

**MONOGRAFÍA DE ANÁLISIS EXPERIENCIA URBANISMO, OBRAS DE DRENAJE Y
OBRAS VARIAS PARA EL PROYECTO DENOMINADO TRANSVERSAL DEL SISGA**

JOHAN SEBASTIAN GUALDRON RIAÑO



**UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
TUNJA - BOYACÁ
AÑO 2021**

**MONOGRAFÍA DE ANÁLISIS EXPERIENCIA URBANISMO, OBRAS DE DRENAJE Y
OBRAS VARIAS PARA EL PROYECTO DENOMINADO TRANSVERSAL DEL SISGA**

JOHAN SEBASTIAN GUALDRON RIAÑO

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de ingeniero civil

Director:

DIANA MARÍA BELTRÁN BELTRÁN

Ingeniera Civil



**UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
TUNJA - BOYACÁ
AÑO 2021**

NOTA DE ACEPTACIÓN

FIRMA DEL DIRECTOR

FIRMA DEL JURADO

FIRMA DEL JURADO

AGRADECIMEINTOS

Primero que nada y más importante que todo, agradecer a Dios por darme la oportunidad de cumplir las metas que me he propuesto, siendo esta una de las más importantes, agradezco por darme la salud y la fortaleza para poder culminar mis estudios profesionales de forma satisfactoria y por permitirme realizar todo lo que me he propuesto hasta el día de hoy.

A mis padres Miriam Riaño y Antony Gualdron por el esfuerzo realizado, por apoyarme en cada etapa de este proceso, por brindarme total seguridad y confianza cuando decidí emprender este proyecto, por siempre estar y aconsejarme en momentos difíciles y momentos de alegría. Son ellos el motor de mi vida, mi mayor inspiración, mi ejemplo a seguir y la razón de salir adelante y luchar por lo que anhelo.

A mis amigos y compañeros quienes fueron partícipes de muchas experiencias, agradecer por su amistad y compañía, estudiar y trabajar en equipo fue clave para cumplir con nuestras responsabilidades.

Al ingeniero Libardo Correales por darme la oportunidad de desarrollar mi opción de grado en su empresa, vinculándome con el mundo laboral y por brindarme su apoyo total y entera confianza, liderando los diferentes proyectos que se realizaron.

CONTENIDO

	Pág.
1. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DONDE SE DESARROLLÓ LA PASANTÍA	16
2. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES DESARROLLADAS.....	19
2.1. CONTROL Y SEGUIMIENTO	23
2.1.1 DENSIDAD Y PESO UNITARIO DEL SUELO EN EL TERRENO POR EL MÉTODO DEL CONO Y ARENA.....	25
2.1.2. DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD DE SUELOS EMPLEANDO UN PROBADOR CON CARBURO DE CALCIO.....	26
2.1.3 ASENTAMIENTO DEL CONCRETO (SLUMP).....	27
2.2 ALCANTARILLADO.....	29
2.3 CUNETAS.	36
2.4 MANEJO DE SITIOS INESTABLES	43
2.4.1 PROTECCIONES: EMPEDRADOS.....	44
2.4.2 ESTRUCTURAS DE CAÍDA ESCALONADAS.....	46
2.4.3 ZANJAS DE CORONACIÓN.....	49
2.4.4 CANAL RÁPIDO	51
2.4.5 SUBDRENAJE DE MUROS DE CONTENCIÓN.....	52
2.4.6. REVESTIMIENTO DE GAVIONES	54
2.5 MUROS DE CONTENCIÓN.....	55
2.6 URBANISMO.....	62
3. APORTES DEL TRABAJO	70
3.1. APORTES COGNITIVOS	70
3.2. APORTES A LA COMUNIDAD	80

4.	IMPACTOS DEL TRABAJO DESEMPEÑADO	82
4.1.	OBRAS EN EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES FUNCIONALES.....	82
4.2.	AVANCE GENERAL TRANSVERSAL DEL SISGA 92.98%	83
5.	CONCLUSIONES.....	88
6.	GLOSARIO.....	91
7.	BIBLIOGRAFÍA	106
8.	ANEXOS	108

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Localización Corredor Transversal del SISGA.	16
Figura 2. Descripción Transversal del SISGA.	17
Figura 3. Empresas que conforman la transversal.	17
Figura 4. Ubicación nacional del corredor del Sisga.....	18
Figura 5. Unidades Funcionales que componen la Transversal del SISGA.....	18
Figura 6. Estructura de una Alcantarilla.	20
Figura 7. Formatos de control de obra.	24
Figura 8. Detalle completo de alcantarilla construida.	31
Figura 9. Despieces de alcantarillas construidas.	33
Figura 10. Diseño típico de cuneta empleado en la Transversal del Sisga.....	37
Figura 11. Tramos de cuenta asignados con particularidades de diseño.	38
Figura 12. Manejo de Sitios Inestables, Unidad Funcional 2.	43
Figura 13. Empedrado entregando cuneta o canal a terreno natural.....	44
Figura 14. Detalle de sección para protección en piedra pegada.	45
Figura 15. Detalle de zanja de coronación.	49
Figura 16. Detalle de Canal Rápido.	51
Figura 17. Diseños definidos para Muros de Contención.	56
Figura 18. Disposición de acero para dentellón.	73
Figura 19. Despiece de Alcantarilla.....	75
Figura 20. Reporte de avance de obra diario en SI.....	76
Figura 21. Acta de INGEM para pago según corte.....	77
Figura 22. Corte final de subcontratista.....	78
Figura 23. Formato de legalización de obra, consorcio Ingem.	79
Figura 24. Avance general, unidad funcional 1.	84
Figura 25. Avance general, unidad funcional 2.	84
Figura 26. Avance general, unidad funcional 3.	86
Figura 27. Avance general, unidad funcional 4.	87

LISTA DE FOTOGRAFÍAS

	Pág.
Fotografía 1. Acompañamiento Comisiones de Topografía.....	23
Fotografía 2. Ensayos para determinar densidad y humedad de suelos.	27
Fotografía 3. Ensayo de asentamiento y toma de muestras de concreto.	28
Fotografía 4. Excavación mecánica para construcción de alcantarilla.....	32
Fotografía 5. Instalación de acero en alcantarillas.	34
Fotografía 6. Vertido y vibrado de concreto en alcantarillas.	35
Fotografía 7. Obra terminada - alcantarillas.	35
Fotografía 8. Excavación manual y mecánica para construcción de cuneta.....	39
Fotografía 9. Alistado de pista e instalación de formaleta.	39
Fotografía 10. Corte de asfalto y recolección de escombros.....	40
Fotografía 11. Vertido y vibrado de concreto en cuentas.	41
Fotografía 12. Acabado y obra terminada de cunetas.....	41
Fotografía 13. Construcción de empedrados UF2.....	45
Fotografía 14. Excavación, solado de limpieza y anclajes, dissipador escalonado.	47
Fotografía 15. Instalación de acero y formaleta, dissipador escalonado.	48
Fotografía 16. Vertido y vibrado de concreto, dissipador escalonado.	48
Fotografía 17. Obra terminada, dissipador escalonado.....	49
Fotografía 18. Proceso constructivo, Zanja de Coronación.	50
Fotografía 19. Proceso constructivo, Canal Rápido.	52
Fotografía 20. Actividades preliminares para instalación de Geodrén.....	53
Fotografía 21. Relleno con material granular, instalación de Geodrén.	53
Fotografía 22. Instalación de formaleta para revestimiento de gaviones.....	54
Fotografía 23. Excavación manual y mecánica, Muros de Contención.	57
Fotografía 24. Solado de limpieza y aplicación de Antisol.....	58
Fotografía 25. Instalación de acero Muros de Contención.	59
Fotografía 26. Vertido y vibrado de concreto Muros UF2 y UF4.....	59
Fotografía 27. Instalación de Formaleta en Vástago de Muros.	60
Fotografía 28. Relleno y compactación de material granular.....	61
Fotografía 29. Muros Terminados UF2 y UF4.....	61
Fotografía 30. Demolición y almacenamiento de material Urbanismo.....	63
Fotografía 31. Instalación de Bordillo Prefabricado, Loseta y Malla electrosoldada.	64

Fotografía 32. Conformación y compactación de suelo.....	65
Fotografía 33. Vertido y acabado en losas de concreto.	65
Fotografía 34. Corte y demolición de asfalto para pompeyanos.....	66
Fotografía 35. Acero de refuerzo Pasos Urbanos.	67
Fotografía 36. Vertido y vibrado de concreto en reductores de velocidad.	68
Fotografía 37. Perforación para anclajes de refuerzo.....	69
Fotografía 38. Señalización horizontal y Demarcación Vial.....	69
Fotografía 39. Refuerzo adicional en elementos independientes.	71
Fotografía 40. Métodos para estabilización de suelos.....	72
Fotografía 41. Excavación para construcción de dentellón.	72
Fotografía 42. Resanes estructurales con uso de Sika Top.	73
Fotografía 43. Adecuación de accesos vehiculares.	74
Fotografía 44. Transversal del Sisga Unidad Funcional 1.	83
Fotografía 45. Instalación carpeta de rodadura, Unidad Funcional 2.	84
Fotografía 46. Mantenimiento de Túneles Unidad Funcional 3.	85
Fotografía 47. Instalación carpeta asfáltica Unidad Funcional 4.	86

RESUMEN

Esta monografía contiene la descripción de las actividades desarrolladas por el estudiante como pasante de ingeniería civil en el consorcio INGEM, en el proyecto vial denominado transversal del SISGA, con el fin de aplicar todos los conocimientos adquiridos a través de la formación como Ingeniero Civil en la Universidad Santo Tomás Tunja, en las actividades de residente de obra.

