Una vez preparada la superficie se procede a instalar la formaleta para la cuneta junto con el bordillo. En el momento en que se fundió el concreto se fue vibrando sobre el mismo para darle una adecuada densidad.

A la cuneta se le realizaron una serie de dilataciones cada metro, para que el concreto se expanda y no sufra agrietamientos tempranamente, después de esto se procedió a dar un cepillado final a la superficie de la cuneta para así obtener un buen acabado, lo cual también funciona para disminuir el recorrido de las aguas sobre esta.

Las cunetas tienen un espesor aproximado de 0.15 m y el bordillo 0.45m de alto por 0.15m de espesor. (Ver imágenes No 29, 30, 31, 32, 33 y 34).



Imagen No.29 corte de pavimento.



Imagen No.30 conformación de terreno para cuneta.



Imágenes No. (31 y 32) instalación de formaleta, vaciado y compactación del concreto.



Imagen No. 33 terminado final de la cuneta.



Imagen No. 34 cuneta en sección triangular.

8.1.2.4 Construcción disipadores de energía

Esta estructura hidráulica tiene un mayor funcionamiento donde los volúmenes de agua que llegan a él son muy altos, donde la vía tiene una alta pendiente es necesario hacer un disipador ya que sobre él va a caer una gran cantidad de agua y su modelo de diseño va a trabajar adecuadamente con estas, ya que este se conforma por una serie de gradas y muros los cuales evacuan el agua lluvia a sus encoles.

Se comenzó excavando y conformando una zanja de terreno en una serie de gradas las necesarias según los planos del proyecto. (Ver imagen No 35).



Imagen No. 35 excavación y conformación de terreno para disipador.

Después de tener lista la superficie se colocó sobre esta un solado de limpieza en concreto clase F para poder instalar el acero, el acero que se utilizó fue de diámetro 3/8", separados cada 0,15m de acuerdo a planos de diseño. Luego se procedió a armar la formaleta al disipador en cada una de sus paredes y sus gradas para proceder a vaciar el concreto clase D, al final de cada grada se hace una contrahuella. (Ver imágenes No 36, 37, 38 y 39).



Imagen No. 36 solado de limpieza e instalación de acero. Imagen No. 37 losa de disipador primera escala.



Imagen No. 38 losa de disipador segunda escala.



Imagen No. 39 instalación de formaleta pared disipador.

8.1.2.5 Construcción de separador new jersey

Esta es una estructura que se utiliza para separar vías de tránsito opuestas de doble calzada, donde su función es absorber energías de impacto producidas por los accidentes de circulación, gracias a la forma geométrica que este separador tiene el cual se divide en tres secciones una rectangular y dos trapezoidales, con las medidas sugeridas en los planos tal como lo indica la figura.

(Ver imagen No 40).

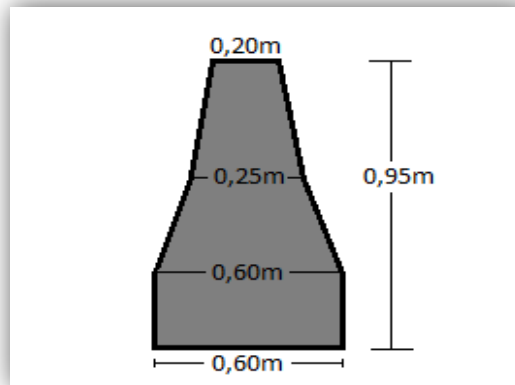


Imagen No. 40 figura de la sección transversal del NY.

Esta obra se construyó en la variante de Popayán desde el PR 0+150 al PR 0+480, entrada Timbío-variante. El separador se construyó en módulos de 1,50m

donde se utilizó concreto clase D y acero de refuerzo de 5/8", 3/8" y 1/2", dispuestos de acuerdo a planos o lo sugerido por interventoría. (Ver imagen No 41).



Imagen No. 41 módulos de separador new jersey.

Para realizar esta actividad se comenzó preparando la superficie de franja de la vía, sobre esta se le agrego el solado de limpieza en concreto clase F, una vez fraguado se procede a instalar el acero de refuerzo y la formaleta.

(Ver imágenes No 42 y 43).



Imagen No. 42 solado de limpieza para NY.



Imagen No. 43 instalación de acero y formaleta.

Una vez instalada la formaleta se procede a vaciar el concreto en módulos de 1,50m como se mencionó anteriormente y se vibró hasta obtener una buena resistencia y un buen acomodo de partículas, terminada la fundición y en el proceso del fraguado fue necesario resanar algunas partes del NY.

