

**APOYO TÉCNICO PARA LA EJECUCIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE
EXPLANACIÓN, OBRAS DE ARTE, EXTENSION DE MATERIAL GRANULAR Y
CAPA DE RODADURA EN EL DESARROLLO PARA ESTUDIOS Y DISEÑOS,
GESTIÓN SOCIAL, PREDIAL, AMBIENTAL Y MEJORAMIENTO DEL
PROYECTO “CORREDOR DEL SUR” CONTRATO 850 – 2009**

JOHNNY ALEXANDER LOPEZ BASTIDAS

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
SAN JUAN DE PASTO
2014**

**APOYO TÉCNICO PARA LA EJECUCIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE
EXPLANACIÓN, OBRAS DE ARTE, EXTENSION DE MATERIAL GRANULAR Y
CAPA DE RODADURA EN EL DESARROLLO PARA ESTUDIOS Y DISEÑOS,
GESTIÓN SOCIAL, PREDIAL, AMBIENTAL Y MEJORAMIENTO DEL
PROYECTO “CORREDOR DEL SUR” CONTRATO 850 – 2009**

JOHNNY ALEXANDER LOPEZ BASTIDAS

**Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de
Ingeniero Civil**

**DIRECTOR DE PROYECTO
ING. LUIS CARLOS BURBANO MORA**

**CODIRECTOR DE PROYECTO
ING. ALFREDO JIMENEZ CORDOBA**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
SAN JUAN DE PASTO
2014**

NOTA DE RESPONSABILIDAD

“La Universidad de Nariño no se hace responsable de las opiniones o resultados obtenidos en el presente trabajo y para su publicación priman las normas sobre el derecho de autor”.

Artículo 13, Acuerdo N. 005 de 2010 emanado del Honorable Consejo Académico.

Las ideas y conclusiones aportadas en el trabajo de grado son responsabilidad exclusiva del autor.

Artículo 1º del acuerdo No. 324 de octubre 11 de 1966, emanado del Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

Nota de aceptación:

Firma del Presidente de tesis

Firma del jurado

Firma del jurado

San Juan de Pasto, Marzo de 2013

RESUMEN

La red vial es relativamente pequeña si se le compara con su extensión territorial y en lo que corresponde al sur oriente y sur occidente del país y en este caso las vías en cuestión son muy limitadas y de bajas condiciones para transitarlas.

Por lo tanto si se tiene en cuenta que el desarrollo vial del país, incide directamente en el progreso social y económico de los pueblos; es importante destacar la participación que atiene la academia en proyectos de construcción de infraestructura vial que tienen gran relevancia, destacando en este caso el apoyo técnico que se viene efectuando sobre el proyecto denominado “CORREDOR SUR” tramo puente internacional San Miguel – La Hormiga, por parte de la Universidad de Nariño.

ABSTRACT

The road network is relatively small when compared with its territorial extent and in what corresponds to the south east and south west of the country and in this case the routes in question are very limited and low conditions to transit.

So if you consider that the development of the country road, directly affects the social and economic progress of the people; participation is important to note that the school complies with construction projects for road infrastructure are highly relevant in this case highlighting the technical support that has been performing on the project "SOUTH CORRIDOR" international bridge section San Miguel - La Hormiga, by University of Nariño.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCION.....	14
1. INFORMACION GENERAL DEL PROYECTO	17
1.1 CORREDOR SUR, TRAMO SAN MIGUEL–LA HORMIGA–YARUMO-SANTANA	17
1.2 SECTOR PUENTE INTERNACIONAL SAN MIGUEL (K0+000) – LA HORMIGA (K29+000).	18
1.2.1 Parámetros geométricos de la vía.....	18
1.2.2 Normatividad.	19
1.2.3 Sección transversal.	19
1.2.4 Parámetros de diseño	19
1.2.5 Estudio geotécnico	21
1.2.6 Perfil estratigráfico	21
1.2.7 Variables de tránsito	21
1.2.8 Diseño de la estructura de pavimento	23
1.2.8.1 Metodología de diseño.	24
1.2.8.2. Diseño de la estructura de pavimento.	25
1.2.8.3 Elementos estructurales.	26
1.2.8.4 Obras adicionales.	26
2. EJECUCION DE LOS TRABAJOS CORRESPONDIENTES AL TRAMO SAN MIGUEL – LA HORMIGA.....	27
2.1 INFORMACION GENERAL DEL CONTRATO	27
2.2 FRENTES Y LIMITES DE OBRA	28
2.3 RECONOCIMIENTO DE LA EMPRESA, DEL ÁREA DE TRABAJO Y ACTIVIDADES A DESARROLLAR POR EL PASANTE	28
3.1 MODELO DE ACTA DE VECINDAD	29
4. EXPLANACIÓN.....	31
4.1 DESCRIPCION	31
4.2 MATERIALES	31
4.3 EQUIPO	31
4.4 METODOLOGÍA DE TRABAJO	32
4.4.1 Fuente de material la frontera (K2+210 San Miguel)	34
4.4.2 Fuente La Isla ubicada en la vereda La Isla. K29+650.	34
4.5 CONTROL DE CALIDAD	37
5. CONSTRUCCIÓN DE FILTROS CON GEOTEXTIL NT 2500.	38
5.1 DESCRIPCIÓN	38
5.2 MATERIALES	38
5.3 EQUIPO	38
5.4 METODOLOGÍA DE TRABAJO	38
5.5 CONTROL DE CALIDAD	41

6.	CONSTRUCCIÓN DE ALCANTARILLAS EN TUBERÍA DE CONCRETO REFORZADO DE 36" (900MM)	42
6.1	DESCRIPCIÓN	42
6.2	MATERIALES	42
6.3	EQUIPO	42
6.4	METODOLOGÍA DE TRABAJO	43
6.5	PRODUCCION DE TUBERIA EN CONCRETO REFORZADO DE 36" (900MM)	45
6.6	CONTROL DE CALIDAD	54
7.	MUROS DE CONTENSION EN CONCRETO REFORZADO	55
7.1	FINALIDAD	55
7.2	MATERIALES	55
7.3	EQUIPO	55
7.4	METODOLOGÍA DE TRABAJO	55
7.5	CONTROL DE CALIDAD	60
8.	CONSTRUCCION DE BOX COULTVER	62
8.1	DESCRIPCIÓN	62
8.2	MATERIALES	62
8.3	EQUIPO	62
8.4	METODOLOGÍA DE TRABAJO	62
8.5.	CONTROL DE CALIDAD	68
9.	BASE GRANULAR.....	69
9.1	DESCRIPCIÓN	69
9.2.	MATERIALES	69
9.3.	EQUIPO	69
9.4	METODOLOGÍA DE TRABAJO	70
9.5	CONTROL DE CALIDAD	72
10.	CONSTRUCCION DE LA CAPA DE RODADURA EN COCRETO.....	73
10.1	DESCRIPCIÓN	73
10.2	MATERIALES	73
10.3	EQUIPO	73
10.4	METODOLOGÍA DE TRABAJO	74
10.5	CONTROL DE CALIDAD	80
11.	CONSTRUCCION DE CUNETAS EN CONCRETO HIDRAULICO.	81
11.1	DESCRIPCIÓN	81
11.2	MATERIALES	81
11.3	EQUIPO	81
11.4	METODOLOGÍA DE TRABAJO	81
11.5	CONTROL DE CALIDAD	83
12.	CONTROLES GENERALES DE OBRA	84
13.	CONCLUSIONES	85
14.	RECOMENDACIONES	86
	BIBLIOGRAFIA.....	87

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 . Tramo San Miguel-La Hormiga-Yarumo-Santa Ana (l = 108,78 km) -Corredor del Sur	17
Figura 2. Sección transversal típica	19
Figura 3. Registro fotográfico de estado de la vivienda.....	30
Figura 4. Cajeo media bancak14+650 margen derecha – sector La Dorada....	30
Figura 5. Extensión de geotextil NT 4000 PAVCO S.A. K 19+340 margen derecha - sector loro 1	33
Figura 6. Localización fuente de material La Frontera - K 2+ 210 margen izquierda. San Miguel.....	34
Figura 7. Localización fuente de materiales La Isla - K 29 +460 margen izquierda. La Hormiga.....	35
Figura 8. Lleno con material aluvial para mejoramiento - K 14+680 margen derecha. sector La Dorada.....	35
Figura 9. Extensión de material aluvial seleccionado - K 22 + 650 margen izquierda. sector Loro 1.....	36
Figura 10. Toma de densidades para sub-rasante - K18+610 al K 18+810 ancho de vía sector La Dorada.	36
Figura 11. Excavación y extensión geotextil NT 4000 - K 22+780 margen derecha. Sector Loro 1.....	39
Figura 12. Extensión de tubería Perforada 4" y lleno con material filtrante K 22+780 margen derecha. Sector Loro 1.....	40
Figura 13. Costura de geotextil. K 22+780 margen derecha. sector Loro 1.....	40
Figura 14. Cobertura filtro. K 22+780 margen derecha. sector Loro 1.....	41
Figura 15. Excavación para tramo 1 de alcantarilla K 13+410 margen izquierda. sector La Dorada	44
Figura 16. Solado para tubería y cabezal Tramo 1 concreto clase F - K 13 +410 margen izquierda. sector La Dorada	44
Figura 17. Preparación canastilla y formaleta de acero.....	45
Figura 18. Retiro de formaleta para tubería 36" (900mm)	46
Figura 19. Acopio de tubería en concreto reforzado 36" (900mm).	47
Figura 20. Instalación tubería 36" (900mm) Tramo 1 - K 19+480 margen derecha. sector Loro 1.	48
Figura 21. Formaleta y fundición atraque a medio tubo - K 13+860 margen derecha. sector La Dorada.....	48
Figura 22. Armado acero cabezal. K 15+220 margen izquierda - sector La Dorada	49
Figura 23. Formaleta metálica para cabezal de aletas - K 15+590 margen izquierda. sector la Dorada.	49

Figura 24.	Vaciado de concreto premezclado para cabezal de aletas - K 13+860 margen izquierda. sector La Dorada	50
Figura 25.	Cabezal de aletas en encole de alcantarilla 36" - K 24+930 margen derecha sector La Hormiga.	51
Figura 26.	Excavación complemento alcantarilla 36" (900mm) tramo 2 - K 13+860 margen derecha sector La Dorada.	51
Figura 27.	Excavación, mejoramiento y solado, tramo 2 - K 13+860 margen derecha, sector La Dorada.	52
Figura 28.	Instalación tubería y fundición atraque a medio tubo, tramo 2 - K 13+860 margen derecha, sector La Dorada.	52
Figura 29.	Armado acero cabezal y formaleta para poceta de encole - tramo 2. K 13+860 margen derecha, sector La Dorada.	53
Figura 30.	Fundición y retiro de formaleta para peseta de encole. Tramo 2 - K 13+860 margen derecha, sector La Dorada.	53
Figura 31.	Excavación para cimentación muro de contención - K 18+260 margen derecha, sector La Dorada.	56
Figura 32.	Pilotes en madera para cimentación de muro	57
Figura 33.	Extensión de geomalla triaxial y lleno con material aluvial para mejoramiento. K 18+260 margen derecha, sector La Dorada.	57
Figura 34.	Solado para muro de contención - K 18+260 margen derecha, sector La Dorada.	58
Figura 35.	Armado acero para muro de contención - K 18+260 margen derecha, sector La Dorada.	59
Figura 36.	Fundición primer tramo de muro de contención - K 18+260 margen derecha, sector La Dorada.	59
Figura 37.	Elevación de filtro para muro de contención - K 18+260 margen derecha, sector La Dorada.	60
Figura 38.	Lleno estructural para muro de contención - K 18+260 margen derecha, sector La Dorada.	60
Figura 39.	Excavación para box coulvert, tramo 1 - K13+160 margen izquierda, sector La Dorada	63
Figura 40.	Fundición Losa inferior box coulvert - K 13+160 margen izquierda sector La Dorada.	64
Figura 41.	Acero de refuerzo y formaleta para box coulvert de. Tramo1 K 13+160 margen izquierdo sector La Dorada.	64
Figura 42.	Fundición cuerpo de box coulvert, tramo 1.....	65
Figura 43.	Construcción filtro para box coulvert tramo1 - K 13+160 margen izquierdo, sector La Dorada.	65
Figura 44.	Construcción cabezal aletas para box coulvert tramo 1 - K 13+160 margen izquierdo, sector La Dorada.	66
Figura 45.	Excavación y compactación de material aluvial para mejoramiento K 13+160 margen derecho, sector La Dorada.....	66
Figura 46.	Fundición losa inferior box coulvert, tramo 2 - K 13+160 margen derecho sector La Dorada.....	67

Figura 47.	Armado de refuerzo y formaleta box coulvert tramo 2 - K 13+160 margen derecho, sector La Dorada.....	67
Figura 48.	Construcción de filtro y Relleno para complemento de box coulvert tramo 2 - K 13+160 margen derecho, sector La Dorada	68
Figura 49.	Extensión de base granular - K 18+080 al K 18+150, sector Loro 1..	70
Figura 50.	Compactación de base granular - K 18+080 al K 18+150, sector Loro 1	71
Figura 51.	Toma de densidades - K 18+080 al K 18+150, sector Loro 1.....	72
Figura 52.	Instalación de formaleta para placas de pavimento - K 19+850 al K 20+000.....	74
Figura 53.	Extendido y vibrado de concreto para placa de pavimento - K 19+850 al K 20+000.....	75
Figura 54.	Acabado superficial con rodillo vibratorio - K 19+850 al K 20+000....	75
Figura 55.	Instalación de junta transversal de contracción - K 19+850 al K 20+000	76
Figura 56.	Microtexturizado - K 19+850 al K 20+000	77
Figura 57.	Macro-texturizado - K 19+850 al K 20+000	77
Figura 58.	Aplicación de antisol - K 19+850 al K 20+000	78
Figura 59.	Corte para junta transversal de corte - K 19+850 al K 20+000	78
Figura 60.	Formaleta para cuneta - K 21+550 margen derecha, sector Loro1 ...	82
Figura 61.	Fundición de cuneta, módulos iniciales - K 21+550 margen derecha sector Loro1	82
Figura 62.	Fundición cuneta, módulos finales - K 21+550 margen derecha, sector Loro1	83

LISTA DE TABLAS

Pág.