De igual forma, se documentan las actividades relacionadas con las funciones directas del pasante en cuanto a: Analizar, planear, administrar, supervisar, controlar, y ejecutar la construcción de cunetas, reductores de velocidad, disipadores escalonados, bahías de parqueo, zanjas de coronación, accesos vehiculares, pasos seguros, canales, alcantarillas, muros de contención, realces de alcantarillas, entre otros. Manejar y controlar el personal dispuesto para la ejecución de las actividades anteriormente mencionadas, controlar y supervisar el almacenamiento, transporte e implementación de herramienta, maquinaria, equipos e insumos de construcción, identificar, diagnosticar y resolver problemas relacionados con la construcción y operación de las diferentes obras y el programar insumos y material para la ejecución oportuna y correcta de las diferentes obras, teniendo en cuenta rendimientos e imprevistos dentro del proceso de construcción.

Todas las actividades planteadas se han ejecutado manteniendo los estándares de calidad y cumplimiento establecidos por la empresa y por la norma. Los conocimientos proporcionados por la universidad fueron clave en el reconocimiento recibido por parte de los colaboradores del proceso quienes premiaron la labor desempeñada y su producto, inicialmente por parte de la empresa se hicieron aumentos y bonificaciones salariales, se certificó el trabajo realizado como ingeniero residente y posteriormente como ingeniero auxiliar, finalmente la empresa contemplo la idea de asignar el cargo como Director de Obra, adicional a esto, todas las obra ejecutas que se mostrarán a continuación fueron recibidas sin ningún tipo de inconformidad u observación. Así pues, se puede apreciar que el desarrollo de una pasantía fortalece la capacidad laboral en el campo de desarrollo profesional.

Palabras clave: Ingeniería civil, Drenaje, Vías, Cuneta, SISGA, Calidad, Infraestructura.

ABSTRACT

This monograph contains the description of the activities developed by the student as a civil engineering intern in the INGEM consortium, in the road project called transversal of the SISGA, in order to apply all the knowledge acquired through the training as a Civil Engineer at the Universidad Santo Tomás Tunja, in the activities of work resident.

Likewise, the activities related to the direct functions of the intern are documented in terms of: Analyze, plan, manage, supervise, control, and execute the construction of ditches, speed reducers, stepped dissipators, parking bays, crowning ditches, vehicular accesses, safe passages, channels, culverts, retaining walls, culvert enhancements, among others. Manage and control the personnel available for the execution of the aforementioned activities, control and supervise the storage, transportation and implementation of tools, machinery, equipment and construction supplies, identify, diagnose and solve problems related to the construction and operation of the different works and program supplies and materials for the timely and correct execution of the different works, taking into account yields and unforeseen events within the construction process.

All the activities proposed have been executed maintaining the quality and compliance standards established by the company and by the norm. The knowledge provided by the university was key in the recognition received by the collaborators of the process who rewarded the work performed and its product, initially by the company salary increases and bonuses were made, the work performed as resident engineer and later as assistant engineer was certified, finally the company contemplated the idea of assigning the position as Construction Manager, in addition to this, all the works executed that will be shown below were received without any type of nonconformity or observation. Thus, it can be seen that the development of an internship strengthens the work capacity in the field of professional development.

Key words: Civil engineering, Drainage, Roads, Ditch, SISGA, Quality, Infrastructure.

INTRODUCCIÓN

El sector económico del país va estrechamente ligado al avance y desarrollo de la infraestructura vial, siendo esta un eje principal en la producción de recursos económicos para las zonas en las cuales se estén adelantando este tipo de proyectos, además de hacer más accesibles algunas zonas, aumenta el turismo, la diversificación y transporte de mercancías, disminuye tiempos de recorrido entre la zona central del país y los demás departamentos.

Actualmente la transversal del SISGA funciona como un importante corredor vial para el transporte de mercancía y alimentos hacia el centro del país, además se espera que los municipios intervenidos presenten aumento en su economía, al hacer de este un corredor turístico y de gran importancia, al funcionar como ruta alterna hacia los llanos orientales.

Las acciones que se llevaron a cabo en la Transversal se centraron en la financiación, contando con un presupuesto de 1.5 billones para: elaboración de estudios y diseños, construcción, rehabilitación, mejoramiento, reconstrucción de pavimento, atención de puntos críticos, operación, mantenimiento, gestión predial, gestión social y gestión ambiental, con el fin de garantizar transitabilidad permanente en todo el corredor y la seguridad del viajero.

Una parte fundamental de la garantía y vida útil de las vías son las obras de drenaje y el urbanismo implementado en cada sector que tuviese que ser intervenido, estas labores se realizaron de acuerdo a diseños y normativas implementadas para garantizar su correcto funcionamiento.

El proyecto contó con el apoyo y supervisión de personal calificado en todos los aspectos y procesos de construcción, por medio de su control y dirección, los entregables ejecutados muestran la calidad y la optimización de cada proceso manejando un balance entre el costo y el beneficio de cada obra realizada, lo cual se puede evidenciar en los resultados.

El propósito de este trabajo es mostrar algunos de los procesos que se realizaron bajo una inspección detallada, antes, durante y después de su ejecución, se mostrará la importancia que este tiene, también los efectos positivos y negativos que tienen los imprevistos y el paso a paso de los procedimientos de ejecución.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Emplear los conocimientos teórico-prácticos adquiridos durante el proceso de formación como ingeniero civil en el ejercicio de las funciones planteadas a necesidad del proceso de dirección, control y supervisión de las obras de drenaje, obras de urbanismo y obras varias, realizadas en la Unidad Funcional 1, 2 y 4 de la Transversal del SISGA.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Mejorar el rendimiento de obra mediante la correcta programación de cada frente de trabajo, realizando un acompañamiento permanente de cada actividad ejecutada, definiendo fechas límites de entrega y garantizando la disposición oportuna de materiales y maquinaria.
- ✓ Realizar procesos de inspección a cada obra o labor en cada una de sus etapas, para garantizar niveles óptimos de calidad y cumplimiento, verificando medidas y diseños en campo según planos y análisis periódicos de los procedimientos constructivos que se estén ejecutando.
- ✓ Realizar un control semestral de obra mediante actas de obra ejecutada para liquidación y cortes con el contratista.
- ✓ Establecer criterios de viabilidad en los diseños propuestos para la construcción de disipadores escalonados, canales trapezoidales y zanjas de coronación, teniendo en cuenta condiciones hidrológicas y topográficas.
- ✓ Verificar que el personal cuente con; análisis de trabajo seguro, preoperacionales de maquinaria y equipo, charlas de salud y seguridad en el trabajo, capacitaciones sobre riesgos y peligros, condiciones de salud óptimas, elementos de protección personal y de bioseguridad completos, entre otros.
- ✓ Atender cualquier tipo de pregunta, queja y/o reclamo de los propietarios de predios que se procederían a intervenir, para definir soluciones y beneficios.

- ✓ Coordinar y gestionar los diferentes frentes de trabajo asignando actividades y responsables, además de llevar control respecto a los análisis de precios unitarios para cada obra contratada.

JUSTIFICACIÓN

Colombia cuenta con una red de vías terciarias (Veredales y Municipales) de aproximadamente 142.000 Km, esto representa el 69% de la extensión de la red vial nacional de los cuales los departamentos están encargados de 72.761 Km, los municipios de 34.918 Km, el Instituto Nacional de Vías de 27.577, y los privados de 12.251 km, sin embargo, la gran mayoría de las vías terciarias presentan un alto grado de deterioro (70%) provocado por diferentes factores tales como: mal manejo de drenajes de aguas lluvias, falta de mantenimiento, erosión e inestabilidad de taludes y terraplenes. Uno de los principales factores que afecta el estado de la vía es el agua que se precipita en forma de lluvia, una parte se filtra y discurre por el suelo, y la otra se evapora, produciendo efectos negativos en la vía, tales como:

- ✓ Formación de socavaciones (Baches).
- ✓ Afectación en las características mecánicas del suelo, cambiando su resistencia al cortante produciendo deformaciones o fallas en los taludes y terraplenes.
- ✓ Asentamientos diferenciales a lo largo del camino.
- ✓ Erosión sobre la superficie de la vía, provocando daños notorios a la hora de transitar.

En el país se observa cómo se destruyen las vías públicas por efecto de un "mal drenaje pluvial", antes de cumplir sus periodos de vida útil. Un mal drenaje en la vía afecta todas las actividades humanas tales como económicas, recreativas, turismo y transporte. La importancia de tener un adecuado drenaje es lograr que las vías se mantengan en buen estado para que así los usuarios transiten cómodos y seguros.

El manejo inadecuado del agua, los diseños erróneos, el uso de materiales de baja calidad y la implementación incorrecta de procedimientos constructivos son unas de las causas más relevantes del deterioro prematuro de la infraestructura vial. Así pues, aquí se presenta un análisis detallado de todo el proceso y se destaca la importancia de las labores realizadas como pasante universitario y su participación en cada una de las obras ejecutadas que se realizaron en las diferentes unidades funcionales del corredor vial, Transversal del SISGA, siendo este un proyecto de gran relevancia a nivel nacional.

1. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DONDE SE DESARROLLÓ LA PASANTÍA

La Transversal del SISGA beneficia las poblaciones del área de influencia del proyecto de los Departamentos de Cundinamarca, Boyacá y Casanare, es una de las vías alternas para llegar a los llanos orientales. “La Agencia Nacional de Infraestructura (ANI) viene ejecutando un contrato de concesión en el corredor El SISGA (Cundinamarca) – Machetá (Cundinamarca) – Guateque (Boyacá) - Santa María (Boyacá) - San Luís de Gaceno (Boyacá) - El Secreto (Casanare) - Aguaclara (Casanare) como se muestra en la Figura 1, donde se realizan obras de rehabilitación y reconstrucción de pavimento y atención de puntos críticos que garantizan la transitabilidad del corredor, permitiendo una alternativa de conexión del centro del país con los llanos orientales, este proyecto fue dado en concesión desde 21 de junio de 2019 en la Ciudad de Bogotá D.C.”. (Corredor Vial Transversal del Sisga. [http://www.concesiondelsisga.com.co/.](http://www.concesiondelsisga.com.co/))

Figura 1. Localización Corredor Transversal del SISGA.



Fuente: Ministerio de Transporte, s. f.

El corredor cuenta con un avance de obra del 90% aproximadamente, en los 137 km de longitud total. Existen 15 túneles que suman una longitud aproximada de 7,2 Km los cuales están en proceso de reperfilamiento, siendo sometidos a ampliaciones de contorno que buscan mejorar el paso de vehículos de mayor dimensión, los cuales son transitables y brindan las medidas de seguridad para el viajero.

Figura 2. Descripción Transversal del SISGA.



Fuente: Ministerio de Transporte, s. f.

La Transversal del Sisga beneficia las poblaciones del área de influencia del proyecto en los departamentos de Cundinamarca, Boyacá y Casanare. La Inversión total del proyecto es de \$1.5 billones de pesos. La transversal del Sisga está conformada por KMA Construcciones, Grupo Ortiz y Cofides, empresas con amplia experiencia y que respaldan al proyecto garantizando cumplimiento y la calidad de las obras que serán realizadas.

Figura 3. Empresas que conforman la transversal.



Fuente: Ministerio de Transporte, s. f.

La vía transcurre en un terreno montañoso desde el Sisga hasta San Luis de Gaceno, en Boyacá, y desde San Luis de Gaceno hasta el Cruce de Aguacalara en Casanare. Los trabajos en la vía se dividen en las siguientes unidades funcionales y se muestran en la figura 5:

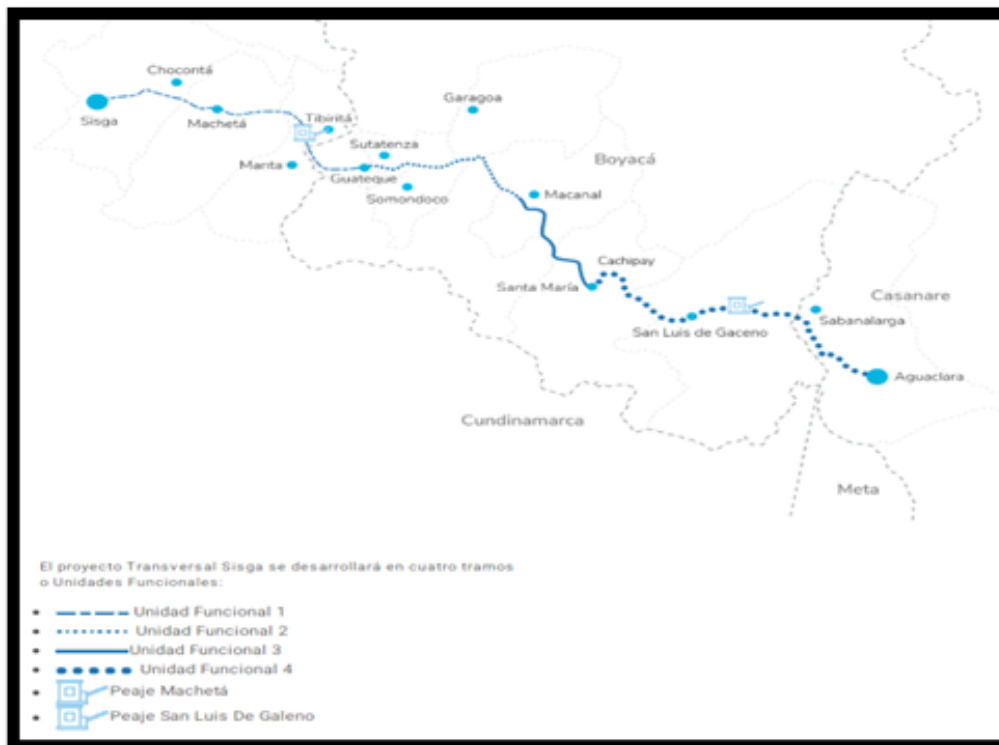
- ✓ Sisga – Guateque UF 1.
- ✓ Guateque – Macanal UF 2.
- ✓ Macanal – Santa María UF 3.
- ✓ Santa María - San Luis de Gaceno – Aguacalara UF 4.

Figura 4. Ubicación nacional del corredor del Sisga.



Fuente: Agencia Nacional de Infraestructura.

Figura 5. Unidades Funcionales que componen la Transversal del SISGA.



Fuente. (Concesión Transversal del Sisga S.A.S., 2018)

2. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES DESARROLLADAS

A continuación, se referencian los conceptos y elementos técnicos que fueron evidenciados durante la practica realizada en la Transversal del SISGA, en las que se ejecutaron actividades enmarcadas en la construcción de obras de arte, obras de drenaje y urbanismo, las cuales están basados completamente en el Manual de drenaje de carreteras del Instituto Nacional de Vías, a pesar de esto se referenciaran algunos autores que desarrollan conceptos claves para el estudio de teoría y procedimientos técnicos puestos en practica

a) Obras Transversales

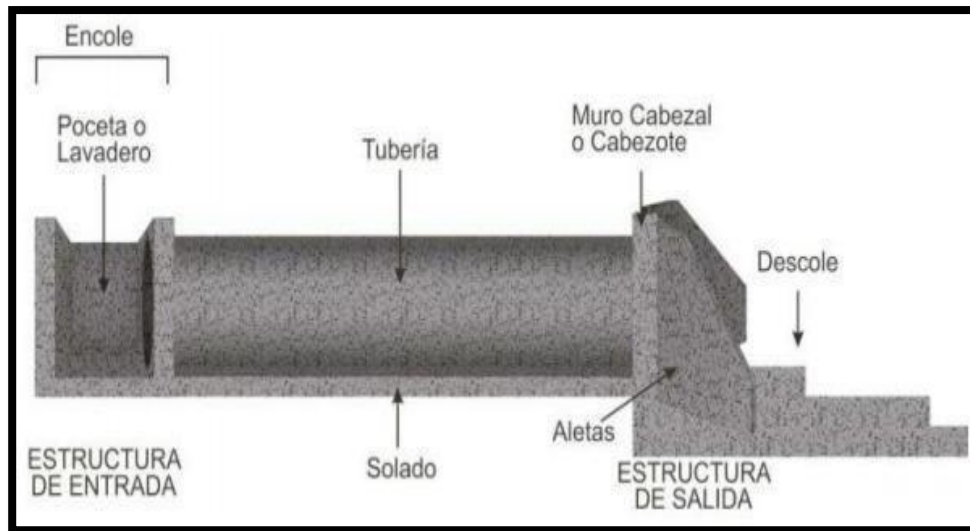
Los sistemas de drenaje transversal están constituidos por elementos que transportan el agua y cruzan el eje de la carretera. Por lo general, el cruce se realiza de manera perpendicular al eje y transportan el aporte de la cuenca que se encuentra aguas arriba de la vía, en dirección aguas abajo. Entre estos se encuentran las alcantarillas (Figuroa, et al., 2008).

Según el manual de drenajes del INVIAAS 2009, una alcantarilla es un conducto relativamente corto a través del cual se cruza el agua bajo la vía, para permitir el desagüe normal de las corrientes de agua interrumpidas por la infraestructura vial. Incluye, por lo tanto, conductos con cualquier sección geométrica: circulares y alcantarillas de cajón principalmente.

“El sistema de drenaje de una vía es el conjunto de obras encargadas de conducir las aguas de escorrentía o de flujo superficial, rápido y controladamente hasta su disposición final. De esta manera, se convierten en un soporte importante para el control de la erosión en taludes y la protección de la estructura del pavimento, permitiendo la rápida evacuación del agua, que además de afectar la estructura, afecta la seguridad de los usuarios”. (Cosanher, 2015, p.63)

Las alcantarillas están compuestas por las estructuras de entrada y salida, el conducto o tubería de cruce propiamente dicho y las obras complementarias de encoles y descoles que conducen el agua hacia o desde la alcantarilla, respectivamente. Las partes principales de esta estructura se pueden observar en la figura 6.

Figura 6. Estructura de una Alcantarilla.



Fuente: Figueroa Infante, 2008.

El Manual de drenaje para Carreteras del INVIAS establece que el caudal de diseño es la suma del caudal aportado por la corriente y del caudal que transportan las estructuras aferentes como cunetas, subdrenajes o bajantes.

En el caso de alcantarillas que solo reciben cunetas, subdrenajes o bajantes, el caudal de diseño corresponde a los caudales captados por las estructuras aferentes (INVIAS, 2009). Adicionalmente, basados en la topografía de la zona de estudio, es importante establecer la dirección del flujo, para saber si entre las alcantarillas se presenta un cambio de pendiente de los taludes aferente, ya que, si esto sucede el área no drenaría en una sola dirección. Algunos fenómenos que producen las alcantarillas cuando estas generan concentraciones de agua, son (Suárez, 2001):

- ✓ Erosión aguas abajo por chorros concentrados a altas velocidades.
- ✓ Sedimentación dentro de la estructura y aguas arriba de ésta.
- ✓ Socavación por flujo si el fondo de la estructura se encuentra descubierto

b) Obras Longitudinales.