(Ver imágenes No 44 y 45).



Imagen No. 44 vaciado y vibrado del concreto.



Imagen No. 45 resanado final del concreto.

8.2 CONSTRUCCION DE OBRAS EN LA VIA MOJARRAS-POPAYAN.

En la vía panamericana se están realizando una serie de obras de rehabilitación, estabilidad y mantenimiento sobre los kilómetros: PR66+000, PR89+000, PR92+000, PR100+280 y PR101+000, ya que esta vía viene presentado muchos problemas de inestabilidad lo que ha generado inseguridad y preocupación por lo que ha permitido ejecutar diferentes obras que a continuación se describen.

Estos son puntos críticos sobre la vía donde se presentan problemas de inestabilidad que puede producirse por la presencia de aguas subsuperficiales, afloramiento de estas aguas con mal drenaje y ausencia de obras de drenaje, lo cual afectan los taludes generando depósitos de coluvión sobre la vía así como también hundimientos y grietas sobre la misma.

Como solución a estos problemas se están construyendo obras de estabilización para el control del agua y estructuras de contención que confinen la vía.

A continuación se describe el proceso constructivo de las diferentes obras realizadas en los puntos críticos mencionados:



8.2.1 Proceso constructivo del caisson y muro berlinés.

Para ejecutar esta actividad, primero se comenzó con la fila de caissons, el cual se conforma por una serie de anillos y el núcleo del caisson. Los anillos se construyen en forma cónica en módulos de 1m de altura donde su función es mantener el terreno firme para evitar erosiones del terreno que le puedan causar daños al trabajador mientras avanza en su excavación, así como también ayuda a que su proceso constructivo sea más fácil tanto en la encofrada de estos anillos como en su fundida.

El núcleo viene siendo la estructura principal del caisson ya que sirve como cimentación para recibir grandes cargas transmitiéndolas a estratos de suelo resistente aumentando así la estabilidad en estos sitios.

Para la construcción de los caisson se inició localizando por topografía el sitio exacto donde se construirá cada estructura.

Una vez localizado el sitio se continuó con el trazado del diámetro donde se utilizó una cuerda para rayar el círculo teniendo en cuenta el espesor del anillo y el diámetro de la pila que para este proyecto se tienen 0.10m de espesor y 1.20m de diámetro, esto según planos de diseños para así dar inicio a la excavación donde el trabajador avanza hasta 1m de profundidad, cortando en forma de cono y puliendo la pared del anillo para evitar sobre excavaciones, una vez terminada la excavación del primer módulo se procedió a instalar la formaleta y el acero para la posterior fundición.

Según diseños del proyecto de uno de los puntos críticos para el anillo se utilizaron 5 estribos de diámetro 3/8" de 4.8m de longitud y 18 varillas de diámetro 3/8" cada 0.22m y para su fundición se utilizó concreto clase D con resistencia de 3000psi. (Ver imágenes No 46, 47, 48 y 49).



Imagen No. 46 ubicación del sitio de construcción.



Imagen No. 47 localización topográfica.



Imagen No. 48 vaciado de concreto en el anillo.



Imagen No. 49 formaleta del anillo.

Terminado el proceso de fundición del primer anillo se continuó con la excavación y fundición de los siguientes anillos en módulos de 1m hasta llegar a la profundidad sugerida. (Ver imagen No 50).



Imagen No. 50 fundición de anillos para posterior construcción del núcleo de las pilas.

Posterior a la fundición de los anillos se da inicio a la construcción del núcleo, colocando un solado de limpieza de 0.05m de espesor al final de la excavación del último anillo, en seguida se instaló el acero de refuerzo longitudinal colocando de acuerdo a diseños para este tramo 24 varillas de 1" de 8m cada 0.09m amarrándolos con 60 estribos de 4/8" con una longitud de 3.85m distribuidos los primeros 39 cada 0.15m y los 21 restantes cada 0.10m. (Ver imágenes No 51 y 52).



Imágenes No. (51 y 52) instalación de acero de refuerzo para núcleo del caisson.

Después de la instalación del acero se continuó con la fundición del concreto para el núcleo de la pila utilizando concreto clase D premezclado con resistencia de 4000psi donde se transportó en mixer con capacidad promedio de 8m³, a medida que se iba vaciando la mezcla a el núcleo del caisson, se fue realizando un

adecuado vibrando y se tomaron las muestras necesarias para realizar el ensayo de asentamiento y resistencia a la compresión, siguiendo lo recomendado en el artículo 630-07 del INVIAS. (Ver imagen No 53,54, 55 y 56).