Tabla 1.	Velocidades de diseño por sector	20
Tabla 2.	Parámetros generales de diseño.....	20
Tabla 3.	Radio máximo para espiral en transición.....	21
Tabla 4.	Factores de equivalencia de carga.....	22
Tabla 5.	Numero de ejes equivalentes de 80 KN	23
Tabla 6.	Clasificación de la subrasante según la resistencia	24
Tabla 7.	Valores de la resistencia a la flexotracción del concreto (módulo de rotura)	24
Tabla 8.	Longitud máxima de La Losa - tramo San Miguel – La Hormiga	25
Tabla 9.	Especificación INVIAS para base	26
Tabla 10.	Tramos de concreto hidráulico para pavimento - en tiempo de pasantía	79
Tabla 11.	Construcción de cuneta	83

GLOSARIO

Actas de vecindad: Las Actas de Vecindad consisten en la elaboración de un concepto técnico acerca del estado actual de las edificaciones que colindan con una construcción en obra. Para la realización de las actas de vecindad, se debe contar con la parte técnica que está a cargo de un ingeniero civil y la parte social a cargo del profesional social.

Alcantarilla: Es una estructura que tiene por objetivo principal sortear un obstáculo al paso del agua, por lo general se ubica en los puntos bajos de la vía.

Cuneta: Es una zanja o canal que se abre a los lados de las vías terrestres de comunicación (caminos, carreteras) y que, debido a su menor nivel, recibe las aguas pluviales y las conduce hacia un lugar que no provoquen daños.

Drenaje: Son todas las obras que tienen como función captar, transportar y desalojar alejando las aguas que estén cercanas a la vía evitando que causen daños en la estructura de la vía.

Filtros: Son estructuras de subdrenaje y recogen las aguas sub-terráneas o provenientes de taludes, para transportarlas y descolarlas en las obras de drenaje transversal para alejarlas de la vía evitando daños en su estructura.

Geotextil: El Geotextil se traduce en una barrera para migración de partículas entre dos tipos de suelo, facilitando la transmisión de agua.

Muro de contención: Los muros de contención tienen como finalidad resistir las presiones laterales ó empuje producido por el material retenido detrás de ellos, su estabilidad la deben fundamentalmente al peso propio y al peso del material que está sobre su fundación. Los muros de contención se comportan básicamente como voladizos empotrados en su base. Se designó con el nombre de empuje, las acciones producidas por las masas que se consideran desprovistas de cohesión, como arenas, gravas, cemento, trigo, etc. En general los empujes son producidos por terrenos naturales, rellenos artificiales o materiales almacenados.

Plan de inspección y ensayo: Documento de control interno donde se contemplan cada uno de los ensayos y su correspondiente norma; que deben cumplir los procesos constructivos y los materiales que se utilizan en obra para garantizar la calidad de los productos.

INTRODUCCION

Las difíciles condiciones de vida a las cuales está sometida la población residente de zonas aisladas, ha originado un atraso marcado principalmente en la situación económica, debido a los altos costos de productos de primera necesidad que son traídos de sectores productores alejados. Este es el caso del departamento del Putumayo el cual no cuenta con vías de acceso en buenas condiciones.

El gobierno central y regional está comprometido con la comunidad y su progreso, buscando en la construcción de vías de comunicación terrestre una alternativa viable, confiable y segura para conseguir este propósito, intercomunicando a las regiones más apartadas con los centros de consumo masivo, generando bienestar para la población a través del aprovechamiento de los recursos que estas poblaciones poseen.

Teniendo en cuenta lo problemas anteriores el proyecto “**Corredor del Sur**”, Contrato 850 – 2009, proporcionara el apoyo necesario para el fortalecimiento de las actividades productivas, ya que este departamento es rico en biodiversidad y reservas de petróleo, además de un clima variado y suelos muy fértiles; esto muestra el gran potencial de esta región en los diferentes sectores de la economía.

El proyecto comunica el Sur Occidente con el centro del departamento del Putumayo y conecta el paso fronterizo que une a la República del Ecuador con Colombia, el cual pretende adaptar y mejorar aprovechando al máximo los diseños geométricos existentes optimizando las condiciones de tránsito y brindando seguridad y comodidad a los pobladores, mediante la construcción de diferentes obras como: puentes, estructuras hidráulicas, capas granulares y otras estructuras que se complementan con una pavimentación en concreto hidráulico.

El tramo en el cual se intervendrá por parte de SONACOL S.A.S corresponde al Puente Internacional San Miguel (PR 0+000) – La Hormiga (PR 29+000) tiene una longitud de 29 Km y atraviesa la inspección de San Miguel ubicada alrededor del Puente Internacional de San Miguel, que comunica con el Ecuador, igualmente atraviesa el Corregimiento de La Dorada y termina en el municipio de la Hormiga, en este último se tendrá la sede para ubicación de oficinas, planta de abastecimiento de concreto (ARGOS), almacenamiento de herramientas, maquinaria, equipo menor y acopio de materiales granulares.

La Universidad de Nariño como una institución formadora de profesionales y comprometida con el desarrollo del país, al vincularse de manera directa en este proyecto favorece los intereses de la población, aportando apoyo técnico a la

empresa encargada de la ejecución de la obra vial, a través de la facultad de ingeniería.

En la realización de este proyecto de pasantía se aplicarán y ampliarán conocimientos de Ingeniería Civil, significativos para una buena gestión en el desarrollo de las actividades las cuales aportaran en la formación como desarrollo profesional del estudiante.

OBJETIVOS

Objetivo general:

Ofrecer apoyo técnico en la ejecución de los procesos que se están desarrollando como obras de arte, explanación, base y pavimento rígido en el proyecto vial “Corredor Sur” tramo Puente Internacional San Miguel – La Hormiga.

Objetivo específico:

- Brindar apoyo técnico al personal de obra que lo requiera.
- Cumplir con las políticas y normas implementadas por la empresa en sus diferentes áreas (calidad, salud ocupacional, seguridad industrial, medio ambiente y social), aplicables en el desarrollo de las actividades de obra.
- Efectuar mediciones periódicas para el control de rendimientos y llevar el control de las actividades constructivas y que estas se realicen de acuerdo a las especificaciones del cliente y a la programación de la obra.
- Adquirir las habilidades y destrezas necesarias en la toma de decisiones y solución de problemas reales presentes en el ámbito de la ingeniería.

JUSTIFICACION

El desarrollo y el transporte son fundamentales en el avance de un país, ya que facilita en alto grado el desenvolvimiento de la mayor parte de sus actividades.

*“En la construcción de vías en el país, se han presentado dificultades, por cuanto al relieve y la conformación del suelo se presenta con gran accidentalidad así como también en cuanto a la insalubridad del clima en algunos sectores. Sin embargo en forma lenta se han vencido algunos problemas y actualmente la mayor parte de las regiones se encuentran integradas, hecho que facilita el desenvolvimiento económico.”

Cada momento de nuestra historia hace su aporte en el desarrollo vial y a tratado de seguir en forma paralela al movimiento mundial del transporte, al desarrollo económico, a los recursos de crédito, y al avance tecnológico.

“En los últimos 30 años, el país ha realizado la transformación de sus antiguos caminos en carreteras.

La ley 18 de 1931 determino por primera vez un programa vial que contemplaba la construcción de carreteras troncales y seccionales, la estructura general de las carreteras colombianas está determinada de esta manera por la fisiografía del país”

Así como también se mira la importancia y los alcances del proyecto que tendrá tanto a nivel nacional con internacional y a la vez de su firma constructora, se encuentra que resulta para la Universidad de Nariño como institución formadora, como para sus profesionales, es un desafío el poder participar desempeñándose técnica y profesionalmente en los distintos procesos que se desarrollan dentro del proyecto, posesionando así el buen nombre de la institución respecto de sus estándares de calidad.

En este sentido EL PASANTE del programa de Ingeniería y en el caso específico, hace un aporte de carácter técnico que radica especialmente en: Control de Calidad de materiales, optimización de procesos contractivos que refleje y garantice al final de la obra el cumplimiento de normas técnicamente exigidas.

METODOLOGÍA

Dentro de la presentación del informe de trabajo que se está llevando a efecto sobre el proyecto “CORREDOR DEL SUR”, se dará una descripción detallada de las diferentes etapas del proceso de construcción del tramo LA HORMIGA – PUENTE INTERNACIONAL SAN MIGUEL, tomado como un hecho o acontecimiento real que se está efectuando en los últimos años en el departamento del Putumayo, en procura de brindar bienestar y desarrollo a la región por parte del gobierno central.

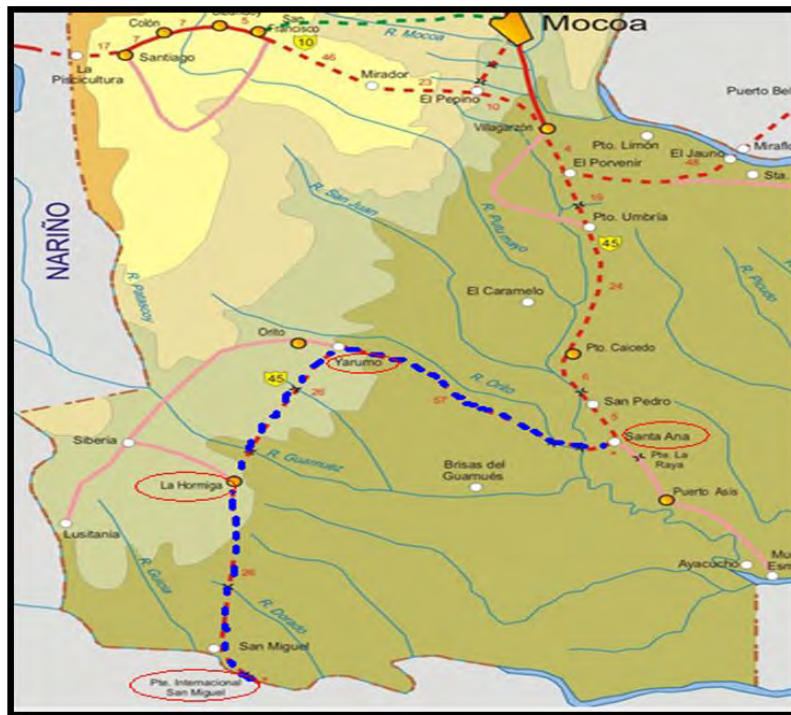
Siguiendo las pautas del proceso; inicialmente se hace un reconocimiento de la firma contratista o empresa, junto con la documentación acerca del proyecto a intervenir o apoyar en procura de tener total claridad de las actividades que se llevan a cabo o que se desarrollaran a medida que avanza la obra.

1. INFORMACION GENERAL DEL PROYECTO

1.1 CORREDOR SUR, TRAMO SAN MIGUEL-LA HORMIGA-YARUMO-SANTANA

El proyecto “Corredor del Sur” comunica el sur occidente con el centro del departamento del Putumayo y conecta el paso fronterizo que une a la república del Ecuador con Colombia. Inicia en El puente Internacional de San Miguel, llegando a La Hormiga y finalizando en Santa Ana el cual forma parte de la Red Nacional de Carreteras Ruta 4501. (Ver figura 1).

Figura 1 . Tramo San Miguel-La Hormiga-Yarumo-Santa Ana (l = 108,78 km) - Corredor del Sur



El corredor se desarrolla en el departamento de Putumayo con influencia en poblaciones como San Miguel, La Dorada, La Hormiga, El Luzón, El Yarumo finalizando en Santa Ana; la vía se encuentra sobre un tipo de terreno plano, presenta tramos pavimentados en concreto rígido con gran evidencia de deterioro, especialmente en los pasos urbanos de la Hormiga y la Dorada, en su mayor longitud la estructura que presenta es un afirmado estabilizado con Fuel Oil en regular estado. De acuerdo con los niveles definitivos de rasante y la visita

efectuado al sitio, en el corredor se identificaron zonas donde el nivel actual se mantendrá y otras zonas donde por ampliación de la calzada, será necesaria la realización de cortes (entre 1,0 m y 1,5 m) y la construcción de terraplenes (entre 2,0 m y 3,0 m).

1.2 SECTOR PUENTE INTERNACIONAL SAN MIGUEL (K0+000) – LA HORMIGA (K29+000).

La vía en el Tramo 1, comprende el enlace entre el Puente Internacional San Miguel, en la frontera con la República del Ecuador y La localidad de Santa Ana, en el Departamento del Putumayo.

Discurre por topografía de diferentes características, entre las que predomina el terreno plano – ondulado, con algunos sectores que adquieren características de terreno montañoso.

En el tramo inicial, se cuenta con la vía pavimentada en concreto hidráulico. Por tanto, en este sector (K0+000 – K0+378), el diseño es nominal y se ajusta al máximo a lo existente; dado que no habrá intervención en esta infraestructura.

Como consecuencia de la presencia de la tubería, la vía presenta características geométricas diversas tanto en planta como en perfil, lo que se refleja en inconsistencia de especificaciones entre la configuración planimétrica y la altimétrica.

La presencia de la tubería, limita el desarrollo vial, este aspecto se hace notorio a partir de K7+100, con la existencia de alta sinuosidad vertical, que limita notoriamente las condiciones de operación de la vía. (Descripción visual del tramo en Anexo 16).

1.2.1 Parámetros geométricos de la vía. Dada la condición particular de este proyecto, que cuenta con la existencia de poliductos en sus márgenes en un 95% de su longitud, por tal motivo, la vía se ciñe a la localización de estos poliductos, guardando una distancia mínima de 3.0m, entre el borde externo de la bermá-cuneta y la tubería.

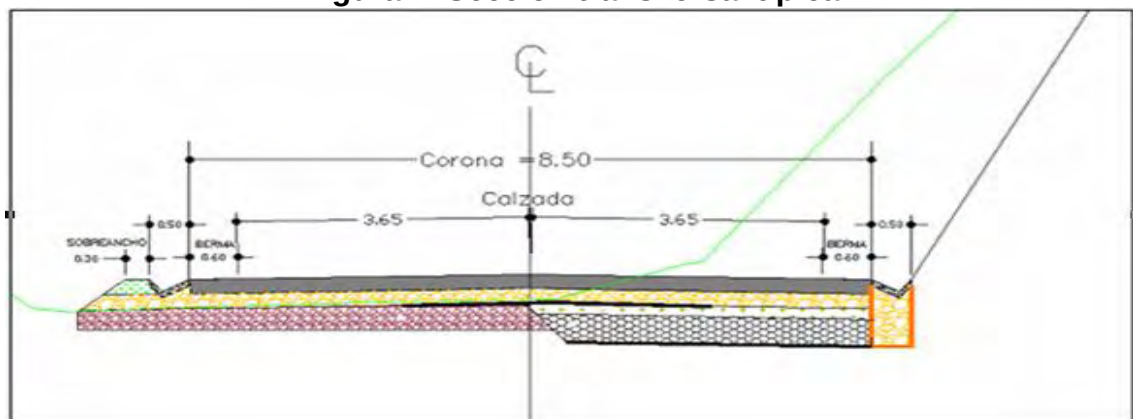
El diseño regula el ancho del corredor vial, implantando una calzada con dos carriles de circulación de 3.65m cada uno, bermas de 0.60m y cunetas de 0.50m en cada costado. Se debe tener en cuenta que la configuración planimétrica de corredor es apta para velocidad de operación del orden de 60 KPH, con algunas excepciones, donde se cuenta con radios de curvatura bajos, derivados de las condiciones puntuales del proyecto.