Para el caso del pavimento flexible es necesario recoger las aguas lluvias provenientes de la en cunetas ubicadas lateralmente a la estructura. Estas cunetas adicionalmente se emplean como zona de confinamiento de la estructura del pavimento. La forma y las dimensiones para la cuneta eventualmente permiten que la rueda de un vehículo pueda circular sobre ella con seguridad, permitir el adelantamiento de un vehículo y que el agua proveniente de la superficie de rodadura pueda ser conducida hasta entregarla a una alcantarilla. El caudal que puede transportar la cuneta tipo a sección plena, dada una pendiente longitudinal de la vía, se puede encontrar mediante la aplicación de la ecuación de continuidad y la fórmula de Manning.

$$Q = V * a \quad \text{Ecu 1}$$

$$V = \frac{1}{n} * S^{\frac{1}{2}} * R^{\frac{2}{3}} \quad \text{Ecu 2}$$

Donde:

Q : Caudal que puede transportar la berma-cuneta en m^3/seg .

V : Velocidad del agua que circula por la berma-cuneta, en m / seg .

R : Radio hidráulico en metros

S : Pendiente de la berma-cuneta en tanto por uno, igual a la pendiente de la rasante.

n : coeficiente de rugosidad de Manning.

a : Área hidráulica de la sección transversal de la berma-cuneta, en m^2 .

El radio hidráulico, es un parámetro importante para el dimensionamiento de canales, tubos y otros componentes de las obras hidráulicas. La siguiente expresión permite calcular el radio hidráulico para tuberías trabajando con sección llena:

$$R = \frac{Am}{Pm} = \frac{\frac{\pi D^2}{4}}{\pi D} = \frac{D}{4} \quad \text{Ecu 3}$$

Se debe tener en cuenta así mismo, el caudal de demanda dando un espaciamiento entre alcantarillas, el diseño hidráulico de las cunetas es similar al de un canal abierto, aunque estrictamente el caudal de la cuneta es variable y aumenta a medida que aumenta su longitud.

Para un área tributaria menor a 2.5 Km² se puede utilizar el método racional para encontrar el caudal:

$$Q = 0,280 * C * I * A \qquad \text{Ecu 4}$$

Donde:

Q : Caudal de Escorrentía en m³/seg.

C : Coeficiente de escorrentía

I : Intensidad para un tiempo de concentración (mm/h)

A : Área Aferente o tributaria en Km². $A = B * L$

El área aferente para cunetas está formada por el ancho (B) y la longitud de la cuneta (L).

Los principales criterios de diseño de las cunetas y canales son los siguientes:

- ✓ Las frecuencias de las crecientes de diseño (Tr) es de 50 años (para estar en concordancia con los lineamientos de las normas nacionales).
- ✓ La velocidad mínima debe ser de 0.25 m/s y la velocidad máxima admisible de 6 m/s.

2.1. CONTROL Y SEGUIMIENTO

Para la ejecución de cualquier tipo de obra, siempre se cuenta con el acompañamiento por parte de las comisiones de topografía, las cuales realizan un reporte detallado y un seguimiento al avance de obra por cada una de las actividades como se muestra en la fotografía 1, con el fin establecer en campo un control riguroso de los procesos de obra a realizar, según los diseños establecidos.

Las comisiones de topografía son las encargadas de chequear que la obra se encuentre dentro del límite predial, que se cumplan con los espesores mínimos, que los anchos y longitudes no presenten un margen de error mayor a 1cm y de verificar que el alineamiento de la formaleta sea el correcto, que los niveles de acabado se encuentren bien ubicados, que la distribución de los diferentes materiales a implementar sea la adecuada, entre otros.

Fotografía 1. Acompañamiento Comisiones de Topografía.

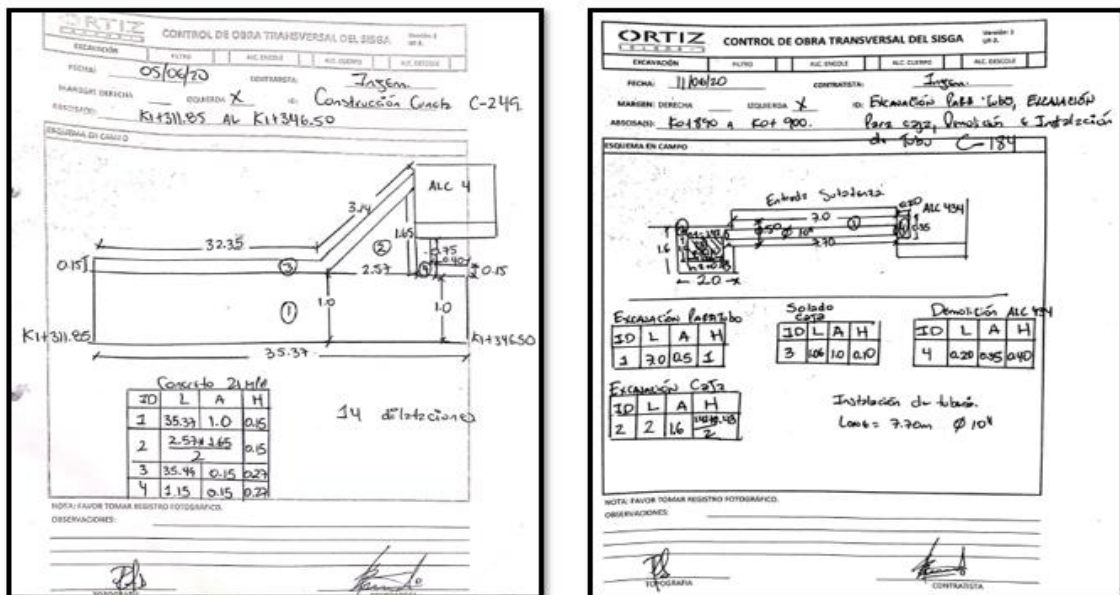


De acuerdo a las instrucciones impartidas por topografía y finalizada la marcación de puntos se inicia con las labores de construcción, un papel importante que tienen las comisiones de topografía es reportar y controlar el avance de obra, el reporte se hace a diario por medios digitales (grupos de WhatsApp), con registro fotográfico y con chequeos y visitas de campo.

El control se lleva de acuerdo a las actividades finalizadas, este control se realiza por medio de formatos como se muestra en la figura 7, los cuales contienen información precisa de las estructuras construidas y actividades y realizadas (datos, fecha, medidas, cantidades, ubicación, nombre del contratista, descripción de la actividad y algunas observaciones), se verificaba la información contenida en los formatos y se procede a firmarlo para constatar que la información contenida en este sea correcta; luego se procede con la validación de estos formatos en la oficina técnica del GRUPO ORTIZ donde corroboran las cantidades que se usaron en esa actividad y consolidan un acta de cantidades con la cual se realizan los presupuestos por corte con el contratista para el respectivo pago de servicios prestados u obra ejecutada.

Se validaba que todas las actividades programadas por las comisiones de topografía se desarrollaran de acuerdo a lineamientos normativos o a condiciones preestablecidas en planos de diseño, se constataba que la información contenida en planos estuviese acorde con las condiciones en campo, corroboraba que todos los puntos y medidas marcadas estuviesen de acuerdo al plano.

Figura 7. Formatos de control de obra.



Para garantizar la calidad de la obra se llevan a cabo toma de muestra y ensayos de laboratorio, realizados por una empresa privada llamada ZOFRE, la cual se encarga de tomar datos de campo según las condiciones del suelo y del material de relleno empleado para la construcción de cunetas y conformación de estructuras de pavimento, en caso de que esta no se presente o haya tenido que ser retirada para la construcción de obras de contención.

Se hace necesario que el proceso de compactación se haya realizado siguiendo las indicaciones dadas para que cumpla con los estándares mínimos, según los ensayos y resultados previamente establecidos, que garantizan que el proceso se realice correctamente y que el comportamiento geo-mecánico del suelo a mediano plazo no se vea afectado.

De los ensayos de densidades dependerá el avance de las obras, si del ensayo no se obtienen resultados favorables que permitan proceder con la realización de las actividades, la obra se detiene, se hacen las respectivas correcciones como repetir el proceso, para garantizar condiciones óptimas de compactación en el suelo, se debe reprogramar la toma de muestras y realización de los respectivos ensayos de laboratorio nuevamente.

Los ensayos se realizan con el fin de, determinar las densidades de una muestra sujeta a compactación, medir valores relativos de humedad e identificar propiedades físicas de las mezclas de concreto, estos ensayos son los más comunes y se describen a continuación:

2.1.1 DENSIDAD Y PESO UNITARIO DEL SUELO EN EL TERRENO POR EL MÉTODO DEL CONO Y ARENA

INV E – 161 – 13

Este método de ensayo se usa para determinar en el sitio, con el equipo de cono y arena, la densidad y el peso unitario de suelos compactados.

El método es aplicable a suelos que no contienen cantidades apreciables de fragmentos de roca o material grueso de tamaño superior a 38mm (1½").

A continuación se resume el método para determinar la densidad de los suelos compactados: Se excava manualmente un hueco en el suelo que se va a ensayar y se guarda en un recipiente todo el material excavado. Se llena el hueco con una arena de densidad conocida que fluye libremente, y se determina el volumen del hueco. Se calcula la densidad húmeda del suelo en el lugar, dividiendo la masa del material húmedo removido por el volumen

del hueco. Se determina el contenido de humedad del material extraído del hueco y se calculan su masa seca y su densidad seca in-situ, usando la masa húmeda del suelo, la humedad y el volumen del hueco.