Imagen No. 53 fundición del núcleo del caisson.



Imagen No. 54 ensayo de asentamiento.



Imagen No. 55 muestras para ensayo de resistencia.



Imagen No. 56 fundición del núcleo del caisson.

Terminado el proceso constructivo de los caissons se dio inicio a la construcción del muro berlinés o pantalla entre pila y pila de 2.4m de largo por 2m de alto con un espesor de 0.25m, el cual se amarra a la pila por medio de dovelas de acero de 3/4" con longitud de 0.65m donde se perforan en la pila 0.33m con un diámetro de perforación de 1/8" + Ø barra, se utilizó el aditivo epóxico sikadur anchor fix 4 para su anclaje.(ver imagen No 57).



Imagen No. 57 excavación para muro berlinés.

Una vez realizada la excavación del muro y sus respectivos anclajes se le agregó a la superficie excavada un solado de limpieza para la posterior instalación del acero donde se utilizaron 20 varillas longitudinales de $\frac{1}{2}$ " de 2.7m y 18 varillas transversales de $\frac{1}{2}$ " de 2.28m distribuidas cada 0.30m.

Instalado el acero se procedió a colocar la formaleta, a vaciar el concreto, a realizar el vibrando con el equipo adecuado y a la toma de muestras para los respectivos ensayos, siguiendo el artículo 630-07 del INVIAS.

(Ver imágenes No 58 y 59).



Imagen No. 58 acero de refuerzo para muro berlinés.



Imagen No. 59 construcción de pantallas entre pila y pila.

En el tramo comprendido entre las abscisas PR66+030 al PR66+140 fue necesaria realizar como solución a la inestabilidad también una fila de caisson de 13m de longitud vinculados mediante muro berlinés esto en el talud inferior y un



muro de contención con zarpa en el talud superior más obras de drenaje superficiales y subsuperficiales.

8.2.2 Proceso constructivo del muro de contención.

Otra alternativa de solución para los problemas de inestabilidad que se presentan sobre esta vía, es el muro con zarpa tipo alcancía el cual se construyó en el talud superior entre PR66+140 al PR66+200 con el fin de mejorar el drenaje de este talud y para asegurar la durabilidad de las obras de estabilidad ejecutadas.

Se comenzó excavando la superficie de terreno, lo ideal para el muro cuyas dimensiones son 60m de longitud, 0.30m de espesor y 3m de alto más la profundidad de mejoramiento que en este caso son 0.70m.

Seguido de la excavación se colocó un geotextil NT1600 de acuerdo a lo establecido en el artículo 673-07 del INVIAS, el geotextil tiene una gran resistencia a la tracción lo cual ayuda a reforzar el suelo proporcionando al muro una mayor estabilidad.

Una vez instalado el geotextil se procedió a realizar el mejoramiento con relleno de material seleccionado de acuerdo a la norma 610-07 del INVIAS, cumpliendo con la granulometría de la tabla 610.1 de este documento y satisfaciendo los requisitos de calidad establecidos para subbase granular en el art. 300 del INVIAS.

Terminado el mejoramiento, se procedió a colocar un solado de limpieza en concreto clase F para continuar con la instalación de aceros, primero se realizó la instalación de acero en el diente del muro cuyas dimensiones son de 0.60m de alto, 0.30 de espesor y 60m de largo, donde se utilizaron por cada módulo de 6m, 6 varillas de diámetro 1/2" de longitud 6.3m y 31 varillas transversales de diámetro 1/2" de 2m cada 0.20m, esto es para el diente del muro, en cuanto a la zarpa se tienen 20 varillas longitudinales de diámetro 1/2" de 6.3m cada 0.30m, distribuidas 10 en la parte inferior y 10 en la parte superior y 42 estribos de diámetro 1/2" de 3.05m distribuidos 21 en la parte superior cada 0.30m y 21 en la inferior cada 0.30m.



Para finalizar con la instalación de los aceros se tiene para la pantalla del muro 18 varillas longitudinales de $\frac{1}{2}$ " de 6.3m distribuidas cada 0.30m y para el acero transversal se tiene en la parte del trasdós 21 varillas de $\frac{1}{2}$ " de 3.2m cada 0.30m y en el intradós se tiene 31 varillas de $\frac{5}{8}$ " de 3.1m cada 0.20m, estos para cada módulo de 6m del muro.