En términos generales, la curvatura del diseño es generosa cumpliendo especificaciones (Planimétrica) para una velocidad mínima de 40KPH; sin embargo, la consecuencia de la cercanía de los ductos, se ve reflejada en la sinuosidad vertical pronunciada, que obliga a proyectar con pendientes que alcanzan valores superiores a 10.0%, característica que obliga a adoptar velocidades de diseño bajas; no obstante, al paso por los cauces que involucra el corredor vial, el diseño obedece a las necesidades geotécnicas y/o hidráulicas y estructurales en cada caso particular, de manera que el alineamiento definido facilite la implantación de la estructura respectiva, bajo los márgenes de economía y estabilidad apropiados.

1.2.2 Normatividad. Tal como lo estipulan los pliegos de condiciones, la norma que rige estos diseños es el “Manual de diseño geométrico para carreteras -. INV “- 1.998; sin embargo, conforme con lo acordado con la Interventoría asignada, se tendrá presente lo recomendado por el “Manual de Diseño Geométrico de Carreteras -. INV – 2.008, sin desconocer las premisas básicas del proyecto, que se sintetizan en el aprovechamiento máximo de la infraestructura existente, evitando incurrir en afectaciones prediales. Estos documentos se complementan con las recomendaciones de la publicación: A Policy on Geometric Design, Highways and Streets, de AASHTO, versión 2.001.

1.2.3 Sección transversal. Conforme con lo estipulado en los pliegos la sección transversal está compuesta de; Calzada de 7.30m (Dos carriles de 3.65m), Berma de 0.60m y cuneta de 0.50m (A los dos costados de la vía). (Ver figura 2).

Figura 2. Sección transversal típica



1.2.4 Parámetros de diseño. Con base en las observaciones de campo y el volumen de tráfico a servir durante el periodo de diseño, así como su composición

y las premisas particulares del proyecto, se han establecido parámetros generales que regirán el diseño.

Tabla 1. Velocidades de diseño por sector

TRAMO		VELOCIDAD KPH
DESDE	HASTA	
K0+000	K0+850	40
K0+850	K5+550	60
K5+550	K7+550	40
K7+550	K12+700	30
K12+700	K17+400	40
K17+400	K19+700	30
K19+700	K22+400	40
K22+400	K24+400	30
K24+400	K29+500	40
K29+500	K36+500	30

Tabla 2. Parámetros generales de diseño

PARAMETRO	UNNIDA D	V=60KPH	V=40KP H	V=30KPH
RADIO MINIMO DE CURVATURA	m	113.0	41.00	30.00
PERALTE MAXIMO	%	8.00	8.00	8.00
PENDIENTE LONG. MAXIMA	%	8.00	10.00	12.00
PENDIENTE LONG. MINIMA	%	0.50	0.50	0.50
DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA	m	85.00	50.00	35.00
DIST. DE VELOCIDAD DE ADELANTAMIENTO	m	410	270.0	200.0
K (Curva Vertical Cóncava)	Adm	18	9	8.00
K (Curva Vertical Convexa)	Adm	8	4	2.00
PENDIENTE RELATIVA MAXIMA	%	0.64	0.96	1.28
ANCHO DE CALZADA	m	7.30	7.30	7.30
ANCHO DE BERMA	m	0.60	0.60	0.60
ANCHO DE CARRIL	m	3.65	3.65	3.65

“Radio máximo para uso de espiral de transición”, donde se indica para cada velocidad de diseño, el valor de radio a partir de cual, no es necesario implementar espirales de transición. (Ver tabla 3).

Tabla 3. Radio máximo para espiral en transición

VELOCIDAD DE DISEÑO (KPH)	RADIO MAX. PARA ESPIRAL DE TRANSICIÓN (m)
30	64
40	95
60	213

1.2.5 Estudio geotécnico. La evaluación geotécnica para el tramo San Miguel – La Hormiga fue efectuada mediante la ejecución de 12 apiques, localizados a lo largo del corredor cada 1000m, a una profundidad promedio de 1.50m y 36 sondeos intermedios (cada 250m), a una profundidad promedio de 1.50m, en donde fue efectuada una descripción visual del perfil estratigráfico, caracterización física de cada uno de los estratos observados, caracterización mecánica mediante ensayos de CBR Método I de las capas granulares y la determinación de la capacidad de soporte de la subrasante por medio de CBR en estado inalterado y sumergido según las normatividad vigente.

1.2.6 Perfil estratigráfico. A partir de la exploración geotécnica efectuada es posible definir dos perfiles estratigráficos: el primero se observa del PR0+000 al PR2+750 caracterizado por una capa de material granular tipo grava areno-limosa, que funciona como rodadura y una subrasante identificada como limos de alta compresibilidad y arcillas de consistencia media. El segundo perfil se observa desde el PR 2+750 al PR12+000 caracterizándose por una capa de material granular estabilizado con asfalto en regular estado, la cual hace las veces de rodadura, una capa de material granular caracterizada como gravas limo-arenosas o gravas limosas, y la subrasante, identificada como arcillas de baja y alta compresibilidad, y en algunos casos arcillas limosas.

1.2.7 Variables de tránsito. La determinación de la variable tránsito, juega un papel importante en poder definir el tipo de intervención a realizar, ya que el fundamento de la estructura de pavimento es poder definir los espesores y calidades de las diferentes capas, en búsqueda de proporcionar al usuario un nivel de serviciabilidad adecuado. Dicha variable fue evaluada en el informe del Estudio

de Tránsito, Capacidad y Niveles de Servicio (MT3-CS-TS-09), del cual se extractan los parámetros requeridos para el diseño del pavimento.

- **Períodos de aforo**

Dado que la vía objeto de estudio se encuentra clasificada jerárquicamente como una vía secundaria con volúmenes moderados, la recolección de la información primaria de volúmenes se llevó a cabo durante siete (7) días, las veinte cuatro (24) horas del día, en la semana comprendida entre el 21 y el 28 de Agosto de 2009.

Teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente, se presentan en los volúmenes de tránsito diario para ambos sentidos del corredor en estudio, donde el día Lunes presenta el mayor flujo vehicular con 430 veh/día.

Los resultados del periodo de aforo para determinar los volúmenes de tránsito se observan en el Anexo 25. (Ver tabla 4).

- **Determinación del número de ejes equivalentes**

Las metodologías de diseño de pavimentos relacionan dentro de las variables del proyecto y como parámetro de evaluación de las solicitaciones de carga lo correspondiente al número de ejes equivalentes de 80kN, interpretado como la equivalencia de los vehículos que circulan sobre el corredor, a un vehículo estándar de eje simple de 80kN; para tal fin se presentan en la Tabla 4, los factores de equivalencia por tipo de camión para vehículos comerciales, establecidos por la AASHTO para los pavimentos de concreto y relacionados dentro del Manual de diseño de Pavimentos de Concreto para Vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito (INVIAS-ICPC).

Tabla 4. Factores de equivalencia de carga

VEHÍCULOS COMERCIALES	F.D.
Buses	1,00
C2P	1,59
C2G	5.02
C3	8.79
C4	8.79
C5	17.58
>C5	13.10
F.D.D.	1,00
F.D.C	0,56

Mediante las consideraciones efectuadas, se presenta en la tabla 5, el número de ejes equivalentes de 80kN proyectado en el período de diseño, el cual ya incluye el tránsito estimado de obra que corresponde se presenta de a un TPD's de 140 camiones tipo C3 y 1 camión tipo C5. (Ver tabla 5).

Tabla 5. Numero de ejes equivalentes de 80 kn

PERÍODO DE ANÁLISIS	EJES EQUIVALENTES
SAN MIGUEL - YARUMO	
20 años (2010- 2029)	3.944.082

1.2.8 Diseño de la estructura de pavimento. Al presentar una propuesta de diseño de una estructura de pavimento, es necesario considerar cuatro variables fundamentales, como lo son: el reconocimiento de las condiciones del proyecto (localización clima, economía), la exploración geotécnica (determinar las características del perfil estratigráfico existente), la evaluación estructural del pavimento (evaluación del deterioro superficial) y las cargas de tránsito proyectadas en el período de intervención. A continuación, se presenta la relación de las diferentes variables consideradas en el proceso de diseño de la estructura de pavimento para el corredor San Miguel-Santa Ana (PR0+000-PR12+000).

- **Clima y temperatura**

El clima y la humedad que predominan en la región donde es presentada la propuesta de intervención de la estructura de pavimento tienen gran importancia en el funcionamiento de éste. Las condiciones climáticas de la región en que se encuentra la vía en estudio son:

- ✓ **Temperatura media del corredor:** La temperatura media del corredor es de 25.5 °C, obtenido de la estación climatológica número 4703502, ubicada en el municipio de Leguizamo.
- **Periodo de diseño.** El periodo de análisis del pavimento en concreto hidráulico para el corredor en estudio es de 20 años.
- **Tránsito.** La variable tránsito definida como la carga que soportará la estructura de pavimento durante el período de intervención, es determinada mediante diferentes metodologías, donde es preciso relacionar un tránsito inicial, una proyección al período de análisis y la mayoración de vehículos comerciales (factores daño). Lo resultados para el numero de ejes equivalentes se presentó en la tabla 5.

1.2.8.1 Metodología de diseño. La estructura de pavimento en concreto hidráulico, es diseñada según la siguiente metodología:

- Manual de diseño de pavimentos de concreto para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito ICPC/INVIAS, cuya metodología basada en los métodos propuestos por la AASHTO en 1993 y la PCA en 1984, relaciona como variables de diseño el tipo de suelo a partir de la capacidad de soporte de la subrasante, el tránsito que circulará sobre la estructura, el tipo de soporte sobre el cual se desea construir el pavimento y finalmente la calidad del concreto.

Subrasante: En la Tabla 6, se presenta la clasificación de la subrasante de acuerdo con su resistencia.

Tabla 6. Clasificación de la subrasante según la resistencia

CLASE O TIPO	CBR (%)	MÓDULO RESILIENTE (KG/CM ²)
S1	<2	< 200
S2	2 – 5	200 – 500
S3	5 – 10	500 – 1000
S4	10 – 20	1.000 – 2000
S5	>20	> 2.000

Tipo de pavimento: Se considera un pavimento de concreto sin bermas y con pasadores debido al volumen de tráfico que se presenta en la vía.

Concreto: En la Tabla 7, se presentan los tipos de concreto según su resistencia a la flexión.

Tabla 7. Valores de la resistencia a la flexotracción del concreto (módulo de rotura)

DESCRIPCIÓN	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (KG/CM ²)
MR1	38
MR2	40
MR3	42
MR4	45

Para el proyecto se adopta un MR3 según la especificación general citada en el presupuesto contractual.

1.2.8.2. Diseño de la estructura de pavimento. La propuesta de intervención, consiste en la construcción de una estructura de pavimento compuesta por una losa en concreto hidráulico ($MR=4.0\text{MPa}$ el cual es el exigido en los pliegos de condiciones, sin embargo, no corresponde a lo exigido en las especificaciones generales de construcción el cual sería de 4.2MPa), y una capa de base granular en un espesor de 250 mm, cimentada sobre una capa de nivelación (Artículo INVIAS 230-07) y mejoramiento de la subrasante con material adicionado (Especificación particular 230P) de acuerdo a la sectorización. La fórmula para el Método de Ivanov y los resultados se observan en el Anexo 26.

- **Espaciamiento de juntas**

La separación de las juntas transversales se encuentra en función del espesor del pavimento, mediante la relación:

$$S = (21 \text{ a } 24) d,$$

Donde,

S = Separación de la junta

d = espesor del pavimento

21 = Para valores máximos de fricción entre la subbase y el pavimento.

24 = Para valores normales de fricción entre la subbase y el pavimento.

Para el espesor modulado de 250mm , la separación máxima entre juntas transversales es de **5.25m**.

- La relación entre el largo y el ancho de la losa debe encontrarse entre un intervalo de 1 y 1.40.

- $1.0 < \text{largo/ancho} < 1.4$

Tabla 8. Longitud máxima de la Losa - Tramo San Miguel – La Hormiga

TRAMO	LOSA (mm)	k (psi/in)	l (cm)	SEPARACIÓN (m)
PR0+000-PR2+750	230	107.6	71.8	3.60
PR2+750-PR12+000	230	97.0	73.7	3.68

Por lo anterior y teniendo en cuenta la sección transversal de la vía en estudio (ancho de calzada 8.5m), se recomienda la construcción de losas de 4.25×5.0 (a x l).

1.2.8.3 Elementos estructurales. Los agregados para la construcción de una base granular deberán satisfacer los requisitos indicados en el aparte 300.2 del artículo 300 y 330 de las especificaciones del INVIAS; para dichos materiales. Además, poseer un CBR mayor al 80 % y su gradación deberá ajustarse a una de las franjas granulométricas que se detallan en la tabla 9.

Para prevenir segregaciones y garantizar los niveles de compactación y resistencia exigidos para la presente especificación, el material que produzca el constructor deberá dar lugar a una curva granulométrica uniforme y sensiblemente paralela a los límites de la franja, sin saltos bruscos de la parte superior de un tamiz a la inferior de un tamiz adyacente y viceversa.

Tabla 9. Especificación INVIAS para base

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

1.2.8.4 Obras adicionales. Para un funcionamiento integral de la estructura y prueba de garantía de durabilidad y estabilidad, paralelo con el diseño estructural del pavimento, es necesario adoptar a lo largo de los 30 kilómetros del proyecto las obras de drenaje y sub-drenaje. Respecto al drenaje superficial, se deben construir hasta donde sea posibles bordillos y cunetas revestidas, asegurándose que el gradiente sea el apropiado para que el agua superficial pueda escurrir fácilmente. Un drenaje superficial pobre permite acumulación de humedad que se convierte en un suministro de agua permanente para sub-rasantes expansivas. Se debe reconocer el funcionamiento de las alcantarillas y box culvert existentes, para determinar cuales deberán ser acondicionados y cuáles deben ser contruidos.