Este método de ensayo se usa con frecuencia como base para la aceptación de suelos compactados a una densidad especificada o a un porcentaje de la densidad máxima determinada por los métodos de ensayo de las normas INV E-141 o INV E-142.

El uso de este método de ensayo está limitado, generalmente, a suelos en condición no saturada. No se recomienda utilizarlo con suelos blandos o friables (que se desmoronan fácilmente) o en una condición tan húmeda. En los suelos que se deforman fácilmente o que pueden cambiar de volumen por la vibración generada al excavar el hueco, o simplemente por estar de pie o caminar cerca al hueco durante el ensayo, se puede afectar la exactitud de la prueba. **Ver Anexo A**

2.1.2. DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD DE SUELOS EMPLEANDO UN PROBADOR CON CARBURO DE CALCIO

INV E – 150 – 13

Este método de ensayo se emplea para determinar la humedad de suelos empleando un probador en el cual el agua disponible en una muestra de suelo de masa especificada reacciona químicamente con volumen determinado de carburo de calcio, produciendo un gas cuya presión es medida por el manómetro del probador. Esta norma reemplaza la norma INV E-150-07.

El método se resume de la siguiente manera, un volumen determinado de carburo de calcio como se muestra en la fotografía 2; se coloca dentro del probador junto con dos esferas de acero y una muestra representativa del suelo sin partículas mayores de 4.75 mm, cuya masa sea la especificada por el fabricante del aparato. Una vez cerrado, el probador se sacude vigorosamente en un movimiento rotatorio que hace que el carburo entre en contacto con el agua del suelo, produciéndose gas acetileno en cantidad proporcional al agua disponible. El contenido aparente de agua se puede leer, entonces, en un manómetro adaptado al probador, el cual está calibrado para que la lectura que entrega sea, directamente, el contenido de agua de la masa especificada de suelo.

El contenido de agua de un suelo, medido en el terreno o en el laboratorio, se usa prácticamente en todos los ámbitos de la ingeniería geotécnica. Con alguna frecuencia, se

requiere conocer su valor con premura en sitios donde no hay hornos disponibles. En situaciones como esa, el método descrito en esta norma resulta apropiado.

Los resultados de este ensayo se han utilizado para el control de compactación de terraplenes y otras estructuras de suelo.

Este método de ensayo no es tan preciso como otros, por ejemplo, el descrito en la norma INV E-122. **Ver Anexo B**

Fotografía 2. Ensayos para determinar densidad y humedad de suelos.



2.1.3 ASENTAMIENTO DEL CONCRETO (SLUMP)

I.N.V. E – 404 – 07

Esta norma tiene por objeto establecer el método de ensayo para determinar el asentamiento del concreto en las obras y en el laboratorio.

Este ensayo no es aplicable cuando el concreto contiene una cantidad apreciable de agregado grueso de tamaño mayor a 37.5 mm (1½") o cuando el concreto no es plástico o cohesivo. Si el agregado grueso es superior a 37.5 mm (1½"), el concreto deberá tamizarse con el tamiz de este tamaño según la norma INV E – 401 "Muestras de Concreto Fresco".

Concretos que presenten asentamientos menores a 15mm (1/2") pueden no ser adecuadamente plásticos y concretos que presenten asentamientos mayores a 230mm (9") pueden no ser adecuadamente cohesivos para que este ensayo tenga significado. Se debe tener precaución en la interpretación de estos resultados.

Esta norma no pretende considerar los problemas de seguridad asociados con su uso. Es responsabilidad de quien emplee esta norma el establecer prácticas apropiadas de seguridad y salubridad y el determinar la aplicabilidad de limitaciones regulatorias antes de su empleo.

Una vez realizado el ensayo de asentamiento se procede como se muestra en la fotografía 3 a la toma de muestras cilíndricas para realizar ensayos de tracción y compresión en el laboratorio. Es responsabilidad del encargado supervisar que el ensayo se realice de acuerdo a lo establecido en la norma para determinar las condiciones en las que se encuentra el concreto. De este análisis depende el proceso general del vertido del concreto, el encargado está en la autoridad de no recibir la mezcla de concreto cuando esta no cumple con las condiciones solicitadas. **Ver Anexo C.**

Fotografía 3. Ensayo de asentamiento y toma de muestras de concreto.



2.2 ALCANTARILLADO.

Las obras transversales se ejecutaron de acuerdo a los siguientes requisitos de funcionamiento: manejo de caudal, disposición de cauce, contención de laderas y trazabilidad de flujo, se hace necesario realizar un diseño acorde a los requisitos previamente mencionados para establecer el predimensionamiento de la estructura teniendo en cuenta también aspectos normativos, en casos donde el manejo de caudal resulto muy difícil se optó por la implementación de obras complementarias (disipadores o canales) que garanticen la entrega de caudal al cauce natural, este tipo de obras pueden ubicarse aguas arriba o aguas abajo dependiendo de los máximos y mínimos de caudal según registro histórico, estas estructuras cumplen otra función importante que es retener material de arrastre que pueda obstruir la entrada de la alcantarilla y disminuir la velocidad de caudal para evitar socavaciones e infiltraciones que generen posibles deslizamientos.

Los diseños que aseguran una mayor durabilidad de la carretera se refieren a dos grandes tipos de obras hidráulicas: Las obras transversales, son aquellas que permiten que el agua cruce la vía bajo la carpeta de rodadura y que entregan el caudal, ladera abajo (las más comunes son las alcantarillas circulares y box Culvert). Las obras longitudinales, conformadas por canales y cunetas de sección triangular o rectangular que conducen el agua, en forma paralela al desarrollo del trazado, hasta entregarlas en el inicio de una obra transversal.

Las obras de drenaje superficial propuestas para el proyecto en mención son las cunetas y alcantarillas, que servirán para recoger las aguas procedentes de las partes altas de las laderas o los taludes de corte (denominado comúnmente zanja de coronación), con el fin de evitar la erosión superficial y la infiltración y/o saturación en los taludes.

El diseño de la alcantarilla consiste en establecer una sección transversal óptima, suficiente para evacuar un caudal asociado a un período de retorno establecido y que además asegure que no se generen velocidades menores a las mínimas o mayores a las máximas admisibles.

Ver Anexo D

Las alcantarillas se proyectan en los cruces de corrientes, para desaguar pocetas o cajas colectoras de cunetas, filtros o zanjas de coronación, en los puntos bajos cuando el drenaje confluye hacia la vía y en los terraplenes proyectados en planicies inundables para permitir el paso de las aguas, evitando que el terraplén actúe como dique.

Con respecto al eje de la vía, las alcantarillas pueden ser preferiblemente normales, aunque pueden presentar un ángulo de sesgo o esviaje cuando se trata de cruces de corrientes en los cuales se conserva la dirección del drenaje natural o corriente.

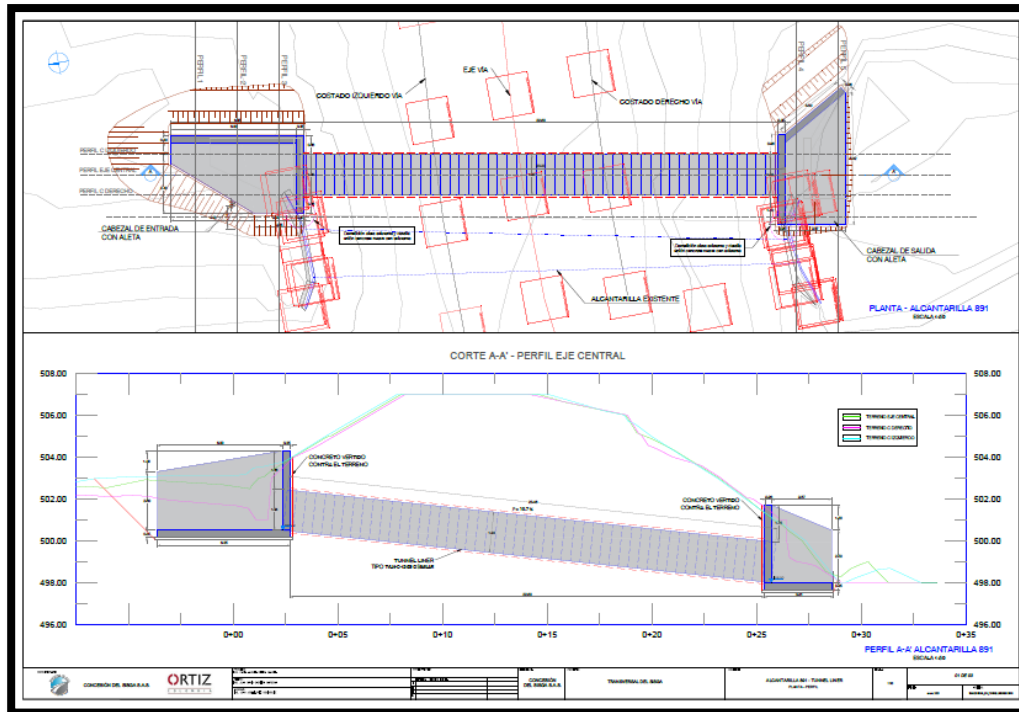
En los casos en que no se puede mantener el patrón de drenaje natural o resulte muy larga la estructura, es necesario proyectar la alcantarilla al eje de la vía o con un menor sesgo y construir las obras adicionales necesarias, tales como canales, que aseguren la entrega y la continuidad de la corriente intersecada por la vía.

La construcción de las alcantarillas se desarrolló en la Unidad Funcional 4 donde muchas de estas obras hacían falta o presentaban condiciones que obligaban a reemplazarlas por estructuras nuevas o adecuarlas, de acuerdo a las demandas o necesidades presentadas con la construcción de la nueva vía, como se puede observar en la figura 8.