Terminada la instalación del acero, se procedió a colocar la formaleta siguiendo lo recomendado en el numeral 630.4.4 del artículo 630 del INVIAS, para la posterior fundición del concreto y su vibrado donde se fundió por módulos utilizando concreto clase D con resistencia de 3000 psi, al cual se le realizó su respectivo control de calidad, realizando la prueba de cono para medir asentamiento y tomando los 3 cilindros para verificar su resistencia a la compresión.

Para la colocación, vibrado, remoción de formaletas del concreto se siguió lo recomendado en los numerales 630.4.8, 630.4.10 y 630.4.13 del artículo 630 del INVIAS.

A la altura de 1m de cada módulo del muro, fue necesario hacerle una perforación de \varnothing 3" y 12m de longitud para instalar los drenes horizontales de tubería pvc de \varnothing 2" envuelta con geotextil pavco NT 1600, que tienen una inclinación de 5° respecto a la horizontal, el proceso de su instalación se hizo de acuerdo a lo sugerido en la norma INV 674-07.

Para las juntas del muro se utilizó sikaflex 1CSL con profundidad de 0.01m, se utilizó pintura aceitosa para evitar adherencia entre las franjas y siguiendo lo planteado en el numeral 630.4.11 del artículo 630 del INVIAS.

8.2.3 Construcción de cunetas en sacos de suelo cemento

Otra obra realizada como solución a mejorar la estabilidad del talud fue la construcción de cunetas en sacos de suelo cemento, esto con el fin de evitar erosiones, reducir infiltraciones, así como también desviar las aguas de escorrentía antes de que estas lleguen al lugar de deslizamiento.

Estos sacos son elaborados de fibra natural los cuales son rellenos con cemento y tierra amarilla, con una relación de suelo cemento 5:1.
(Ver imagen No 60, 61 y 62).



Imagen No.60 material para preparar los sacos.



Imagen No.61 llenado de los sacos de suelo cemento.



Imagen No.62 sacos de suelo cemento para posterior construcción de cuneta flexible.

Se comenzó excavando la franja de terreno cuyo corte de sección transversal es de forma trapezoidal y con una pendiente no menor a 2%, una vez preparada la superficie se procedió a instalar sobre el terreno excavado una geomembrana de 40 mils y a anclar sobre esta los sacos de suelo cemento.
(Ver imágenes No 63 y 64).



Imagen No. 63 geo membrana para cuneta flexible.



Imagen No. 64 sacos anclados a la geo membrana.

Una vez amarrados los sacos de suelo cemento a la geomembrana se realizó una pequeña zanja sobre el terreno en los lados superiores de la cuneta, donde se colocó la geomembrana libre y se rellenó con mezcla de concreto para anclarla al terreno, evitando de esta manera que la cuneta sea destruida fácilmente cuando se presentan fuertes lluvias. (Ver imagen No 65.)



Imagen No. 65 cuneta flexible anclada al terreno.

8.2.4 Proceso constructivo del pozo de abatimiento.

Esta es una estructura que se construyó sobre el talud, con el fin de reducir las aguas subsuperficiales que crean presiones de poros y por las que originan deslizamientos.

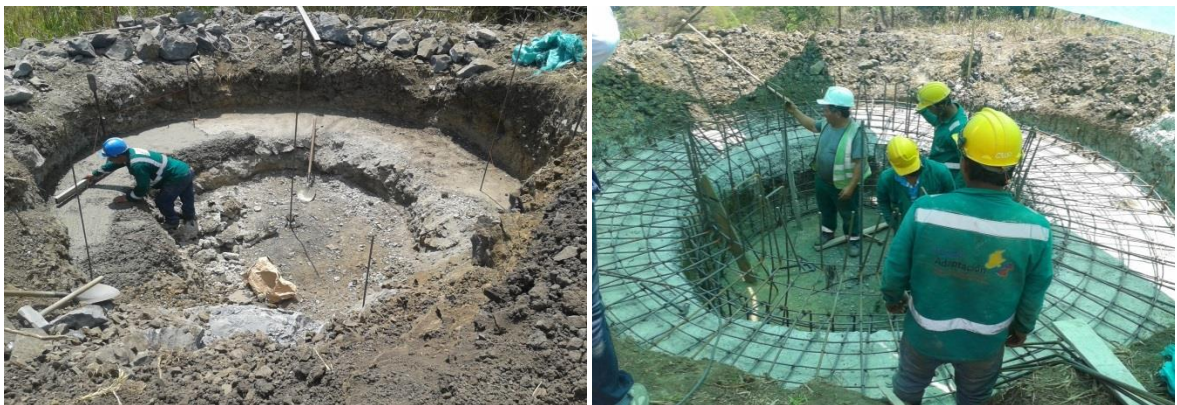


Sobre este pozo se le perforaron drenes horizontales con el fin de recoger agua subterránea del talud y drenarla a sus respectivos descoles.