2. EJECUCION DE LOS TRABAJOS CORRESPONDIENTES AL TRAMO SAN MIGUEL – LA HORMIGA

2.1 INFORMACION GENERAL DEL CONTRATO

- ✓ Objeto: “mejoramiento del corredor sur, tramo San Miguel – Santa Ana”.
- ✓ Contrato 850 del 2009.
- ✓ Valor total : **\$198.061.000.000** discriminado de la siguiente manera
- ✓ Valor de la obra: \$ 173.456.248.334
- ✓ Valor provisión para ajustes en básico: \$8.783.997.119
- ✓ Obras complementarias: \$6.108.472.454
- ✓ Estudios y diseños: \$5.113.048.886
- ✓ IVA: \$ 1.159.069.033
- ✓ Gestión social – ambiental – predial: \$ 2.622.076.352
- ✓ Fecha de terminación: Mayo del 2013.
- ✓ Plazo: 42 meses.
- ✓ Ubicación: PR 0+000 San Miguel – PR 52+000 yarumo.
- ✓ Longitud: 60 Km.
- ✓ Entidad contratante: Instituto nacional de vías (INVIAS).
- ✓ Firma interventora: consorcio selva y sur.
- ✓ Firma contratista: consorcio metrocorredores 3.

2.2 FRENTES Y LIMITES DE OBRA

Para desarrollar este proyecto se ha dispuesto dos frentes de trabajo, uno de los frentes inicia en San miguel K0+000 hasta el K29+000 La Hormiga, el cual está a cargo de la empresa SONACOL S.A.S, y el otro frente de trabajo está a cargo de CASS CONSTRUCTORES del K30+000 La Concordia hasta el K 59+000 El Yarumo.

2.3 RECONOCIMIENTO DE LA EMPRESA, DEL ÁREA DE TRABAJO Y ACTIVIDADES A DESARROLLAR POR EL PASANTE

SONACOL S.A.S es una empresa creada con el ánimo de ejecutar macro proyectos civiles para el sector público y privado tales como la construcción, rehabilitación y mejoramiento de vías, puentes intersecciones viales, líneas férreas y túneles, por medio de un equipo de trabajo totalmente calificado y una tecnología de punta, respetando el medio ambiente y ejecutando proyectos que permitan mejorar la infraestructura del país.

A continuación, se puede observar el personal de obra:

Personal SONACOL S.A.S (Proyecto Corredor Sur, Tramo 1 San Miguel- La Hormiga)

- **Personal administrativo**

- **Director de obra:** Ingeniero Civil
- **Administrador:** Administrador de Empresas
- **Residente de obra:** Ingeniero civil
- **Residente HSE:** Ingeniero Industrial
- **Residente SGI:** Ingeniero Ambiental
- **Residente social:** Trabajador Social
- **Residente de actas:** Ingeniero Civil
- **Aux. de residente:** Pasante de la Universidad de Nariño
- **Supervisor de logística:** Ingeniera de Sistemas
- **Supervisor talento humano:** Técnico administrativo
- **Inspector SISO(2):** Técnico SISO
- **Aux de almacén**

3. APOYO TÉCNICO EN ACTAS DE VECINDAD

Para esta etapa de la pasantía Institucional se realizó en conjunto con el Residente Social en la visita a las viviendas que son susceptibles a sufrir afectaciones por el desarrollo de las actividades de obra ya que se encuentran en incidencia directa a lo largo del corredor vial.

Se realizó una inspección visual para definir el estado actual de las viviendas en lo que corresponde a la parte estructural, se debe aclarar que se evaluó de manera superficial ya que el tiempo destinado para esta actividad no permitió una inspección detallada de la vivienda.

Diariamente se realizó un registro escrito y fotográfico detallado del estado de las viviendas para tener un archivo ante una posible afectación debido a los trabajos a ejecutarse por maquinaria pesada en el desarrollo de las actividades de obra.

3.1 MODELO DE ACTA DE VECINDAD

- **Propietario:** José Alberto Ortega C.
- **Ubicación:** K 20 + 070 (Vereda Loro 1)
- **Margen:** Izquierdo

La vivienda se construyó utilizando como cimentación una losa de concreto corrido sobre la cual se fundieron las columnas en concreto reforzado y sobre las cuales se construyeron en los extremos de la vivienda vigas en concreto reforzado; los muros se construyeron en bloque – cemento y solo en muro de repello se utilizó un recubrimiento en mortero. Se observa en la viga construida en el sector izquierdo presenta un desprendimiento de material en el borde superior. Ya en la ventana en el costado izquierdo se observa una fisura vertical en la parte inferior llegando a tope con la losa de piso. En la esquina superior del acceso al costado derecho del muro se observa una fisura vertical pronunciada que llega hasta la parte superior del muro. El canal de desagüe en plástico y está anclado a la cubierta en varillas y no presenta tubo vertical para bajante. Los muros laterales están en buen estado y para el muro de fondo se observa alto nivel de humedad. En la parte de la cocina se dejó la cubierta únicamente en eternit la cual presenta fisuras longitudinales. Como estructura secundaria para cubierta se instalaron listones tanto en sentido transversal como en sentido longitudinal de la vivienda los cuales recaen sobre las vigas principales en los extremos de la vivienda. En el

interior de la cocina se puede mirar una fisura al costado izquierdo del dintel en acceso principal. En el muro al costado izquierdo se observa fisura pronunciada en el punto de apoyo para listón de cubierta el resto de muros en la cocina están en buen estado.

El mesón fundido en concreto reforzado en la losa inferior está en buen estado. Ya en el área de la cocina se observa una fisura horizontal en la parte superior del marco del acceso del costado derecho. En el área de la habitación al costado derecho se observa una fisura vertical en la parte inferior de la ventana y llegando a la losa de piso, en esta misma ventana se observa fisura diagonal que se amplía en gran parte del muro. En el cuarto de la parte posterior se observa fisuras en las esquinas superiores. Los listones que funcionan como vigas auxiliares para sostener la cubierta están en muy mal estado con grietas longitudinales y desprendimiento de material.

Las viviendas a las cuales se realizó el acta de vecindad se observan en el Anexo 18.

Figura 3. Registro fotográfico de estado de la vivienda



4. EXPLANACIÓN

Para el proceso de explanación, como pasante se revisó e interpreto los resultados de las pruebas para determinar que los materiales cumplan con las especificaciones y una supervisión en campo para el cumplimiento de los perfiles de diseño. Los diseñadores del proyecto definieron que se utilizaría el Geotextil no tejido el cual se extenderá en todo lo largo y ancho del área para mejoramiento de la calzada en el proyecto Corredor Sur. Se debe tener en cuenta que se puede utilizar diferentes marcas y códigos que tiene el mismo propósito ya que mantienen las equivalencias en las propiedades. (Anexo 13)

El Geotextil no tejido definido por parte de los diseñadores y aprobados por interventoría en los dos (2) tramos del proyecto fueron:

- NT 4000 de PAVCO S.A.

4.1 DESCRIPCION

La explanación es la actividad que hace parte del proceso de construcción de una vía, en la cual tiene como función ampliar y mejorar la vía existente según diseños aprobados, y en la cual se realiza la excavación del suelo existente por medio mecánico, retiro, cargue y transporte de material de excavación a los sitios aprobados para su desalojo, para posteriormente extender el Geotextil de separación (el cual ha sido definido por los diseñadores) en todo lo largo y ancho del área del Tramo del corredor, para finalmente extender y compactar el material aluvial con la caracterización requerida por los diseños aprobados por la interventoría para llegar a una aproximación del nivel de subrasante.

4.2 MATERIALES

- Geotextil NT 4000 de PAVCO S.A.
- Material aluvial para mejoramiento.

4.3 EQUIPO

El contratista propondrá, para consideración del supervisor, los equipos más adecuados en las operaciones por realizar, los cuales no deben producir daños innecesarios a construcciones ni a cultivos y deben garantizar el avance físico de

ejecución que permita el desarrollo de las etapas constructivas siguientes, según el programa de trabajo.¹

Con el fin de reducir esfuerzos y dar mayor rendimiento al desarrollo de las actividades la empresa tiene asignado el equipo necesario en perfectas condiciones para que sea utilizado en el desarrollo de las diferentes actividades correspondientes al proceso de la explanación, el equipo fue el siguiente:

- Nivel de precisión
- Cartera de nivel
- Mira topográfica
- Cinta de medición
- Flexometro
- Plomada
- Estacas de madera
- Pintura para demarcación

4.4 METODOLOGÍA DE TRABAJO

PASO1. Excavación de material común: Para dar mayor eficiencia y reducir el esfuerzo físico se utilizó una excavadora Caterpillar 320C, en este proceso es necesario respetar los niveles que se han dado por diseño aprobado, y el cual se referencia en los chaflanes que son instalados cada 10 metro por el equipo de topografía que previamente realiza los trabajos con ayuda de una estación total, la cartera de niveles de diseño aprobados y una mira topográfica, para localizar el eje y referenciar a lo largo del Tramo 1 San Miguel. (Ver figura 4).

¹ Especificaciones generales de construcción de Carreteras 205B.07

Figura 4. Cajeo media banca K14+650 margen derecha – sector La Dorada



Paso 2. La extensión geotextil de separación NT 4000 PAVCO S.A, se debe tener en cuenta que el ancho de este es de 3.8m y el ancho de la excavación a media banca es de 5.05m por tal razón se instalan dos líneas para completar el ancho necesario y las cuales se traslapan para evitar que el suelo natural pueda contaminar el material aluvial de mejoramiento. (Ver figura 5).

Figura 5. Extensión de geotextil NT 4000 PAVCO S.A. K 19+340 margen derecha - sector loro 1



PASO 3. Lleno con material aluvial para mejoramiento. En esta actividad se analizó el material proveniente de varias fuentes cercanas al Tramo 1 San Miguel – La Hormiga, se realizó la caracterización llegando a la aprobación después de la

diferentes pruebas en laboratorio de SONACOL S.A.S y para ser aprobadas por interventoría, las fuentes de La Frontera ubicada en San Miguel K2+210 y Fuente La Isla ubicada en la vereda La Isla.K29+650 fueron aceptadas para la explotación de material:

4.4.1 Fuente de material la frontera (K2+210 San Miguel). Allí se encuentran materiales tipo grava de tamaño medio 3", pero predominantemente se exhiben materiales de grano fino tipo arenas. El área pertenece a la balastrea la Frontera y se observa en superficie una extensión aproximada de 8 hectáreas, con unas reservas estimadas de 150.000 m³ de material heterogéneo con predominio de arenas gruesas, el cual es recuperado anualmente en un 60 a 80%. Este volumen se estima suficiente para el desarrollo del contrato. (Ver figura 6).

Figura 6. Localización fuente de material La Frontera - K 2+ 210 margen izquierda. San Miguel.



4.4.2 Fuente La isla ubicada en la vereda La Isla. K29+650. Son depósitos conglomeráticos de tamaños de partículas de hasta 20 cm de diámetro. Composición heterogénea (granitos, basaltos y rocas metamórficas). Los depósitos de playa son de hasta 3 hectáreas de extensión y un espesor promedio de 1 metro (explotable), mientras que los depósitos de terrazas tiene extensiones promedio de 15 hectáreas y espesores promedio de 6 metros, con una capa vegetal aproximada de 20cm. (Ver figura 7).

Figura 7. Localización fuente de materiales La Isla - K 29 +460 margen izquierda. La Hormiga



Los resultados muestran que los materiales presentan un bajo desgaste en la máquina de los Ángeles y tienen un comportamiento no plástico, lo cual indica que se pueden utilizar como materiales para concretos, afirmado, subbase y base granular, siempre y cuando se ajuste la granulometría a las especificaciones INVIAS 2007. Una vez realizado el cajeo y la extensión de Geotextil NT 4000 (PAVCO), se llena con material aluvial previamente aprobado por interventoría y el cual cumple con la especificación N° 230 P – 07. (Ver figura 8).

Figura 8. Lleno con material aluvial para mejoramiento - K 14+680 margen derecha. sector La Dorada.



PASO 4. Extensión de material aluvial seleccionado para nivel de subrasante. El equipo de topografía controla los niveles que se realizan en el llenado con material aluvial para el núcleo de la subrasante, mantiene un nivel que permite extender material aluvial seleccionado en capas de 0.10m, este material como su nombre lo indica es el material aluvial que ha sido pasado por un tamiz

#4 que logra darle mayor homogeneidad al material para extender como corona de subrasante. (Ver figura 9).

Figura 9. Extensión de material aluvial seleccionado - K 22 + 650 margen izquierda. sector Loro 1.



PASO 5. Toma de densidades. Finalmente, para esta etapa, se tomó por parte del laboratorista de la empresa SONACOL S.A.S las densidades con ayuda del DENSIMETRO NUCLEAR (Densímetro Nuclear Troxler 3430 - serie 34740 Fecha prox. cal, 2012 - 09 – 20) ubicando puntos cada 10m en eje y extremos del material aluvial, para evaluar las densidades y aprobación de la subrasante del tramo intervenido. Y proceder a extender la base de la carpeta de concreto hidráulico. (Ver figura 10).

Figura 10. Toma de densidades para sub-rasante - K18+610 al K 18+810 ancho de vía sector La Dorada



Los resultados de la toma de muestras para este proceso se miran en Anexo 3

- **Excavación para ampliación de La Calzada, Tramo 1 San Miguel – La Hormiga**

➤ K 23+390 a K29+530.....	L= 350m.....	m3= 3023
➤ K 26+900 a K26+840.....	L= 140m.....	m3= 944.15
➤ K 21+340 a K21+740.....	L= 400m.....	m3= 4514
➤ K 20+870 a K21+340.....	L= 400m.....	m3= 4320
➤ K 28+200 a K28+250.....	L= 50m.....	m3= 307.9
➤ K 20+000 a K20+320.....	L= 320m.....	m3= 2613
➤ K 19+800 a K20+000.....	L= 200m.....	m3= 2500
➤ K 19+610 a K19+800.....	L= 190m.....	m3= 2511
➤ K 18+300 a K18+400.....	L= 100m.....	m3= 2069
➤ K 26+530 a K26+610.....	L= 80m.....	m3= 791
➤ K 21+740 a K21+840.....	L= 100m.....	m3= 1097
➤ K 17+020 a K17+500.....	L= 100m.....	m3= 5429
➤ K 19+360 a K19+480.....	L= 120m.....	m3= 1692
➤ K 18+800 a K19+290.....	L= 490m.....	m3= 13359
➤ K 29+530 a K29+610.....	L= 130m.....	m3= 5662
➤ K 18+210 a K18+240.....	L= 30m.....	m3= 459
➤ K 19+360 a K19+480.....	L= 120m.....	m3= 1692
➤ K 18+800 a K19+290.....	L= 490m.....	m3= 13359
➤ K 29+530 a K29+610.....	L= 130m.....	m3= 5662
➤ K 18+210 a K18+240.....	L= 30m.....	m3= 459
➤ K 24+450 a K24+970.....	L= 720m.....	m3= 7211
➤ K 24+970 a K25+080.....	L= 110m.....	m3= 810

4.5 CONTROL DE CALIDAD

- Se realiza un control en los resultados de las pruebas de laboratorio del material a utilizar en el mejoramiento de la vía para asegurar que cumplan con las especificaciones INV.
- Se verifica que los materiales sean los adecuados, que el Geotextil sea la referencia indicada NT 4000 y que al momento de realizar el lleno se realice la compactación adecuada.
- Todo el control que se lleva a cabo tanto en excavación, lleno de material y compactación del material aluvial para mejoramiento se deben documentar el formato F-CO-18.