Dentro del proceso constructivo donde se tienen que intervenir predios privados, lo que se realiza inicialmente es contar con el permiso por escrito o la autorización del propietario para poder iniciar las respectivas obras que se diseñaron con el fin de garantizar la estabilidad del terreno y la seguridad de la vía, ya sea aguas arriba o aguas abajo con el fin de brindar un manejo adecuado al caudal aportado por la cuenca, es conveniente contar con la autorización para no tener retrasos o complicaciones a causa de impedimentos por parte de los propietarios, generalmente por falta de cumplimiento en los acuerdos a los que se llegaron.

Es importante verificar antes de iniciar con la ejecución de la obra que los diseños y medidas establecidas en los planos sean coherentes y sean acordes con las condiciones que se presentan en campo, para esto se solicitan la inspección y visita en campo por parte del ingeniero residente por parte del grupo Ortiz y se valida la información.

Figura 8. Detalle completo de alcantarilla construida.



Fuente: Grupo Ortiz.

Los planos nos permiten realizar un esquema de trabajo, asignando responsables y colaboradores, estableciendo tiempos de entrega y tiempos de finalización de cada actividad, se programa la respectiva comisión de topografía para garantizar el correcto avance de obra, se realiza la solicitud para entrega de material con 5 días de anticipación (acero, material de relleno, formaleta y concreto).

Dentro de las posibles actividades en la construcción de alcantarillas podemos encontrar demolición de estructuras existentes que requieren ser reemplazadas por no cumplir con las condones mínimas deservicio, esta demolición se realiza con personal capacitado y con la seguridad necesaria para realizar el trabajo de acuerdo a las instrucciones impartidas por el personal SST encargado, otra actividad adicional son los anclajes, pues muchas de las veces se requiere de un sistema de empotramiento o anclaje entre estructuras adyacentes que garanticen la calidad de todos los elementos, estos anclajes se realizan a 15cm de profundidad con un diámetro de 5/8" que permita fijar acero de 1/2", estos anclajes se realizan con la

aplicación de Sikadur AnchorFix-4, este es un adhesivo de dos componentes de gran adherencia y resistencia mecánica para anclaje de pernos y barras corrugadas.

Se procede con el replanteo y marcación de puntos por parte de la comisión de topografía asignada, la cual establece límites prediales, puntos de excavación, niveles de solado, alturas de acabado de la estructura en cuanto a zarpas y vástagos, pendiente de taludes, puntos de inclinación de zarpas para desagüe, entre otros.

Fotografía 4. Excavación mecánica para construcción de alcantarilla.



Finalizando la excavación como se muestra en la fotografía 4, se procede con el corte y figurado de acero según la cartilla de aceros entregada por el contratista (Grupo Ortiz y EPC), y según el despiece se procede con la instalación del acero en campo y la instalación de formaleta, en algunos de los casos la estructura no cuenta con un diseño particular y obedece a las condiciones existentes en campo por lo que se procede con el diseño típico, en este caso es responsabilidad del inspector o encargado realizar el despiece de la estructura para la construcción de esta.

Figura 9. Despieces de alcantarillas construidas.

CANTIDADES DE ACERO ALCANTARILLA N° 843 (ENCOLE), K38+432								
POSICIÓN	FIGURA	BARRA NÚMERO	DIÁMETRO	CANTIDAD	LONGITUD (m)	LONGITUD TOTAL (m)	PESO (Kg/m)	PESO TOTAL (Kg)
ZARPA		5	5/8"	19	1,70	32,30	1,552	50,13
		5	5/8"	19	1,70	32,30	1,552	50,13
VASTAGO		5	5/8"	19	1,70	32,30	1,552	50,13
		5	5/8"	19	1,60	30,40	1,552	47,18
		5	5/8"	20	2,85	57,00	1,552	88,46
		5	5/8"	20	2,75	55,00	1,552	85,36
		5	5/8"	6	1,67	10,02	1,552	15,55
		5	5/8"	6	1,67	10,02	1,552	15,55
		5	5/8"	4	3,25	13,00	1,552	20,18
		5	5/8"	4	3,15	12,60	1,552	19,56
VASTAGO		4	1/2"	6	5,20	31,20	0,994	31,01
		4	1/2"	6	5,10	30,60	0,994	30,42
		4	1/2"	8	2,30	18,40	0,994	18,29
		4	1/2"	8	2,40	19,20	0,994	19,08
		4	1/2"	8	2,80	22,40	0,994	22,27
		4	1/2"	8	2,90	23,20	0,994	23,06
		4	1/2"	5	3,96	19,80	0,994	19,68
		4	1/2"	5	4,10	20,50	0,994	20,38
		4	1/2"	3	1,90	5,70	0,994	5,67
		4	1/2"	3	1,90	5,70	0,994	5,67
ZARPA		4	1/2"	8	4,40	35,20	0,994	34,99
		4	1/2"	8	4,40	35,20	0,994	34,99
DENTELLON		4	1/2"	6	4,40	26,40	0,994	26,24
		4	1/2"	19	1,25	23,75	0,994	23,61
						602,19		757,57

TOTALES ENCOLE					
N° BARRA	LONGITUD (m)	PESO (Kg)		SEPARADORE S (m)	TOTAL VARILLAS
# 4	317,25	0,994	315,35	9,52	54
# 5	284,94	1,552	442,23		47

El concepto técnico para la instalación, corte y figurado de acero, consiste básicamente en que el acero N°5 siempre va a estar ubicado de forma vertical o en zonas donde la estructura

va a estar más expuesta a esfuerzos o asentamientos provocados por la aplicación de cargas, este refuerzo se instala de forma que los dos elementos (zarpa y vástago), queden completamente unidos para que las secciones no trabajen de forma independiente y posteriormente evitar problemas por presencia de fisuras, agrietamientos o posibles volcamientos. El acero N°4 se instala en sentido horizontal como refuerzo de tracción y temperatura como se muestra en la fotografía 5 y se puede observar a detalle el despiece contenido dentro de la figura 9.

Fotografía 5. Instalación de acero en alcantarillas.



El concreto que se utiliza para este de tipo de obras es un concreto de 4000PSI o 28MPa, es un concreto premezclado que cuenta con las normas de calidad requeridas para garantizar la vida útil de la estructura, se toman las muestras de concreto, se realiza la prueba de asentamiento o Slump y se procede con la fundida del elemento.

Dentro del proceso constructivo se funde inicialmente la zarpa y luego las aletas y cabezote esto por facilidad constructiva y rendimiento como se muestra en la fotografía 6, es recomendable que al fundir la zarpa se deje el arranque de los vastagos con el fin de evitar puentes de adherencia en los nodos estructurales y posibles grietas en el concreto, en caso de que se presente esta condicion es necesario aplicar (Sikadur -32 Primer), este es un adhesivo epoxico que garantiza la pega entre concreto fresco y concreto endurecido, ofrece la ventaja de sellar juntas con altas resitencias mecanicas.

Fotografía 6. Vertido y vibrado de concreto en alcantarillas.



Para el vertido del concreto se hacía necesario el uso de tubería o canales que hicieran llegar la mezcla de concreto hasta el elemento que se quería fundir, una función importante de estos era evitar la segregación del concreto cuando este se encontraba a una altura significativa y disminuir el porcentaje de pérdidas

Fotografía 7. Obra terminada - alcantarillas.



2.3 CUNETAS.

En cortes de la vía, el drenaje aferente será manejado por medio de cunetas. Estas cunetas recogerán el agua de los taludes cortados aferentes a las vías y la propia escorrentía superficial de las calzadas que desaguarán a las corrientes de agua cercanas, a cajas o a cabezales de inicio de las alcantarillas.

Desde el punto de vista práctico constructivo y teniendo en cuenta la topografía del terreno en donde existen cortes en las laderas para el desarrollo de la vía se ha definido un tipo de sección de cuneta revestida en concreto, la cual está en capacidad de transportar adecuadamente los caudales máximos aferentes. Estas cunetas se deberán diseñar desde el punto de vista estructural para que resista cargas del tráfico, ya que a pesar de que la vía tiene proyectadas bermas, es probable que en curvas o en algunas ocasiones con automóviles estacionados la cuneta reciba cargas vehiculares.

Un aspecto importante de la construcción de cunetas es la condición de confinamiento que le aportan a la estructura de pavimento, evitando zonas de socavación, deterioro de las capas inferiores a la superficie de rodadura y erosión de taludes o laderas. Las cunetas se construyen con los siguientes fines: reducir costos de mantenimiento por pérdida de banca u obstrucción de la vía por mal manejo de aguas de escorrentía, aumentar la vida útil de la estructura de pavimento, aportar condiciones de estabilidad y confinamiento a la sección donde se va a implementar, aumentar el área de carril cuando los anchos de vía impidan la delimitación y construcción de bermas y finalmente mejorar las condiciones de seguridad y funcionamiento de la vía. **Ver Anexo E.**

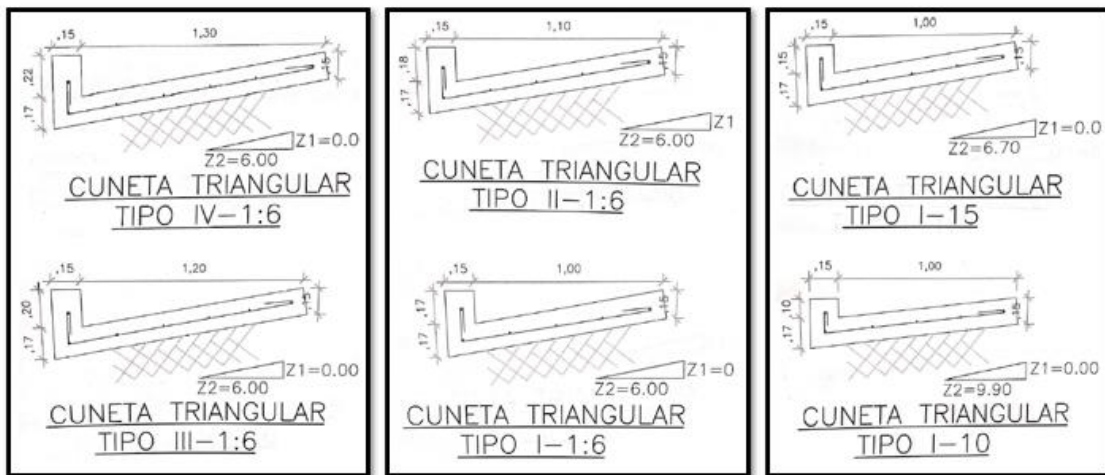
En los casos en que se prevé la circulación de vehículos sobre la cuneta, como es el paso sobre cunetas en curvas o en posibles cruces o entradas a predios, la cuneta deberá ser reforzada. Para el caso de berma-cunetas, la decisión de reforzarlas debe considerar también la existencia de sobreechamientos y las condiciones particulares de cada tramo de la vía que favorezcan su uso para circulación vial o estacionamiento.