Estos pozos son algo similares a los caisson en cuanto a su excavación y el proceso constructivo de sus anillos.

Se inició localizando el lugar exacto donde fue construido el pozo, seguido se replantea su eje y se traza su diámetro teniendo en cuenta el espesor del anillo de acuerdo a lo establecido en los planos del proyecto, una vez localizado su diámetro se dio inicio a la excavación donde se comenzó excavando una profundidad de 0.70m, profundidad a la cual se construyó el babero del pozo que es una estructura que se empotra sobre el terreno para una mayor sostenibilidad del pozo sobre el terreno cuyo corte transversal es de forma trapezoidal con altura variable, se colocó el concreto de limpieza con resistencia de 2000psi para proceder a instalar los aceros y la formaleta para fundir el babero en concreto clase D con resistencia de 4000psi.

(Ver imágenes No 66 y 67).



Imágenes No. (66 y 67) ubicación del eje y diámetro del pozo para posterior construcción del babero.

Una vez realizado este primer proceso se continua con la excavación para la construcción de los anillos los cuales se realizan en módulos de 1m de altura, a medida que se fue excavando se fundió el anillo, localizando mediante tubería de 3" y en la mitad de este, a 0.5m de la altura del anillo el sitio de los drenes horizontales.



Una vez excavado el primer anillo se procede a instalar el acero de refuerzo y su formaleta para la posterior fundición del concreto, concreto clase D con una resistencia de 4000 psi, tomando de las mismas muestras para su respectivo control de calidad.

Terminado de construir el primer anillo se realizó el mismo proceso para los siguientes anillos hasta completar la profundidad del pozo sugerida en los planos del proyecto.

Para facilitar el ingreso del trabajador a lo profundo del pozo se instaló sobre este una escalera en acero de refuerzo. (Ver imágenes No 68, 69,70, 71 y 72)

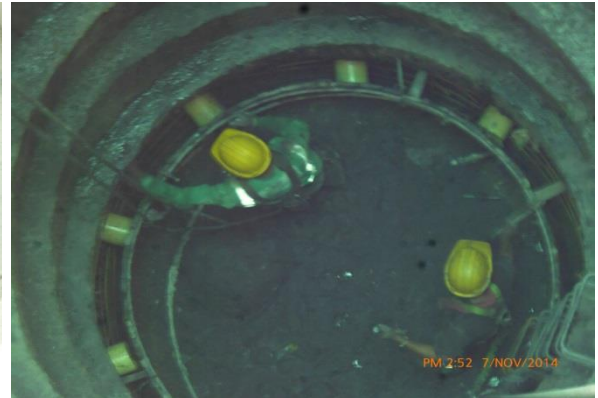


Imagen No. 68 excavación para instalación de formaleta. Imagen No. 69 formaleta y localización de los drenes.



Imágenes No. (70 y 71) vaciado del concreto sobre los diferentes anillos del pozo.



Imagen No. 72 pozo de abatimiento casi terminado.

Excavado y fundido el número de anillos requeridos, sobre la base del pozo se instaló un solado de limpieza en concreto clase F de 2000PSI ya que fue necesaria la construcción en concreto clase D de una losa o base del pozo.

Realizado todo este proceso se dio inicio a la perforación de los drenes horizontales, primero se realizó la perforación adecuada en el último anillo de la descarga o descole del pozo de abatimiento para colocar 2 tuberías, una sanitaria de pvc $\varnothing 4''$ y la tubería interna de conducción $\varnothing 2 \frac{1}{2}''$, RDE 21 y con pendiente mínima de 5%, esto para el descole.

A partir del penúltimo anillo se instalaron los drenes, alternando por anillo entre drenes largos y cortos, en el penúltimo anillo se perforaron 5 drenes largos de $L=15$ m, en el siguiente anillo se perforaron 5 drenes cortos de $L=10$ m y así sucesivamente.