5. CONSTRUCCIÓN DE FILTROS CON GEOTEXTIL NT 2500.

5.1 DESCRIPCIÓN

Consiste en la construcción de filtros para subdrenaje el cual recibe las aguas subterráneas provenientes de los taludes, y el cual se compone de Geotextil NT 2500 PAVCO S.A.S, el cual fue aprobado por los diseñadores y la interventoría, extensión de tubería de 4" perforada y lleno con material filtrante en los sitios indicados en los planos y aprobados por la interventoría. Como pasante se revisó e interpreto las pruebas de materiales para determinar que cumplan con las especificaciones y la supervisión en campo para definición de los tramos en los que se observa necesaria la construcción de filtros viales.

5.2 MATERIALES

- Geotextil NT 2500.
- Tubería perforada de 4".
- Material Filtrante.
- Material aluvial seleccionado para la cobertura.

5.3 EQUIPO

Se dispone de equipo necesario para la localización del filtro y explotación, transporte, procesar, cargue y colocación de material filtrante para esta actividad se utilizó:

- Equipo de Topografía Estación Topcon Gts-105n.
- Retro-cargador Caterpillar 420D.
- Volqueta doble troque. (capacidad 12 m3).
- Herramienta menor.

5.4 METODOLOGÍA DE TRABAJO

PASO 1. Reconocimiento de diseño, localización y excavación. Antes de iniciar las actividades se revisa los planos de diseño aprobados para determinar la sección para la capacidad hidráulica; el equipo de topografía colocara los niveles siguiendo las carteras de diseño aprobada para los niveles de excavación los cuales deben estar con la subrasante y las medidas de los planos.

- Sección de filtro: 0.6 m²

- ✓ Altura: 1.0m
- ✓ Ancho: 0.6m.

PASO 2. Colocación de geotextil. El Geotextil NT2500 se extiende por todo el perímetro de la excavación, asegurando sobre los costados con estacas, dejando lo necesario por fuera para que una vez lleno el material filtrante se cierre y se utilice un traslapo mínimo de 0.40 m, el Geotextil se cose con la fibra para evitar la contaminación con los finos provenientes del material aluvial seleccionado de recubrimiento.

Cuando se extienda en su totalidad el rollo de Geotextil NT 2500 y sea necesario iniciar con otro, se debe asegurar un traslapo mínimo de 0.60m. por estar construida al pie de taludes, los filtro deben evitar dejar el Geotextil extendido sin realizar los llenos por un largo tiempo ya que es una vulnerable a derrumbes y causaría la contaminación ya sea del material filtrante como del Geotextil. (Ver figura 11).

Figura 11. Excavación y extensión geotextil NT 4000 - K 22+780 margen derecha. Sector Loro 1



PASO 3. Extensión de tubería perforada 4". Una vez instalado el Geotextil se extiende la tubería perforada 4", la cual quedara en la parte baja del material de lleno y se encarga de conducir el agua al lugar de descole.

PASO 4. Lleno del material filtrante. Este material que resulta de la trituración del material proveniente de la fuente La Isla, y el cual debe estar en un tamaño entre 3" y ¾". Las partículas puede ser angulares o redondeadas o una combinación de ellas. Para el vaciado del material lo hace el mismo retro-cargador

y es acomodado en capas hasta llegar al nivel necesario para cumplir con diseños aprobados, una vez se cuente con los niveles se cierra el Geotextil traslapando sus extremos como mínimo en 0.40m. (Los resultados de laboratorio para el material filtrante se observa en el Anexo 4.)

Figura 12. Extensión de tubería Perforada 4" y lleno con material filtrante K 22+780 margen derecha. Sector Loro 1



PASO 5. Costura y cobertura: una vez traslapado el Geotextil, se realiza la costura en todo el tramo de construcción del filtro, y se llena con material aluvial para mejoramiento seleccionado en todo su ancho y largo para llegar a los niveles de subrasante. (Ver figura 13 y 14).

Figura 13. Costura de geotextil. K 22+780 margen derecha. sector Loro 1.



Figura 14. Cobertura filtro. K 22+780 margen derecha. sector Loro 1



- **Excavación con extensión de geotextil NT 2500 y tubería perforada de 4” con lleno de material filtrante para Filtro Vial. En periodo de pasantía.**
 - K 22+790 a K22+870.....L = 130m
 - K 26+865 a K27+070.....L = 205m
 - K 28+250 a K28+385.....L = 135m
 - K 28+420 a K28+428.....L = 8m
 - K 28+460 a K28+715.....L = 255m
 - K 28+910 a K28+980.....L = 70m
 - K 29+760 a K30+025.....L = 265m

Los resultados del proceso de la toma de muestras para este proceso se miran Anexo 4

5.5 CONTROL DE CALIDAD

- Se debe revisar la localización y los niveles del filtro para determinar si cumple con los diseños aprobados.
- Verificar que el Geotextil este buen estado es decir que no tenga perforaciones y que al momento de realizar el lleno con material filtrante no le cause daños.
- Verificar que el material filtrante después de realizar las pruebas de laboratorio cumplan con las especificaciones INV.
- Verificar que se realicen los traslapos correspondientes y que se cumpla con la sección de diseño aprobado.

6. CONSTRUCCIÓN DE ALCANTARILLAS EN TUBERÍA DE CONCRETO REFORZADO DE 36" (900MM)

6.1 DESCRIPCIÓN

La función de una alcantarilla la cual hace parte del sistema de drenaje transversal en el proceso constructivo de una vía, es dar paso a las aguas provenientes de yacimientos que atraviesan la vía de un lado a otro, además se en carga de recibir no solo las aguas recolectadas por la cuneta sino también las aguas provenientes del filtro para descolarlas a su fase final.

Como pasante se revisó e interpreto los resultados de los ensayos para la resistencia de concreto y una supervisión en campo para el cumplimiento de los diseños de las estructuras aprobados.

6.2 MATERIALES

- Tubería de concreto reforzado 36" (900mm).
- Concreto Clase F (2000psi), para solado y atraque.
- Concreto clase D (3000 psi), para cabezales
- Material Aluvial para lleno estructural de obra de obra.

6.3 EQUIPO

"El contratista propondrá, para consideración del supervisor, los equipos más adecuados en las operaciones por realizar, los cuales no deben producir daños innecesarios ni a construcciones ni a cultivos. Y deben garantizar el avance físico de ejecución que permita el desarrollo de las etapas constructivas siguientes, según el programa de trabajo".²

Para esta actividad, se tiene:

- Equipo de Topografía Estación Topcon Gts-105n.
- Excavadora Komatsu PC 220.
- Volqueta doble-troque de capacidad 12 m3
- 3 Mixers Hino 2008 de capacidad 7 m3
- Vibrador de concreto.

² Especificaciones generales de construcción de Carreteras 205B.07

- Equipo de transporte manual como son las carretillas
- Formaleta metálica.
- Formaleta para fabricación de tubería.
- Herramienta menor.

6.4 METODOLOGÍA DE TRABAJO

PASO 1. Localización. Para este proceso se debe conocer los diseños aprobados los cuales se deben estudiar detalladamente para determinar las cantidades de acero y continuar con su figuración.

Con la supervisión del ingeniero encargado, la comisión de topografía realiza la localización de la obra en la cual se instalan las estacas con el alineamiento y las alturas tanto en el costado derecho como en el izquierdo, la distancia al eje, la profundidad de la excavación con el fin de que se pueda desarrollar la obra con los parámetros de diseño aprobado por interventoría.

PASO 2. Excavaciones varias de material común para tubería tramo inicial y cabezal de descole: Los trabajos se realizan para mayor rendimiento con la excavadora Komatsu PC 220, en esta parte del proceso se debe seguir los alineamientos, las cotas de trabajo, el manejo de la pendiente de diseño y las dimensiones de la obra; una vez terminada la excavación se revisa el tipo de suelo para determinar si es necesario extender material de mejoramiento el cual se compactara en capas de 0.15m logrando una compactación del 95% de la densidad de compactación con lo que se daría cumplimiento a las especificación INV E-142, con el fin de llegar a los niveles de la cimentación definido por el equipo de topografía.

El material proveniente de la excavación son transportados y conformados en la zona de depósito para material de excavación (ZODME) localizado en el K 15+250 margen derecha de la vía – sector La Dorada. (Ver figura 15).

Figura 15. Excavación para tramo 1 de alcantarilla K 13+410 margen izquierda. sector La Dorada



PASO 3. Solado para tubería y cabezal. Se construye una capa de 0.10m de altura con una longitud que depende del número de tubos que se vayan a instalar y un ancho de 1.5m para tubería y atraque, el concreto clase F o 175 Kg/cm² constituye el nivel para la cimentación de la tubería, autorizado previamente por interventoría. Para estas fundiciones de concreto para solados y atraques que cuentan con una resistencia 140 Kg/cm² (2000psi) , la Interventoría permitió que se realicen con mezcla preparada en el sitio para ello es necesario contar con mezcladora, y utilizando materiales como triturado y arena provenientes de la trituración del material aluvial que es explotado en La fuente La Isla. (Ver figura 16).

Figura 16. Solado para tubería y cabezal Tramo 1 concreto clase F - K 13 +410 margen izquierda. sector La Dorada



PASO 4. Instalación de tubería- tramo inicial, fundición de atraque. Para esta actividad se tiene en cuenta la producción, transporte e instalación de la tubería reforzada de diámetro 36”.

6.5 PRODUCCION DE TUBERIA EN CONCRETO REFORZADO DE 36” (900MM)

Son las actividades para la fabricación de tubería de 36” (900MM) en concreto reforzado y las cuales son necesarias para el desarrollo del proyecto.

- **Materiales**

- ✓ Cemento
- ✓ Arena
- ✓ Gravilla $\frac{3}{4}$ ”
- ✓ Acero de refuerzo
- ✓ Agua
- ✓ Aditivos

- **Metodología de fabricación**

Se debe conocer detalladamente los diseños aprobados por la interventoría en los cuales se definen las dimensiones de la tubería y la cuantía para manejo del refuerzo. Es importante que en la tubería el diseño de la campana y el espigo sean diseñados de manera especial de forma que garantice el empalme de cada uno de los tubos uno tras otro evitando problemas en el flujo del agua. El refuerzo está construido en varillas de $\frac{3}{8}$ ” (#3) en espiral para el refuerzo transversal y 6 varillas longitudinales. (Ver figura 17-19).

Figura 17. Preparación canastilla y formaleta de acero



La canastilla se introduce en la formaleta lo más centrada de tal manera que rose con las paredes de la formaleta.

El concreto para la tubería debe ser tipo C (4000 psi), al cual se le debe adicionar un aditivo que acelere el fraguado y debe ser aplicado en la proporción adecuada para su buen funcionamiento, en el momento de la fundición debe ser vibrado constantemente para distribución de los vacíos de la formaleta. Después de la fundición se debe esperar 24 horas el concreto ha adquirido la resistencia suficiente para retiro de la formaleta. La tubería es marcada para identificación con la fecha de fundición y un consecutivo para el control de producción, posteriormente es llevado al acopio de manera cuidadosa evitando golpes que puedan dañar el espigo o la campana; se debe dar un buen proceso de curado para evitar fisuras por retracción y fraguado.

Se debe tener en cuenta que al momento de fundir se deben tomar cilindros para el muestreo de la mezcla y controlar la resistencia del concreto.

Figura 18. Retiro de formaleta para tubería 36" (900mm)



Figura 19. Acopio de tubería en concreto reforzado 36" (900mm).



- **Transporte.** Para transportar la tubería se debe escoger un vehículo que cuente con las dimensiones y capacidad de carga necesarias para la ubicación de la tubería, antes del cargue se debe extender en el volcú una cama de arena para formar una base que evite que la tubería sufra daños por posible movimientos bruscos o saltos que realice el vehículo.
- **Instalación.** Para iniciar la instalación de la tubería nuevamente se cheque que se cumpla con el diseño aprobado revisando los niveles de excavación y la pendiente de diseño, en campo se cheque el eje de la tubería y el alineamiento para el inicio de instalación. La tubería se instala una vez el solado tenga la resistencia suficiente, la tubería se instala por el extremo en alineamiento con el cabezal y se alinea en la clave y en el extremo del tubo, siguiendo este proceso del primero al último tubo que se instale. (Ver figura 20).

Figura 20. Instalación tubería 36" (900mm) Tramo 1 - K 19+480 margen derecha. sector Loro 1.



Con el fin de prevenir un desplazamiento de la tubería se funde un atraque a medio tubo en concreto clase F (2000 psi), para su fundición se puede usar el terreno natural para confinamiento, pero si la excavación tiene un ancho mayor se usa formaleta para ser instalada a 0.20m del tubo a cada lado y a media altura del tubo. Se debe necesariamente anillar en las juntas de los tubos tanto en el exterior como en el interior del mismo, con el fin de evitar futuras filtración. (Ver figura 21).

Figura 21. Formaleta y fundición atraque a medio tubo - K 13+860 margen derecha. sector La Dorada.



PASO 5. Armado de acero de refuerzo para cabezal de aletas y fundición cabezal descole de obra. Tramo1. En esta etapa es necesario analizar los diseños aprobados por interventoría en los cuales se detallan el acero de refuerzo para cabezales para de esta manera hacer un despiece del acero necesario para la construcción, se debe verificar que se sigan los diseños para la figuración del acero, teniendo en cuenta los niveles de referencia. El armado de acero se realiza

inicialmente para fundir la losa inferior entre aletas, para posteriormente armar el acero para aletas y la pantalla central. (Ver figura 22).

Figura 22. Armado acero cabezal. K 15+220 margen izquierda - sector La Dorada



Figura 23. Formaleta metálica para cabezal de aletas - K 15+590 margen izquierda. sector la Dorada.



- **Producción del concreto de 3000 psi:**

La producción del concreto de 210 Kg/cm² (3000 psi), está a cargo de la empresa ARGOS, quienes cuentan con las instalaciones necesarias y la planta dosificadora con una tecnología de punta para la producción, transporte y vaciado de concreto, los cuales han presentado sus propios diseños y cuentan con la aprobación de la interventoría.