Aproximadamente el 95% de todo el corredor Vial de la Transversal del Sisga cuenta con un ancho de vía no mayor a 7m para ambos carriles, esta condición hace que la sección de cuneta sirva como ampliación de vía para circulación de vehículos, por lo que se hace necesario que el concreto utilizado en la construcción de esta, sea un concreto reforzado o de mayor resistencia, esta condición se garantiza mediante el uso de microfibras sintéticas estructurales para el

refuerzo de hormigones, MPH FIBER PLUS las cuales, gracias a los tratamientos físico-químicos en su proceso de fabricación, la adherencia entre fibra-hormigón es óptima, incrementando la absorción de energía e incrementando de resistencia a tracción. **Ver Anexo F**

Para el proyecto se implementó un único modelo de cuneta el triangular, donde el ancho mínimo de esta es de 1m y máximo de 1,30m a partir de borde de calzada y se confina con un bordillo que tiene las siguientes características; ancho de 15cm y su altura varía entre 10 a 22cm, según condiciones hidráulicas de la zona, como se muestra en la figura 10.

Figura 10. Diseño típico de cuneta empleado en la Transversal del Sisga.



Fuente: Grupo Ortiz.

Estas condiciones no aplican cuando la topografía del terreno presenta pérdida de banca o el perfilamiento del talud no lo permite por deslizamientos o desprendimiento de material. Varios tramos asignados tuvieron que ser construidos bajo estas limitaciones, donde el ancho mínimo de la placa de concreto o del bordillo de la cuneta tenía que ser menor al valor mínimo permitido, como se muestra en la figura 11.

Un caso particular se presentó en la entrada del Túnel las Juntas, donde se tenía que hacer un perfilado de talud en roca, se requiera definir el tratamiento del talud el cual presentaba un ángulo de aproximadamente 90° con la rasante de la vía, no existe diseño del talud debido a su altura, por lo que no es posible realizar un perfilado que garantice el ancho mínimo de cuneta,

además el corte podía generar inestabilidad. Se debió construir esta cuneta con el ancho disponible entre el talud y el borde de vía, procurando un ancho mínimo de 0.70m, la pendiente transversal máxima permitida 1V:6H, igualmente se puede reducir el ancho del bordillo a 0.10m.

Figura 11. Tramos de cuenta asignados con particularidades de diseño.

Km Inicial	Km Final	Long POR	CODIGO	COSTA DO	Responsable	Grupo	Cuadrilla	Estado	CONTRATISTA Y/O OBSERVACION	Recorrido 4 de julio
K1+691	K1+716	25	0104N	Der	Ortiz	Cuadrilla Ingem	Ingem	Terminada	Falta por construir (se hizo el muro falta solo fundir la cuneta)	
K2+676	K2+732	56	C-173	Der	Ortiz	Cuadrilla N.G	INGEM	Asignada (no se ha iniciado)	Falta por construir (AMPLIACION CURVA K 2+500)	Muro Piedra Pegada
K2+732	K2+745	13	SI-5	Der	Ortiz	Cuadrilla N.G	INGEM	Asignada (no se ha iniciado)	Falta por construir (AMPLIACION CURVA K 2+500)	Revisar Alcantarilla forma de entrega
K3+742	K3+810	68	C-170	Der	Ortiz	Cuadrilla Ingem	Ingem	Terminada	Falta por construir, requiere piedra pegada en el descole	
K3+810	K3+860	50	C-170B	Der	EPC	TECNICO	Ingem	Terminada	La banca existente no es suficiente para soporte cuneta y requiere estabilizacion.	EPC disminuye ancho de cuneta a las condiciones maximas de la estructura actual, la entrega se realizará a la via de acceso a Zodme somondoco, dado que no hay estructura hidraulica
K4+455	K4+506	51	0402N	Der	EPC	TECNICO	Ingem	Asignada (no se ha iniciado)	La banca existente no es suficiente para soporte cuneta y requiere estabilizacion.	Exiten Arboles de gran diametro y Altura , además cerramiento de predio y falta de soporte, EPC llevará a interventoria la propuesta de dejar esta cuneta de 60 cm, bordillo y defensa
K5+842	K5+852	10	0502N	Der	Ortiz	Cuadrilla Ingem	Ingem	Asignada (no se ha iniciado)	Falta construir Realce alc 45 y 10 mts. de cuneta	
K7+043	K7+084	41	C-134B	Der	EPC	SOCIAL	Ingem	Asignada (no se ha iniciado)	Falta por construir, no hay un acuerdo con el propietario requiere acompañamiento social.	Se soluciono ayer, se talaron los árboles hoy 4 de julio
K7+043	K7+084	41	C-134B	Der	EPC	SOCIAL	Ingem	Asignada (no se ha iniciado)	Falta por construir, no hay un acuerdo con el propietario requiere acompañamiento social.	Se soluciono ayer, se talaron los árboles hoy 4 de julio
K7+639	K7+740	101	C-132 A	Izq	EPC	TECNICO	Ingem	Terminada	Perfilado de talud en roca, se generó diseño por Ortiz, en proceso de conciliar presupuesto con EPC con cargo a Muro Vial	Debido a la altura del talud, no es posible realizar un perfilado que garantice el ancho, se propone dejar cuneta triangular de 65cm mas bordillo. EPC revisará área de Aferencia
K7+740	K7+795	55	C-131	Izq	EPC	TECNICO	Ingem	Terminada	Perfilado de talud en roca, se generó diseño por Ortiz, en proceso de conciliar presupuesto con EPC con cargo a Muro Vial	Debido a la altura del talud, no es posible realizar un perfilado que garantice el ancho, se propone dejar cuneta triangular de 65cm mas bordillo. EPC revisará área de Aferencia
K8+300	K8+362	62	C-8	Izq	EPC	TECNICO	Ingem	Terminada	Entrada Tunel Juntas, Perfilado de talud en roca, se requiere definir el tratamiento del talud la roca presenta un angulo de aprox 90° con la rasante de la vía. No existe diseño de este talud	Debido a la altura del talud, no es posible realizar un perfilado que garantice el ancho, el corte puede generar inestabilidad. EPC revisará área de Aferencia y la posibilidad de reducir ancho, se debera posiblemente presentar con aumento capacidad hidraulica mediante tubería bajo cuneta

El procedimiento constructivo parte de la excavación y conformación del terreno, la profundidad de excavación de acuerdo al nivel de la rasante el cual es el punto de referencia, era de aproximadamente 50cm para la construcción de la cuneta, donde se debe garantizar un mejoramiento del suelo, instalando material granular procedente de cantera que cuenta con las especificaciones solicitadas, el espesor debe ser mínimo 20cm y la densidad debe ser mayor al 98% de la densidad requerida para garantizar niveles óptimos de compactación.

Es importante llevar una inspección controlada del proceso de excavación con el fin de no afectar sistemas de acueducto o alcantarillado existentes, también es necesario verificar que esta profundidad no debe ser mayor cuando se realiza por el costado izquierdo de la Vía, pues en este se encuentran instalados los micro conductos para el tendido de fibra óptica que componen el sistema de alarma y telefonía del proyecto.

Fotografía 8. Excavación manual y mecánica para construcción de cuneta.



Se hace el respectivo replanteo y nivelación del terreno con el material de relleno y proceso de compactación como se muestra en la fotografía 8, a este conjunto de actividades se le conoce como alistado de pista, finalizado este proceso se programan las pruebas de laboratorio para determinar la densidad y la humedad del suelo, y que cumpla con los valores mínimos permisibles. Es importante que el tramo alistado o “pista”, presente condiciones de uniformidad en cuanto al nivelado, conformación de pendientes y porcentaje de compactación.

Fotografía 9. Alistado de pista e instalación de formaleta.



En el corte de asfalto es necesario la marcación de puntos por parte de la topografía para garantizar que el ancho mínimo de carril no será afectado, el corte tiene una profundidad

mínima de 15cm, el mismo espesor que tiene la placa de concreto, razón por la cual se hace a esta profundidad, luego de haberse realizado el corte, se procede a la recolección de escombros como se muestra en la fotografía 10, la disposición final de estos escombros se realiza en el ZODME (Zona de Manejo de Escombros y Material de Excavación); estos lugares presentan características especiales evitando que el material genere impactos ambientales negativos o problemas de contaminación.

Fotografía 10. Corte de asfalto y recolección de escombros.