La tubería de estos drenes son de PVC $\varnothing 2 \frac{1}{2}''$, envuelta con geo textil NT PAVCO 2500, longitud de 3m. (Ver imagen No 73).



Imagen No. 73 tubería envuelta con geo textil para drenes horizontales.

En cuanto al rendimiento de la perforación, se tiene 1 dren por día esto depende del equipo empleado para su ejecución y del tipo de material.

Perforados los drenes horizontales, como estructura final se construyó la tapa del pozo, la cual se compone de una losa en concreto y sobre esta se localizó la tapa de acceso. (Ver imágenes No 74 y 75).



Imágenes No. (74 y 75) equipo empleado para la perforación de los drenes.

8.2.5 Proceso constructivo de galería filtrante

Otra obra realizada para el control de las aguas subsuperficiales son las galerías filtrantes, cuya función es captar las aguas de las laderas para disminuir su peso y conducir las hacia un punto determinado.

Se comenzo localizando el lugar de ubicación de los filtros, posteriormente se continuo con la excavacion del terreno de acuerdo a la profundidad y longitud indicadas en los planos del proyecto, actividad que se realizo con la retroexcavadora de llantas. (ver imagen No 76 y 77).



Imagen No. 76 localización del sitio de construcción.



Imagen No. 77 excavación para instalación de filtro.

Seguido de la excavación se dio inicio a la colocación del geotextil NT 3000, del material granular filtrante y de la tubería PVC Ø 4", siguiendo lo recomendado en el artículo 673-07 del INVIAS. (Ver imágenes No 78 y 79).



Imagen No. 78 tubería perforada PVC Ø 4".



Imagen No. 79 instalación de geo textil, tubería y material granular.

Una vez colocado el material granular filtrante hasta la altura sugerida se cerró su superficie con el geotextil y se procedió a rellenar la zanja con material obtenido de la excavación, el espesor de suelo necesario para llegar hasta el nivel de terreno inicial y se continuo así con la revegetalización del terreno.

(Ver imagen No 80 y 81).



Imagen No. (80 y 81) colocación del geo textil para posterior relleno con material del sitio y revegetalización.

8.2.6 Proceso constructivo de vigas cabezal entre caisson.

Este es otro sistema de estabilización y confinamiento de la vía, donde se construyeron caissons amarrados con la viga cabezal, esto con el fin de que estas estructuras trabajen en conjunto para así generar mayor resistencia. Para el proceso constructivo de los caisson se siguió lo descrito anteriormente, numeral 8.2.1.

Una vez fabricados los caisson y tomando las medidas expuestas en los planos del proyecto se figuró el acero para realizar los ganchos en la parte final del núcleo del caisson hacia el interior y exterior de este, tal como lo muestran las siguientes imágenes. (Ver imágenes No 82 y 83).



Imágenes No. (82 y 83) figurado de acero para amarre con la viga.

Una vez realizados todos los ganchos de los caisson de procedio a hacer las respectivas instalaciones para la construccion de la viga cabezal o de amarre.

De acuerdo a las especificaciones y diseños planteadas en los planos, se preparo la superficie de terreno, colocando sobre esta un solado de limpieza, verificando su cumplimiento.(Ver imagen No 84).



Imagen No. 84 solado de limpieza para instalación de acero de viga cabezal.

Colocado el solado de limpieza, se verificaron las dimensiones y localización de la viga de acuerdo a diseños y se procedió a realizar un replanteo de la viga sobre el solado.

Realizado el replanteo se procedió a figurar, armar e instalar el acero de refuerzo de acuerdo a las especificaciones y recomendaciones del diseño.

Una vez instalado el acero se verifico su diámetro, longitudes de traslajos y recubrimientos, continuando con la colocación de la formaleta, donde se chequeo su colocación y sus respectivos plomos. (Ver imagen 85 y 86).



Imagen No. 85 figurado e instalación de acero.



Imagen No. 86 instalación de formaleta.

Posterior a la instalación de la formaleta, el concreto premezclado fue transportado a la obra en mixer de capacidad promedio 8m^3 , de ahí se continuo con su vaciado y vibrado, evitando la segregación del mismo, se garantizó el cumplimiento de especificaciones de acuerdo al título C de la NSR 10 y al artículo 630-07 del INVIAS, una vez se verifico su cumplimiento se procedió a retirar la formaleta y a realizar el proceso de curado. (Ver imágenes No 87, 88 y 89).