Los agregados utilizados por la empresa ARGOS para una producción diaria de concreto provienen de la trituración del material que se explota de la fuente La Isla y los cuales son tomadas las muestras para realizar las pruebas de laboratorio que permitan definir si cumplen con las especificaciones INV 630. Para controlar la producción del concreto se toman cuatro (4) cilindros de acuerdo a la resistencia que se requiera, de la producción diaria para ser fallados a los 7, 14 y dos muestra para los 28 días. Los resultados de los ensayos determinando la resistencia a la compresión se pueden observar en el Anexo 7.

Para el proceso de fundición de los cabezales en concreto premezclado:

- Se realiza el cargue en la planta dosificadora de ARGOS localizada en K 29+420 tramo 1 San Miguel – La Hormiga, para la mixer ya sea perteneciente a ARGOS o a la Empresa SONACOL S.A.S, la cual se encarga del transporte del concreto manteniendo el tambor en constante rotación para el amasado de la mezcla logrando que los agregados se distribuyan de manera homogénea y evitar su amasado. De la mixer cargada se toman la muestra para realizar las respectivas pruebas a la compresión para asegurar que cumplan con la resistencia que cumpla con las especificación 630 – 07 del artículo 630-5.2.5 C – 07.
- Una vez llegue la mixer al punto de descargue se inicia inmediatamente con la toma del Slump para determinar el asentamiento de la mezcla la cual debe cumplir con los diseños aprobados, para este proyecto el concreto de 3000 psi debe tener un asentamiento según los diseñadores de 4" +/- 1" el vaciado del concreto para evitar que la mezcla inicie su fraguado dentro de la mixer. (Ver figura 24).

Figura 24. Vaciado de concreto premezclado para cabezal de aletas - K 13+860 margen izquierda. sector La Dorada



- Una vez terminado el vaciado con los niveles que requiera la estructura se realiza el acabado en la parte superior de la estructura para darle un acabado liso para lo cual utiliza una llana metálica.

PASO 6. La formaleta es retirada las 24 horas tiempo en el cual el concreto ha alcanzado una resistencia que pueda resistir su propio peso, se debe hacer de manera cuidadosa evitando desprendimientos por golpes de la formaleta que pueden dar una mala estética de la obra. (Ver figura 25).

Figura 25. Cabezal de aletas en encofe de alcantarilla 36" - K 24+930 margen derecha sector La Hormiga.



PASO 7. Relleno tubería tramo 1. El lleno para la tubería se hace con material para mejoramiento seleccionado, el cual debe hacerse en varias capas apisonando mecánicamente con ayuda de un equipo de impacto como el canguro que garantice el cumplimiento de la norma INV 220. (Ver figura 26-30).

Figura 26. Excavación complemento alcantarilla 36" (900mm) tramo 2 - K 13+860 margen derecha sector La Dorada.



Figura 27. Excavación, mejoramiento y solado, tramo 2 - K 13+860 margen derecha, sector La Dorada.



Figura 28. Instalación tubería y fundición atraque a medio tubo, tramo 2 - K 13+860 margen derecha, sector La Dorada.



**Figura 29. Armado acero cabezal y formaleta para poceta de encole - tramo 2.
K 13+860 margen derecha, sector La Dorada.**



**Figura 30. Fundición y retiro de formaleta para peseta de encole. Tramo 2 - K
13+860 margen derecha, sector La Dorada.**



Por último se realiza el lleno con material para mejoramiento hasta nivel de subrasante el cual tiene que ser compactado por capas con equipo de impacto al igual que se realizó en el primer tramo.

Los resultados del proceso de la toma de muestras para este proceso se miran Anexo 5

6.6 CONTROL DE CALIDAD

- Para desarrollo de las actividades se debe chequear la localización de la obra, la pendiente debe ajustarse al diseño y los niveles ajustarse a los perfiles que han sido aprobados con anterioridad por la interventoría
- Realizar la programación para ejecución de las actividades de tal forma que se tenga disponibilidad de maquinaria y equipo necesario, así como también se debe observar si hay la necesidad de manejo de aguas ya sea con jarillones con el propio material de excavación, el cual tiene la función de estancar el agua o desvíos que permitan trabajar la obra en seco.
- Si se presenta la necesidad de realizar un mejoramiento se debe usar el material aluvial para mejoramiento que cumpla con las especificaciones INVIAS, extendiéndose por capas y revisando la compactación.
- Para la fabricación de tubería se debe controlar la producción diaria de tal forma que el producto sea de buena calidad, revisando que se utilice el refuerzo de diseño aprobado y que las dosificaciones tanto de los agregados como de los aditivos sigan los diseños para lograr la resistencia exigida por las especificaciones. El control se registra en el formato F-CO-49.
- En la producción diaria se controla con la numeración y la fecha para cada uno de los tubos, lo que hace más fácil la identificación para determinar si el concreto ha logrado la resistencia que permita ser instalados.
- Verificar que la tubería sea transportada de manera adecuada para evitar que llegue a su destino con golpes sea rechazada por la interventoría.

Control en la producción de concreto y colocación de concreto en las estructuras:

- Verificar que los agregados proporcionados para preparación de la mezcla en la planta dosificadora de ARGOS cumpla con las especificaciones. (Anexo 5)
- Tomar la prueba Slump a la llegada de la mixer al punto de la obra, para determinar de esta manera si el concreto cumple con los diseños aprobados por interventoría.
- Revisar los niveles y alineamientos en los cabezales ya terminados.
- Verificar el estado de la formaleta donde se debe tener en cuenta que se debe estar bien apuntalada con los torzales necesarios y con el espesor de diseño para el vaciado de concreto.
- Verificar que se realice el vibrado del concreto evitando que se formen burbujas que pueden dar un mal acabado a la obra y además podría causar una alteración en la resistencia.

7. MUROS DE CONTENSION EN CONCRETO REFORZADO

7.1 FINALIDAD

En este proyecto la finalidad es de ampliar la calzada existente, localizando el muro con el fin de resistir las presiones laterales o de empuje en suelos que se encuentran desprovistos de cohesión y de esta manera estabilizar la banca.

Como pasante se revisó e interpreto los resultados de las pruebas para la resistencia del concreto y una supervisión en campo para el cumplimiento de los diseños aprobados.

7.2 MATERIALES

- Concreto clase D (3000 psi).
- Acero de refuerzo PDR 60.
- Formaleta en lámina metálica.
- Alambre galvanizado.
- Gatos de construcción.
- Cerchas metálicas.

7.3 EQUIPO

- Excavadora Komatsu PC 300.
- Volqueta doble-troque de capacidad 12 m3.
- Mixer internacional de capacidad 7 m3.
- Vibrador.
- Equipo menor.

7.4 METODOLOGÍA DE TRABAJO

PASO 1. Reconocimiento de los diseños y localización. La empresa SONACOL S.A.S como diseñadora presento sus propios diseños a la firma interventora (Consortio Selva y Sur) los cuales dieron su aprobación para que sean ejecutados y con ellos se desarrollaron las actividades para los muros de contención en concreto reforzado. El equipo de topografía localizo con ayuda de una estación total los paramentos de la obra determinando la longitud total y los lineamientos con respecto al eje, además del nivel para terminado de muro, La

topografía que igualmente cuenta con la cartera de niveles nos determinó si la obra mantenía el mismo nivel en toda su longitud o si tenía pendiente en su parte superior.

PASO 2. Excavación para cimentación de muro. Se realiza el proceso de excavación basados en los paramentos dejados por la topografía, la excavadora trabaja y carga en volquetas doble-troque para desalojar este tipo de material a un ZODME localizado en el K 19+960 margen derecha sector Loro 1, a medida que se avanzó con la excavación un equipo topográfico controla las dimensiones y los niveles de excavación. (Ver figura 31).

Figura 31. Excavación para cimentación muro de contención - K 18+260 margen derecha, sector La Dorada.



PASO 3. Se hincan pilotes en madera para cimentación de muro de contención. Al llegar con la excavación a los niveles de cimentación controlados por topografía se hincaron pilotes los cuales penetran en suelo natural hasta encontrar un rechazo por el suelo firme, para este proceso se utilizó el método tres bolillos y con una distancia de 0.80m centro a centro del pilote. (Ver figura 32).

Figura 32. Pilotes en madera para cimentación de muro



Lo que queda por fuera del pilote se corta con ayuda de una motosierra.

PASO 4. Extensión de geomalla triaxial (Triax) y lleno con material para mejoramiento. Cuando los pilotes estén acerrados se coloca una capa delgada de material aluvial de mejoramiento para lograr una base homogénea que permita la extensión de la geomalla triaxial según los diseños aprobados por la interventoría, la geomalla se extiende de tal forma que en los extremos se excedan con respecto al ancho del lleno el cual tendrá una altura de 0.60m según diseños aprobados y posteriormente se cierra la geomalla triaxial y se traslapa guardando como mínimo 0.60m, según diseño aprobado. (Ver figura 33).

Figura 33. Extensión de geomalla triaxial y lleno con material aluvial para mejoramiento. K 18+260 margen derecha, sector La Dorada.



PASO 5. Fundición de solado en concreto clase F (2000 psi). Se coloca un solado de limpieza con un espesor de 0.10m en concreto clase F (2000 psi), el cual debe estar en el nivel de cimentación para continuar con las actividades. (Ver figura 34).

Figura 34. Solado para muro de contención - K 18+260 margen derecha, sector La Dorada.



De acuerdo con los diseños aprobados se tiene definido las dimensiones, de:

- Altura de cuerpo.
- Espesor de la zarpa-
- Ancho de la zarpa.
- Cargue
- Diente o dentellón.

Con las dimensiones de la estructura en los diseños aprobados se realiza el despiece del refuerzo para determinar la cantidad y las medidas del acero de refuerzo, para iniciar con la figuración del mismo.

PASO 6. Fundición zarpa. Una vez armado el acero de refuerzo se funde la zarpa del muro de contención respetando las dimensiones de diseño y siguiendo las recomendaciones del Art. 630 de las especificaciones generales de construcción de carreteras. Se realiza el control del concreto premezclado clase D (3000 psi) siguiendo los diseños aprobados por la firma interventora. (Ver figura 35).

Figura 35. Armado acero para muro de contención - K 18+260 margen derecha, sector La Dorada.



PASO 7. Encofrado y fundición vástago. En los muros con longitudes grandes la fundición se realiza por tramos. (Ver figura 36).

Figura 36. Fundición primer tramo de muro de contención - K 18+260 margen derecha, sector La Dorada.



PASO 8. Construcción filtro. Se construye un filtro en lo alto del vástago para la evacuación de aguas freáticas que pueden aumentar la carga que se impone al muro y alterar las condiciones de diseño del muro. Se extiende Geotextil NT 2500 según diseño aprobados por firma interventora, se extiende la tubería de 4" y se llena material filtrante, finalmente, se traslapa los extremos y se cose. (Ver figura 37).

Figura 37. Elevación de filtro para muro de contención - K 18+260 margen derecha, sector La Dorada.



PASO 9. Relleno estructural. Una vez el concreto haya alcanzado su resistencia máxima de 3000 psi para resistir su propio peso y la carga impuesta por el lleno estructural. (Ver figura 38).

Figura 38. Lleno estructural para muro de contención - K 18+260 margen derecha, sector La Dorada



Los resultados del proceso de la toma de muestras para este proceso se miran Anexo 6

7.5 CONTROL DE CALIDAD

- Se realiza el chequeo de la localización del muro de contención teniendo en cuenta las excavaciones, las distancias al eje, las pendientes y el nivel de terminado. El control se registra en el formato F-CO-49 A.

- Se revisa los diseños aprobados para determinar la cantidad de acero, de esta manera se lleva además un control en la salida del acero que se encuentra acopiado.
- Se verifica que la formaleta este en buen estado, bien asegurada, de tal forma que pueda resistir la carga del concreto.
- Se realiza un control en la toma d muestras para el concreto determinando si a medida que tome la resistencia cumpla con las especificaciones 630 articulo 630.5.2.5 C -07.
- Se verifica el acabado de la obra.

Con este mismo proceso constructivo se construyeron durante el tiempo de pasantía las siguientes obras:

- K20+360.....Muro.....L= 30m.....h= 4m
- K20+490.....Muro y Alcantarilla.....h=4m
- K23+830.....Muro.....L= 20m.....h= 6m
- K28+470.....Muro.....L= 30m.....h= 4m
- K19+360..... Muro y Alcantarilla doble..... h= 6m
- K19+520.....Muro.....L= 30m.....h= 4m
- K19+124.....Muro.....L= 50m.....h= 4m
- K19+360..... Muro y Alcantarilla.....h= 4m

8. CONSTRUCCION DE BOX COULTVER

8.1 DESCRIPCIÓN

La función de un box coulvert la cual hace parte del sistema de drenaje trasversal en el proceso constructivo de una vía en zonas donde el caudal de agua es grande, es dar paso a las aguas provenientes de yacimientos que atraviesan la vía de un lado a otro, además se en carga de recibir no solo las aguas recolectadas por la cuneta sino también las aguas provenientes del filtro para descolarlas a su fase final,

Como pasante se revisó e interpreto los resultados de los ensayos para la resistencia del concreto y una supervisión de en campo para el cumplimiento de los diseños aprobados.

8.2 MATERIALES

- Concreto clase D (3000 psi).
- Concreto Clase F (2000psi), para solado y atraque.
- Material Aluvial para lleno estructural de obra de obra.
- Acero de refuerzo PDR 60.
- Formaleta en lámina metálica.
- Alambre galvanizado.
- Gatos de construcción.
- Cerchas metálicas.

8.3 EQUIPO

- Excavadora Komatsu PC 300.
- Volqueta doble-troque de capacidad 12 m3.
- Mixer internacional de capacidad 7 m3.
- Vibrador.
- Equipo menor.

8.4 METODOLOGÍA DE TRABAJO

PASO 1. Localización: para este proceso se debe conocer los diseños aprobados los cuales se deben estudiar detalladamente. Los planos aprobados se indican en detalle el refuerzo para determinar la cantidad de acero.

Con la supervisión del ingeniero encargado, la comisión de topografía realiza la localización de la obra en la cual se instalan las estacas con el alineamiento y las alturas tanto en el costado derecho como en el izquierdo, las distancias al eje, la profundidad de la excavación con el fin de que se pueda desarrollar la obra con los parámetros de diseño aprobado por interventoría.