Imagen No. 87 vaciado del concreto por medio mecánico.



Imagen No. 88 vibrado del concreto.



Imagen No. 89 proceso de curado de la viga.

8.2.7 Proceso constructivo de box culvert.

Esta es una obra que se sugirió hacer en uno de estos puntos críticos para reducir los procesos de erosión y socavación que se estaban presentando en el sitio, los cuales se originaban por una reducida capacidad hidráulica de la obra transversal de la vía y como solución se propuso la ampliación de esta sección hidráulica mediante la construcción de un boxculvert.

Se comenzó localizando el sitio de construcción, de acuerdo a dimensiones y especificaciones de diseño y se realizó un replanteo de la estructura.

Posterior a esto se realizó la excavación, una vez terminada y mirando las condiciones del suelo se decidió hacer un mejoramiento al terreno en concreto ciclópeo con resistencia de 2000PSI. (Ver imagen No 90 y 91).



Imagen No. (90 y 91) excavación y mejoramiento de terreno para construcción de box culvert.



Realizado el mejoramiento del terreno se procedió a instalar los materiales para su construcción.

Primero se armó la parrilla de acero de la losa del box, seguido se armó el acero para las paredes del box cumpliendo traslapos y recubrimientos especificados en el diseño. (Ver imagen No 92 y 93).



Imagen No. (80 y 81) instalación de acero de la losa y paredes del box coulvert.

Armado el acero se continuo con la fundición y vibrado de la losa del box, utilizando concreto de 4000PSI y siguiendo lo recomendado en el artículo 630-07 del INVIAS. (Ver imagen No 94 y 95).



Imagen No. 94 vaciado del concreto para losa de box.



Imagen No. 95 vibrado de concreto.



Preparada la losa del box culvert y cumpliendo con especificaciones de diseño y siguiendo lo recomendado en las normas se procedió a instalar la formaleta y aceros de las paredes para la correcta fundición y vibrado del concreto.
(Ver imágenes No 96 y 97).



Imágenes No. (96 y 97) construcción de las paredes del box culvert.



Imagen No. (98 y 99) proceso de curado de la estructura.



9 ASPECTOS RELEVANTES APRENDIDOS Y PUESTOS PRÁCTICA EN EL DESARROLLO DE LA PASANTIA

- Reconocimiento de la maquinaria utilizada para la construcción de las obras.
- Reconocimiento de los diferentes materiales utilizados en la construcción.
- Ensayos y análisis de resultados de resistencia a la compresión del concreto.
- Proceso constructivo de obras de arte.
- Demarcación vial.
- instalación, compactación y control de calidad en todo el proceso de conformación de sub rasante, mejoramiento, sub base, y base.
- proceso constructivo de obras para drenaje superficial y subsuperficial de taludes, tales como cunetas flexibles, galerías filtrantes y pozos de abatimiento.
- Proceso constructivo de obras de estabilización tales como muro de contención, construcción de caissons vinculados mediante muro berlinés y viga cabezal.
- Construcción de box couvert.
- Control de entrada y salida de cantidades de material.
- Señalización preventiva de obra.
- Control y manejo de personal de obra.
- Manejo de seguridad industrial.
- Excavaciones mecánicas y manuales.
- Registro y control de avance de obra; mediante registro fotográfico cuadros de avance y bitácora.



10 COMENTARIOS SOBRE LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.

10.1 Hacer el seguimiento y control de las diferentes obras que se están ejecutando en el presente proyecto.

COMENTARIO: Para el alcance del objetivo se trabajó durante cuatro meses, siguiendo el procedimiento constructivo desarrollado, el cual se controló mediante los ensayos de laboratorio y/o campo realizados por el contratista e interventoría, actividades desarrolladas en compañía del personal administrativo y de obra. En el proceso constructivo descrito para la ejecución de las actividades se muestra registro fotográfico y soportes del control de calidad del avance de la obra.

Es pertinente aclarar que en el periodo que abarcó el desarrollo de la pasantía no terminó la ejecución de las obras.

10.2 Inspeccionar y coordinar el adecuado desarrollo de las obras, de tal forma que todas las actividades se ejecuten bajo el total cumplimiento de las normas y especificaciones técnicas y de seguridad, siguiendo así lo mejor posible el diseño elaborado en los planos del proyecto.

COMENTARIO: Esta actividad se realizó a lo largo de todo el periodo que abarcó el desarrollo de la pasantía, asistiendo continuamente a los diferentes lugares donde se ejecutaron las obras y haciendo un control de verificación al cumplimiento de las especificaciones exigidas en las normas y a los diseños elaborados en los planos del proyecto.



10.3 Aportar soluciones en problemas que surjan en el desarrollo del proyecto, fundamentadas en la formación académica.

COMENTARIO: en conjunto con interventoría y contratista se aportó posibles soluciones en los problemas que surgieron durante la ejecución de las obras aplicando los conocimientos adquiridos en la Universidad referentes a algunas de las materias vistas en el transcurso del periodo de formación académica, cumpliendo con el objetivo planteado.

Adicionalmente se adquirieron nuevos conocimientos que representaron mayor provecho y satisfacción en cuanto a la pasantía desarrollada.

10.4 Realizar un seguimiento al control de calidad de las obras ejecutadas.

COMENTARIO: el objetivo se alcanzó en su totalidad ya que una de las actividades frecuentes desarrolladas en el transcurso de la pasantía era el control de calidad referente a los ensayos realizados en la ejecución de las actividades.

10.5 Contribuir en las actividades de seguridad industrial y plan de manejo ambiental a lo largo del desarrollo del proyecto.

COMENTARIO: además de la participación integral en las actividades ejecutadas para cumplir con el objetivo de la obra, Durante el transcurso de ejecución de los procesos se realizó continuamente controles para el cumplimiento de las exigencias de seguridad industrial y control ambiental de acuerdo a los planes de manejo elaborados; realizando informes mensuales, control de la entrega de dotación y llevando un registro y control diario sobre las actividades desarrolladas; cumpliendo totalmente con el objetivo propuesto.



10.6 *Aplicar los conceptos básicos de ingeniería adquiridos durante la formación académica en la facultad de ingeniería.*

COMENTARIO: participando como auxiliar de ingeniería en el desarrollo de las actividades del proyecto se aplicaron los conocimientos adquiridos en la Universidad referentes a algunas de las materias vistas en el transcurso del periodo de formación académica, cumpliendo con el objetivo planteado.

Adicionalmente se adquirieron nuevos conocimientos que representaron mayor provecho y satisfacción en cuanto a la pasantía desarrollada.

10.7 *Participar en las labores administrativas del consorcio.*

COMENTARIO: para el desarrollo de la pasantía se participó también en las actividades administrativas desarrolladas por el consorcio CCC/AIM-009 en su oficina; actividades referentes a: elaboración de actas, informes ambientales, informes de seguridad industrial, cálculo y control de entrada y salida de materiales, balances de obra, rendimientos de obra diario y semanal, control para manejo de personal etc. Cumpliendo así en un 100% el objetivo planteado.

10.8 *Presentar un informe final de acuerdo a lo estipulado por la Universidad del Cauca y adicionalmente realizar la sustentación, socializando en forma general el desarrollo de la pasantía.*

COMENTARIO: para el cumplimiento de este objetivo se hace la entrega de un informe al director de pasantía de la universidad con las diferentes actividades desarrolladas durante el tiempo de duración de la pasantía.



11 CONCLUSIONES

Con la culminación de esta pasantía se llega principalmente a las siguientes conclusiones:

- El Consorcio CCC/AIM-009 en la ejecución del contrato 2222 del 2012, ha abierto sus puertas a aquellos estudiantes universitarios que desean complementar sus conocimientos académicos de una forma práctica logrando así ampliar conceptos y adquirir experiencia para una futura vida como profesionales.
- El desarrollo de este proyecto brindó la posibilidad de ampliar horizontes que enriquecieron no solo la parte académica, sino también la parte social, operativa debido a que la experiencia adquirida por medio de una pasantía es muy satisfactoria, dando pie a que seamos unos futuros Ingenieros Civiles íntegros y útiles a la comunidad.
- Con el desarrollo de la práctica profesional en el Consorcio CCC/AIM-009, se logró no solo adquirir un requisito para optar al título de Ingeniero Civil sino además ganar experiencia en el campo laboral para el desarrollo como futura profesional.
- Los objetivos planteados en el anteproyecto entregado se cumplieron totalmente, obteniendo un alto grado de satisfacción personal debido al éxito de la pasantía desarrollada.



12 BIBLIOGRAFIA

<http://www.elconstructorcivil.com/2012/02/cimentaciones-tipos-de-caissons-y-su.html>

<http://www.clubensayos.com/Temas-Variados/Proceso-Constructivo-De-Un-Caisson/151434.html>.