PASO 2. Excavaciones varias de material común para tramo inicial y cabezal de descole: Los trabajos se realizan para mayor rendimiento con la excavadora Komatsu PC 220, en esta parte del proceso se debe seguir los alineamientos, las cotas de trabajo, el manejo de la pendiente de diseño y las dimensiones de la obra; una vez terminada la excavación se revisa el tipo de suelo para determinar si es necesario extender material de mejoramiento el cual se compactará en capas de 0.15m logrando una compactación del 95% de la densidad de compactación con lo que se daría cumplimiento a las especificaciones INV E-142, con el fin de llegar a los niveles de la cimentación definido por el equipo de topografía. Para este tramo de la alcantarilla se ocupará media banca y el ancho que depende del diseño aprobado del box coulvert. (Ver figura 39).

Figura 39. Excavación para box coulvert, tramo 1 - K13+160 margen izquierda, sector La Dorada



PASO 3. Fundición de solado, armado de acero y fundición de losa inferior. Terminada la excavación y extendido y compactado el material de mejoramiento, se chequea que se maneje los niveles y la pendiente de diseño, se funde el solado en concreto clase F (2000 psi), con un espesor de 0.10m y con un ancho que vaya de acuerdo a los diseños aprobados por interventoría. Además se debe hacer un control en el concreto para definir que se cumpla con la especificación INV, del artículo 630.5.2.5 C – 07. Con el solado se llega a los niveles de cimentación para la estructura del box coulvert.

Una vez armado el acero que corresponde a la losa inferior se funde en concreto premezclado tipo D (3000 psi), para lo cual se debe estar pendiente de que se

tomen las muestras necesarias para controlar que la resistencia del concreto cumpla con las especificaciones INV. 630 – 07 artículo 630.5.2.5 C – 07. (Ver figura 40).

Figura 40. Fundición Losa inferior box coulvert - K 13+160 margen izquierda sector La Dorada.



PASO 4. Armado acero muros laterales, losa superior y formaleta de cuerpo de box coulvert. Tramo 1. Una vez el concreto haya alcanzado la resistencia necesaria (24 horas) se puede continuar armando el acero de refuerzo, para lo cual se debe chequear que se sigan los diseños aprobados, posteriormente se continua con el armado de la formaleta verificando que se cumpla con el espesor de diseño. (Ver figura 41).

Figura 41. Acero de refuerzo y formaleta para box coulvert de. Tramo1 K 13+160 margen izquierdo sector La Dorada.



PASO 5. Fundición cuerpo de box coulvert, tramo 1. El cuerpo de box se funde en concreto tipo D (3000 psi), para lo cual se debe verificar que se tomen las muestras para el control de la resistencia para cumplir con las especificaciones. (Ver figura 42).

Figura 42. Fundición cuerpo de box coulvert, tramo 1



PASO 6. Construcción filtro para muros laterales. Se construye un filtro en los muros laterales para la evacuación de aguas freáticas que pueden aumentar la carga que se impone a estos y alterar las condiciones de diseño del box. Se extiende Geotextil NT 2500 según diseño aprobados por firma interventora, se extiende la tubería de 4" y se llena material filtrante con un ancho de 0.6m, finalmente se traslapa los extremos y se cose. (Ver figura 43).

Figura 43. Construcción filtro para box coulvert tramo1 - K 13+160 margen izquierdo, sector La Dorada.



PASO 7. Fundición de aletas para box coulvert: Se debe verificar que se sigan los lineamientos, distancias al eje, pendiente y los niveles del acabado final. Para

este proceso inicialmente se realiza los trabajos de mejoramiento con material aluvial para mejoramiento que cumplan con las especificaciones, se funde el solado de limpieza con un espesor de 0.10m para lograr los niveles de cimentación según los diseños para posteriormente figurar el acero de refuerzo. (Ver figura 44).

Figura 44. Construcción cabezal aletas para box coulvert tramo 1 - K 13+160 margen izquierdo, sector La Dorada.



PASO 8. Relleno para recubrimiento de box coulvert 2*2m, tramo 1. Se realiza el lleno con material aluvial para mejoramiento revisando que se compacte con el equipo necesario para cumplir con las especificaciones y se de paso al tráfico y se pueda continuar con el complemento del box coulvert. (Ver figura 45-48). Los resultados del proceso de la toma de muestras para este proceso se miran Anexo 7.

Figura 45. Excavación y compactación de material aluvial para mejoramiento K 13+160 margen derecho, sector La Dorada



Figura 46. Fundición losa inferior box coulvert, tramo 2 - K 13+160 margen derecho sector La Dorada



Figura 47. Armado de refuerzo y formaleta box coulvert tramo 2 - K 13+160 margen derecho, sector La Dorada



Figura 48. Construcción de filtro y Relleno para complemento de box coulvert tramo 2 - K 13+160 margen derecho, sector La Dorada



8.5. CONTROL DE CALIDAD

- Para desarrollo de las actividades se debe chequear la localización de la obra, la pendiente debe ajustarse al diseño y los niveles ajustarse a los perfiles que han sido aprobados con anterioridad por la interventoría, registro F-CO-39 C.
- Realizar la programación para ejecución de las actividades de tal forma que se tenga disponibilidad de maquinaria y equipo necesario, así como también se debe observar si hay la necesidad de manejo de aguas ya sea con jarillones con el propio material de excavación, el cual tiene la función de estancar el agua o desvíos que permitan trabajar la obra en seco.
- Si se presenta la necesidad de realizar un mejoramiento se debe usar el material aluvial para mejoramiento que cumpla con las especificaciones INVIAS, extendiéndose por capas y revisando la compactación.
- Construir el filtro con los materiales que estén contemplados en los diseños ya sea para el Geotextil NT 2500 como para el material filtrante el cual debe cumplir con las especificaciones INV A 300, de esta manera se asegura un buen manejo de aguas freáticas.
- Revisar que los apoyos de la formaleta para losa superior se mantengan el mayor tiempo posible hasta que las pruebas de laboratorio verifiquen que la mezcla alcanza la resistencia de diseño aprobado, el tráfico vehicular debe estar restringido por los siete (7) días siguientes a la fundición.

9. BASE GRANULAR

9.1 DESCRIPCIÓN

La base es la capa de material en la estructura de la vía que recibe el mayor número de esfuerzo, Para esta actividad se utiliza el material granular proveniente de la trituración del crudo que sale de la explotación en la fuente en la vereda La Isla localizadas en el K 29+460. La base granular que se extiende para conformar la base del pavimento tiene de tamaño 1 ½", El material es verificado cuidadosamente con los resultados de las pruebas de laboratorio para determinar si se ajusta a la especificación 300 – 07. (Ver Anexo 9).

Como pasante se revisó e interpreto los resultados de las pruebas para la base granular y los ensayo para tome de densidades, además una una supervisión en campo para el cumplimiento de los perfiles de diseño.

Una vez se determine el cumplimiento con todos los requisitos exigidos por las especificaciones del INV se puede realizar el cargue, transporte y el descargue en la abscisa indicada.

9.2. MATERIALES

- Base granular
- Agua

9.3. EQUIPO

Con el fin de reducir esfuerzos y dar mayor rendimiento al desarrollo de las actividades la empresa tiene asignado el equipo necesario en perfectas condiciones para que sea utilizado en el desarrollo de las diferentes actividades correspondientes al proceso de la explanación, el equipo fue el siguiente:

- Motoniveladora Caterpillar 140H.
- Vibrocompactador Ingersollrand SD 100
- Volquetas doble-troque capacidad 12m³
- Carro-tanque para abastecimiento de agua.
- Equipo de Topografía Estación Topcon Gts-105n.
- Mira topográfica.
- Herramienta menor.

9.4 METODOLOGÍA DE TRABAJO

PASO 1. Acordonamiento de base granular: Para esta actividad se debe verificar que se haya construido filtros, alcantarillas, box coulvert y que las irregularidades en la superficie no excedan las tolerancias permitidas en las especificaciones de lo contrario se tiene que realizar las correcciones necesarias a satisfacción del interventor³.

La base granular descarga en los sitio que ya se liberaron por densidades en la capa de sub-rasante, el descargue se realiza acordonando cada descargue uno tras otro verificando que sean el tramo indicado donde se debe revisar la homogeneidad del material.

PASO 2. Extensión de base granular: para esta actividad se utiliza la motoniveladora para realizar un extendido homogéneo, se realiza la verificación de los anchos para cumplir con los diseños aprobados, los cuales son demarcados por la comisión topográfica con estacas que indican el nivel del material, inicialmente se aproxima la base a los niveles de diseño. Se tiene en cuenta que para espesores superiores a los 0.20 m se debe compactar en capas máxima de 0.15m para mejor nivel de compactación. (Ver figura 49).

Figura 49. Extensión de base granular - K 18+080 al K 18+150, sector Loro 1



PASO 3. Céreo de la base granular. Como su nombre lo indica esta actividad pretende llegar a los ceros del nivel de diseño, para lo cual se debe verificar los perfiles aprobados por interventoría. Para esta actividad la topografía revisa cada 0.1m que se cumpla con lo niveles de diseño perfilando el material para lograr el sistema de bombeo para un manejo de agua de escorrentía hacia los extremos,

³ Especificaciones INVIAS 330. 4.2

verificando que el espesor de la base sea 0.25m, cumpliendo con los diseños aprobados por la parte interventora.

PASO 4. Compactación de la base granular. Cuando la topografía determine que se ha llegado a la cota de diseño, se verifica que el carro-tanque de agua le dé una humedad apropiada se conforma ajustándose a los alineamientos y secciones típicas del proyecto para compactarse con el Vibrocompactador para alcanzar la densidad específica seca.

“La compactación se efectúa longitudinalmente, comenzando por los bordes exteriores y avanzando hacia el centro, traslapando en cada recorrido un ancho no menor de la mitad del ancho del rodillo compactador. En las zonas peraltadas, la compactación se hace del borde inferior al superior”.⁴ (Ver figura 50).

Figura 50. Compactación de base granular - K 18+080 al K 18+150, sector Loro 1



PASO 5. Toma de densidades: Finalmente para esta etapa se tomó por parte del laboratorista de la empresa SONACOL S.A.S las densidades con ayuda del DENSIMETRO NUCLEAR (Densímetro Nuclear Troxler 3430 - serie 34740 Fecha prox. cal, 2012 - 09 – 20), para evaluar las densidades y aprobación de la base granular del tramo intervenido. Y proceder a extender carpeta de concreto hidráulico. Para los resultados de las pruebas de densidades, ver anexo 8. (Ver figura 51).

⁴ Especificaciones INVIAS 320.4.6 Compactación.

Figura 51. Toma de densidades - K 18+080 al K 18+150, sector Loro 1



9.5 CONTROL DE CALIDAD

- Se verifica que en los ensayos de la base granular cumplan en su totalidad con las especificaciones INV, artículo 300.
- Verificar que en los acopios de la base granular se observe una homogeneidad en el material, rechazando las anomalías como sobre tamaño o material que presenta diferencia de color, segregación o plasticidad.
- se chequea que la capa de base granular terminada presente una superficie uniforme, sin segregaciones ni agrietamientos para cumplir con las especificaciones INV, artículo 320-07.
- Se debe revisar el que se cumpla con los espesores de diseño o en su defecto como mínimo deberá tener el 90% del espesor de diseño aprobado. El control se registra en el formato F-CO-18.

Este procedimiento se siguió para los tramos:

- K19+800 a K20+320.....L = 520m.....98% cumple.
- K21+840 a K22+500.....L = 660m.....98% cumple.
- K22+700 a K22+900.....L = 200m.....98% cumple.
- K19+600 a K19+800.....L = 200m.....98% cumple.

10. CONSTRUCCION DE LA CAPA DE RODADURA EN COCRETO HIDRAULICO

10.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en la elaboración, transporte, colocación y vibrado de una mezcla de concreto hidráulico en forma de losas y las demás actividades necesarias para la correcta construcción del pavimento de concreto hidráulico, de acuerdo con los alineamientos, cotas, secciones y espesores indicados en los planos del proyecto o ajustados por el Interventor.

Como pasante se revisó e interpreto los resultados de los ensayos a compresión y a flexión para determinar que se cumpla con la resistencia del concreto y una supervisión en campo para el cumplimiento de los diseños aprobados.

10.2 MATERIALES

Estará conformado por una mezcla homogénea de cemento Portland tipo III, con o sin adiciones, agua, agregados fino y grueso provenientes de la Fuente La Isla localizada en el K29+460 La Hormiga, y aditivos, todos los materiales deben ser aprobados por interventoría, materiales que deberán cumplir los requisitos básicos de los diseños.

Para la producción de la arena y el triturado se obtiene el material aluvial de la fuente La Isla localizada en el K 29+460 sector La Hormiga, los cuales serán procesados en la trituradora Facoallis AZTECA IV propiedad de SONACOL S.A.S. los. En el momento de la producción de los materiales se verificara si cumplen con las especificaciones INVIAS aparte 300.2, artículo 300.

10.3 EQUIPO

- **Para la producción**

- ✓ Trituradora Facoallis AZTECA IV.
- ✓ Planta dosificadora (ARGOS).
- ✓ Silos para almacenamiento de cemento (ARGOS).
- ✓ Planta eléctrica.

10.4 METODOLOGÍA DE TRABAJO

PASO 1. Instalación de la formaleta. El equipo de topografía localiza el eje para instalar la formaleta con el ancho de diseño, para ser instalada la formaleta metálica que se asegura a la base con varilla #4. (Ver figura 52).

Figura 52. Instalación de formaleta para placas de pavimento - K 19+850 al K 20+000



PASO 2. Preparación de la mezcla. La empresa encargada del suministro del concreto (ARGOS) presento sus propios diseños ante la firma interventora los cuales fueron aprobados por el consorcio Selva y Sur. Para iniciar con la preparación de la mezcla se ha verificado con anterioridad por ensayos de laboratorio que los agregados producidos por la empresa SONACOL S.A.S cumplen con las especificaciones INV 300,

PASO 3. Transporte, extendido y compactación de concreto. La mixer transporta el concreto manteniendo en constante movimiento la mezcla para ayudar a su amasado y evitar que empiece su periodo de fraguado, inmediatamente la mixer llega a la abscisa para la extensión de concreto ayudándose de herramienta manual como son las palas cumpliendo con las especificaciones INV art. 342.3.4.3. Para la comprobación de la resistencia del concreto se toman las muestras necesarias (vigas y cilindros) para su control.

Se chequea que los canales de la mixer estén en un nivel muy cercano a la base , evitando que los agregados se segreguen, una vez extendido el concreto se utiliza

el vibrador de agujas para darle una vibración interna evitando que se formen burbujas y evitar que se formen espacios vacíos, lo cual puede incidir en la resistencia del concreto. (Ver figura 53-55).

Figura 53. Extendido y vibrado de concreto para placa de pavimento - K 19+850 al K 20+000



Seguido a este paso se pasó el rodillo vibrador para lograr un acabado superficial. Se logra un mejor acabado en los bordes con llana metálica para poder dar un buen acabado liso con la flota-canal.

Figura 54. Acabado superficial con rodillo vibratorio - K 19+850 al K 20+000



PASO 4. Localización de junta transversal de retracción. A medida que avanzaba la mixer con el descargue de concreto se ubicaban las canastillas con la varilla de transferencia de carga, previamente engrasadas, ubicándolas justo en la línea de la junta trasversal de contracción y asegurando la canastilla para permitir que las varillas queden en el eje neutro de la losa, la mitad debe quedar por fuera de la losa para ser engrasada. Una flotadora se encarga de sellar los poros.

Figura 55. Instalación de junta transversal de contracción - K 19+850 al K 20+000



El diámetro de la varilla utilizada para este proyecto es:

➤ **Varilla de transferencia de carga en junta trasversal**

- ✓ Diámetro: 1 ¼" varilla lisa
- ✓ Longitud. 0.45m
- ✓ Espaciamiento: 0.30m
- ✓ Diámetro canastilla de soporte : ¼"

➤ **Varilla de transferencia de carga en junta longitudinal**

- ✓ Diámetro ½" varilla corrugada
- ✓ Longitud. 0.85m
- ✓ Espaciamiento: 0.80m

PASO 5. Micro-texturizado. Uno de los acabados de este pavimento es el microtexturizado longitudinal que se realizó con costal de yute húmedo. Este acabado servirá para evitar evitara que los vehículos resbalen cuando el pavimento este húmedo. (Ver figura 56-59).

Figura 56. Microtexturizado - K 19+850 al K 20+000



PASO 6. Macro-texturizado. Se realiza el macro-texturizado para rayar el pavimento transversalmente y formar canales de drenaje que elimine el problema de hidroplaneo.

Figura 57. Macro-texturizado - K 19+850 al K 20+000



PASO 7. Aplicación de retardante de la evaporación y antisol. Se aplica sobre la placa ya fundida el antisol y un plastificante que haya sido aprobado por la interventoría para evitar que aparezcan fisuras por altas temperaturas generando fisuras por retracción de fraguado y temperatura.

Figura 58. Aplicación de antisol - K 19+850 al K 20+000



De acuerdo con los diseños aprobados por interventoría se realiza el corte de las placas al tercio de esta con un espesor de 3mm, previo a esto se realizó un barrido, lavado y secado con un compresor. Al tercer día de la fundición de las losas se realizó el proceso de pre-corte para el sello de juntas, el cual se hace con una profundidad de 0.03m y 0.06m de espesor; previamente lavado barrido y seco se instaló el cordón de apoyo en la base del corte y se aplicó en la parte superior la silicona para sello de la junta.

Figura 59. Corte para junta transversal de corte - K 19+850 al K 20+000



Durante el tiempo de pasantía se extendió pavimento hidráulico en los siguientes tramos del proyecto:

Tabla 10. Tramos de concreto hidráulico para pavimento - en tiempo de pasantía

ABSCISA		LONGITUD (m)	ANCHO (m)	ALTURA (m)	VOL m ³
DE	A				
K17+850	K18+000	150,00	4,25	0,23	146,63
K19+000	K19+300	300,00	4,25	0,23	293,25
K20+920	K21+150	230,00	4,25	0,23	224,83
K21+000	K22+000	38,25	4,25	0,23	-37,39
K21+000	K22+000	38,25	4,25	0,23	37,39
K21+150	K21+410	260,00	4,25	0,23	254,15
K21+410	K21+470	60,00	4,25	0,23	58,65
K21+410	K21+470	60,00	4,25	0,23	-58,65
K21+540	K21+710	170,00	4,25	0,23	166,18
K21+890	K22+590	700,00	4,25	0,23	684,25
K22+110	K22+140	30,00	4,25	0,23	-29,33
K22+110	K22+140	30,00	4,25	0,23	29,33
K22+790	K22+960	170,00	4,25	0,23	166,18
K22+960	K23+300	340,00	4,25	0,23	332,35
K23+460	K23+530	70,00	4,25	0,23	68,43
K23+530	K23+660	130,00	4,25	0,23	127,08
K23+660	K23+850	190,00	4,25	0,23	185,73
K26+620	K26+670	50,00	4,25	0,23	48,88
K26+705	K27+050	345,00	4,25	0,23	337,24
K27+210	K27+860	650,00	4,25	0,23	635,38
K17+040,00	K17+000,00	40,00	4,25	0,23	39.1

10.5 CONTROL DE CALIDAD

- Chequear que la localización de topografía donde se tiene en cuenta los alineamientos, distancias al eje y anchos de calzada se acomoden a los diseños aprobados.
- Verificar en planta que los agregados cumplan con las especificaciones INVIAS E401, 402, 404 y 414, esto de acuerdo a los ensayos de laboratorio.
- Chequear que se lleve un registro en la toma de muestras para controlar la resistencia del concreto realizando las pruebas solicitadas por el plan de inspección y que cumplan con las especificaciones INV 342.
- Verificar que durante el proceso de fundición se realicen los trabajos de acuerdo con lo estipulado en los diseños, que cuente con el espesor de diseño aprobado, localización de juntas, vibrado interno y superficial, micro-texturizado y macro-texturizado y uso de antisol para su curado. El control se registra en el formato F-CO-30.
- Controlar los tiempos de cargue y llegada del concreto para llevar un ciclo que evite la formación de una junta fría.
- Controlar los metros lineales para el rendimiento registran el sitio de descargue de cada mixer.
- Se programa una verificación de densidades y espesor de núcleo con una toma de núcleo.

Los resultados del proceso de la toma de muestras para este proceso se miran Anexo 9.

11. CONSTRUCCION DE CUNETAS EN CONCRETO HIDRAULICO.

11.1 DESCRIPCIÓN

Cunetas revestidas en concreto tienen la finalidad de interceptar el agua que escurre de la corona, del talud de corte y del terreno natural adyacente.

“Este trabajo consiste en el recubrimiento y acondicionamiento con concreto de las cunetas del proyecto de acuerdo con las formas y dimensiones en los sitios señalados en el plano”.⁵

11.2 MATERIALES

- Concreto clase F (2000psi).
- Madera.

11.3 EQUIPO

- Mixer para transporte de concreto Capacidad 7m³.
- Carretilla o bugí.
- Canguro.
- Formaleta metálica.
- Herramienta menor.

11.4 METODOLOGÍA DE TRABAJO

PASO 1. Instalación de la formaleta. Para la preparación de la formaleta se detallan los diseños, para corte de la madera, y se instale la formaleta e de manera que se cumpla con los diseños y las especificaciones exigidas por el interventor. (Ver figura 60).

⁵ Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras.

Figura 60. Formaleta para cuneta - K 21+550 margen derecha, sector Loro1



PASO 2. Preparación para mezcla de concreto: La empresa encargada del suministro del concreto (ARGOS) presento sus propios diseños ante la firma interventora los cuales fueron aprobados por el consorcio Selva y Sur. Para iniciar con la preparación de la mezcla se ha verificado con anterioridad por ensayos de laboratorio que los agregados producidos por la empresa SONACOL S.A.S cumplen con las especificaciones INV 300, (Ver figura 61).

Figura 61. Fundición de cuneta, módulos iniciales - K 21+550 margen derecha sector Loro1



Posteriormente, una vez el concreto haya alcanzado la resistencia suficiente se retira la formaleta y con el mismo procedimiento se funden los módulos finales para complementar el tramo de la cuneta. (Ver figura 62).

Figura 62. Fundición cuneta, módulos finales - K 21+550 margen derecha, sector Loro1



Los tramos intervenidos para la construcción de la cuneta en el periodo de pasantía fueron: (Ver tabla 11).

Tabla 11. Construcción de cuneta

ABSCISA		LONGITUD (m)	MARGEN
DE	A		
K21+000	K22+000	38,25	D,I
K21+150	K21+410	260,00	D,I
K21+410	K21+470	60,00	D,I
K21+410	K21+470	60,00	D,I
K21+540	K21+710	170,00	D,I
K21+890	K22+590	700,00	D,I
K22+110	K22+140	30,00	D,I
K22+110	K22+140	30,00	D,I
K22+790	K22+960	170,00	D,I
K22+960	K23+300	340,00	D,I

11.5 CONTROL DE CALIDAD

- Chequear que la superficie tenga la compactación que cumpla con las especificaciones INV. Registro en el formato F-CO-39 B.
- Verificar que espesores y lineamientos cumplan con los diseños aprobados.
- Controlar que el concreto cumpla con la resistencia de diseño para esta estructura.

12. CONTROLES GENERALES DE OBRA

Para todas las actividades realizadas en campo se debe llevar un control diario para verificar que se ajusten a plan de trabajo exigido por la empresa, llevando las cantidades para ejecutadas para ser llevadas mensualmente al acta. Además de llevar un registro con el fin de generar un reporte ya sea semanal, mensual o al termino de los trabajos.

Llevar un control en conjunto con el área de maquinaria en el estado tanto de equipo mayor, menor y de la maquinaria para evitar detener las actividades que se reflejen en atrasos en la obra.

Verificar la correcta aplicación de los métodos de trabajo que se consigne en el manual de sistema de gestión integral cumpliendo con lo establecido en los diseños y las políticas, además de estar atentos a las sugerencias realizadas por parte de interventoría.

Controlar que los materiales cumplan con las especificaciones realizando los ensayos exigidos por el plan de inspección del proyecto.

Coordinar la logística para desarrollo de actividades tales la ubicación de reguladoras de tráfico, señalización de la zona a intervenir y la socialización de las actividades a loa habitantes.

Realizar con el ingeniero residente la programación de obra mensual y semanal, para determinar los tramos y obras a intervenir para una mejor programación de los recursos.

Registrar a diario las cantidades ejecutadas en obra así como la inspección de cada una de las actividades realizadas, para registrarlas en los formatos y de esta manera aplicar el sistema de gestión integral realizando observaciones diariamente con el fin de prevenir las fallas que causen atraso en la obra.

13. CONCLUSIONES

Por ser una zona de frontera internacional el mejoramiento de la vía trae una buena presentación al ingreso a nuestro país y un completo desarrollo para la región al agilizar los tiempos de recorrido lo que cambiara las condiciones del comercio incentivando a la población a mejorar sus condiciones de vida.

Por tratarse de un corredor vial, el mejoramiento de la carretera brinda oportunidad a las diferentes regiones las cuales hacen parte del corredor para mejorar sus condiciones socio-económicas al tener la facilidad de transportar sus productos con mayor agilidad y no solo dar a conocer sus productos a nivel nacional sino también internacional.

La ampliación de vía cuenta con un mejoramiento en la pate del drenaje que da un manejo seguro de aguas en una zona donde en épocas de invierno las crecientes de los ríos y de los yacimientos de agua son de gran magnitud, para lo cual se realizó una supervisión constante del estado de las obras que han dado seguridad tanto a la estructura de la vía y de zonas aledañas al recorrido de la vía.

Es muy importante antes de iniciar con las actividades de construcción de la vía encontrar el sitio adecuado para ser utilizado como zona de depósito de material de excavación (ZODME).

La estructura de la vía muestra un buen comportamiento ante las cargas impuestas por el constante tráfico vehicular pesado, esto se debe al mejoramiento total de la subrasante para la cual se utilizó materia aluvial que cumple con absolutamente todas las especificaciones INV. 300.

Es importante verificar los resultados de los ensayos de concreto para determinar con el análisis de resultados que se cumple con las normas INV. 630 -07, y dar seguridad y confianza en el desarrollo de las obras siguientes.

Las obras de contención de igual manera muestran un buen comportamiento ante las cargas impuestas esto se debe al buen sistema de cimentación el cual se manejó con los pilotes en madera y la geomalla triaxial según los diseños aprobados por la interventoría.

El material de excavación no solo se envió a las zonas de depósito de material, sino que también se utilizó en procesos como espaldar de cunetas y protección para la zona de terraplenes los cuales han dado resultado ya que evitaron la socavación de estas estructuras en época de lluvia.

14. RECOMENDACIONES

Programar personal en planta para que realice un control a los materiales granulares en cuanto a la detección de sobre-tamaño, el retiro de trozos de madera que proviene de la fuente, el lavado del material filtrante evitando que llegue a obra con presencia de finos, generando calidad en los productos.

Programar con anticipación los pedidos de los materiales que llegan de otras partes del país teniendo en cuenta que es difícil el acceso a la zona y un atraso genera paras en la obra que posteriormente se miran reflejadas en el acta.

Generar en los contratistas un sentido de pertenencia con la empresa y que a su vez lo generen en sus trabajadores para aplicar de igual manera las políticas del sistema de gestión integral para mayor prevención de accidente laborales.

Contratar personal adicional para control de tráfico ya que en cada frente de obra que se abra necesariamente hay riesgo con el tránsito vehicular que puede generar accidentes.

Agilizar procesos para liberación de tramos ya sea por predios o por presencia de árboles o humedales el ancho de vía para la legalización de los mismos, de tal manera que no generen paras en las actividades o un corte en las actividades del tramo,

Contar con un mecánico de equipo menor que este pendiente de este tipo de equipo que por lo general siempre está en campo y el traslado del mismo a la planta genera atrasos en el desarrollo de las actividades de obra.

BIBLIOGRAFIA

BRAVO, Paulo Emilio. Diseño de carreteras. Mexico: s.n. 2000. 180 p.

ESTUDIOS Y DISEÑOS, GESTIÓN SOCIAL, PREDIAL, AMBIENTAL Y MEJORAMIENTO DEL PROYECTO "CORREDOR DEL SUR. Informe final.

INSTITUTO NACIONAL DE VIAS INVIAS. Normas y Especificaciones generales para la construcción de carreteras.

LONDONO NARANJO, Cipriano Alberto. "Diseño, construcción y mantenimiento de Pavimentos de concreto". Bogotá - Colombia: Norma, 2001. 300 p.

LÓPEZ PELÁEZ, Juan Diego. Estrategias para el control y manejo de la erosión en cárcavas. Medellín: Universidad Nacional de Colombia. 1779.

Manual para la Inspección Visual de la Estructura de Drenaje. Vol. 1, 2003

MUÑOZ RICAURTE, Guillermo. Pavimentos de concreto hidráulico diseño y construcción. San Juan de Pasto: s.n. 2002. 180 p.

PLAN INTTTEGRAL CONSORCIO METROCORREDORES 3. 2010

RIVERA, Gerardo A. Concreto Simple. Popayán: s.n. 1998. 320 p.

TORRES BELANDRIA, Rafael Ángel. Análisis y diseño de muros de contención en concreto armado. Bogotá: s.n. s.f.

UNIVERSIDAD DEL CAUCA. Programa de especialización en vías con énfasis en pavimentos POPAYAN, 1995.