Se procede con la instalación de la formaleta, esta debe estar completamente lubricada para evitar adherencia entre el concreto y la formaleta, para que al momento de desencofrar o retirar la formaleta, se garantice una superficie bien acabada y lisa.

El concreto para cunetas es un concreto de 3000Psi o 21MPa con fibra la cual se mencionó anteriormente, el rendimiento de este concreto es de aproximadamente 6ml por cada m³ de concreto, lo cual es un factor importante con el avance de la obra y la construcción de las cuentas. Para el descargue del concreto se hace la señalización del tramo a fundir y el respectivo control de tráfico, posterior al vertido se realiza el vibrado de concreto para eliminar los vacíos contenidos dentro de la mezcla y evitar la formación de poros, procesos que se evidencia en la fotografía 11.

Fotografía 11. Vertido y vibrado de concreto en cunetas.



Un concreto escobado aporta condiciones de adherencia entre la superficie del concreto y la rueda del vehículo, el escobado se realiza poco después de finalizada la etapa de fraguado del concreto, para evitar la aparición de fisuras o grietas se aplica Antisol Blanco, este es una emulsión acuosa de parafina que forma al aplicarse sobre el concreto una película impermeable que evita la pérdida prematura de humedad, para garantizar un completo curado del concreto.

Fotografía 12. Acabado y obra terminada de cunetas.



Finalmente, lo que se realiza son las dilataciones espaciadas cada 2,75m según especificaciones impartidas y según el comportamiento mecánico del concreto para evitar grietas o fisuras en la placa de la cuneta. Estas dilataciones tiene una profundidad de mínimo 7cm para el sello de estas juntas se utiliza Yumbolon, este es una espuma de polietileno que funciona como aislante y relleno de juntas de dilatación en un sistema de paneles y elementos prefabricados, sirve como base de apoyo antes de la aplicación de masillas sellantes, el producto como sellante es el SikaFlex el cual es una masilla elástica sellante y adhesiva, con proceso de curado en presencia de humedad, se usa para el sello de juntas entre las placas de concreto, previamente dilatadas.

2.4 MANEJO DE SITIOS INESTABLES

En las actividades realizadas como ingeniero residente una de las más completas fue el manejo de sitios inestables mediante la construcción de obras de drenaje, el manejo se realizó en 10 puntos diferentes donde se hacía necesario realizar un control del caudal proveniente aguas arriba de cada alcantarilla, este proceso se realizó en la Unidad Funcional 2 del proyecto. Cada obra tenía los ítems o actividades a realizar, con la respectiva descripción y volúmenes y cantidades aproximadas para su construcción. En la figura 12 se muestra el listado general.

Figura 12. Manejo de Sitios Inestables, Unidad Funcional 2.

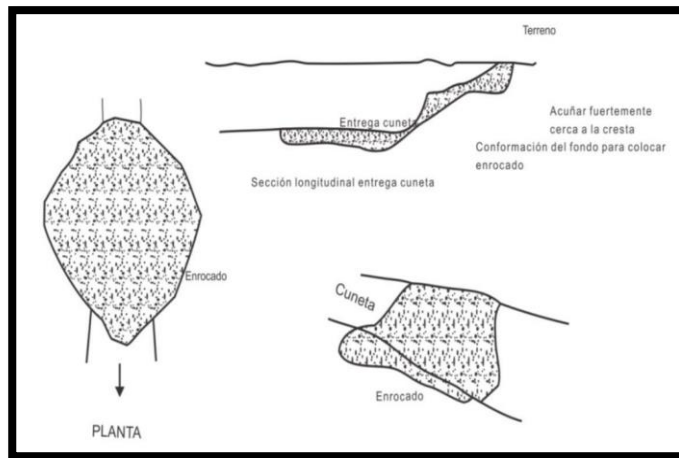
UNIDAD FUNCIONAL 2 OTROS I NO. 2			
✓	SI-02: PROTECCION CON PIEDRA PEGADA TERMINACION CANAL SALIDA DE LAS ALC 427 Y 428		
EST-045	X EXCAVACIONES VARIAS SIN CLASIFICAR	M ³	1.77
EST-091	X PIEDRA PEGADA (Todo Costo)	M2	22.00
✓	SI-04: CONSTRUCCION ZANJA DE CORONACION, MARGEN DERECHA ACCESO FINCA. CANAL TRAPEZOIDAL DE ANCHO 30 CM Y ALTURA 25 CM		
EST-045	X EXCAVACIONES VARIAS SIN CLASIFICAR	M ³	5.51
EST-043RP	X CONCRETO 21 MPA PARA DISIPADORES (Mano de obra)	M ³	4.76
EST-013	X ACERO DE REFUERZO 60.000 PSI (Mano de Obra)	Kg	278.91
✓	SI-05: CONSTRUCCION CANAL DE SALIDA DE LA ALC 17 Y LA PROTECCION EN PIEDRA PEGADA. CANAL TRAPEZOIDAL DE ANCHO 50 CM Y ALTURA 50 CM		
EST-045	X EXCAVACIONES VARIAS SIN CLASIFICAR	M ³	21.00
EST-043RP	X CONCRETO 21 MPA PARA DISIPADORES (Mano de obra)	M ³	2.65
EST-013	X ACERO DE REFUERZO 60.000 PSI (Mano de Obra)	Kg	168.49
EST-091	X PIEDRA PEGADA SALIDA ALC 17 (Todo Costo)	M2	5.50
✓	SI-06: PROTECCION DE ZANJA DE CORONACION CON GEOMEMBRANA DE 20 MILLS Y SACOS DE SUELO CEMENTO Y LA SALIDA DE LA ALC 18 CON UN CANAL TRAPEZOIDAL DE ANCHO 30 CM Y ALTURA 25 CM		
EST-045	X EXCAVACIONES VARIAS SIN CLASIFICAR	M ³	3.65
EST-043RP	X CONCRETO 21 MPA PARA DISIPADORES (Mano de obra)	M ³	1.60
EST-013	X ACERO DE REFUERZO 60.000 PSI (Mano de Obra)	Kg	98.49
EST-092	X SACOS DE SUELO CEMENTO, no incluye bio bolsa	M3	12.96
EST-221RP	X GEOMEMBRANA DE 20 MILLS (Mano de Obra)	M2	81.00
✓	SI-07: INSTALACION GEODREN VIAL EN EL TRASDOS DEL MURO MARGEN IZQUIERDA Y CANAL SALIDA ALC 22. CANAL TRAPEZOIDAL DE ANCHO 30 CM Y ALTURA 25 CM		
EST-045	X EXCAVACIONES VARIAS SIN CLASIFICAR	M ³	21.42
EST-045	X EXCAVACIONES VARIAS SIN CLASIFICAR	M ³	4.00
EST-043RP	X CONCRETO 21 MPA PARA DISIPADORES (Mano de obra)	M ³	3.60
EST-013	X ACERO DE REFUERZO 60.000 PSI (Mano de Obra)	Kg	137.00
EST-045	X EXCAVACIONES VARIAS SIN CLASIFICAR	M ³	230.00
EST-094	X GEODREN H= 1.00 M. D=100MM (Mano de obra)	m	158.00
EST-095	X GEODREN PLANAR H= 1 M. (Mano de obra)	m	117.00
✓	SI-08: DISIPADOR ALC 25. Escalonado		
EST-045	X EXCAVACIONES VARIAS SIN CLASIFICAR	M ³	11.79
EST-012	X CONCRETO 14 MPA PARA SOLADO (Todo Costo)	M ³	1.20
EST-043RP	X CONCRETO 21 MPA PARA DISIPADORES (Mano de obra)	M ³	19.24
EST-013	X ACERO DE REFUERZO 60.000 PSI (Mano de Obra)	Kg	651.66
✓	SI-08: CANAL TRAPEZOIDAL SAL ALC 26, PROTECCION PIEDRA PEGADA ALC 26		
EST-045	X EXCAVACIONES VARIAS SIN CLASIFICAR	M ³	8.19
EST-043RP	X CONCRETO 21 MPA PARA DISIPADORES (Mano de obra)	M ³	1.42
EST-013	X ACERO DE REFUERZO 60.000 PSI (Mano de Obra)	Kg	104.00
EST-091	X PIEDRA PEGADA PARTE FINAL CANAL (Todo Costo)	M2	13.00
✓	SI-09: CANAL SALIDA DE LA ALC 27 Y PROTECCION PIEDRA PEGADA <i>i=0.0m</i>		
EST-045	X EXCAVACIONES VARIAS SIN CLASIFICAR	M ³	29.99
EST-043RP	X CONCRETO 21 MPA PARA DISIPADORES (Mano de obra)	M ³	10.80
EST-013	X ACERO DE REFUERZO 60.000 PSI (Mano de Obra)	Kg	441.56
EST-091	X PIEDRA PEGADA PARTE FINAL CANAL (Todo Costo)	M2	10.00
✓	ALC 24 DISIPADOR ESCALONADO		
EST-045	X EXCAVACIONES VARIAS SIN CLASIFICAR	M ³	11.79
EST-012	X CONCRETO 14 MPA PARA SOLADO (Todo Costo)	M ³	1.19
EST-043RP	X CONCRETO 21 MPA PARA DISIPADORES (Mano de obra)	M ³	19.24
EST-013	X ACERO DE REFUERZO 60.000 PSI (Mano de Obra)	Kg	651.66
EST-091	X PIEDRA PEGADA PARTE FINAL CANAL (Todo Costo)	M2	1.30
✓	ALC 60 DISIPADOR ESCALONADO		
EST-045	X EXCAVACIONES VARIAS SIN CLASIFICAR	M ³	8.26
EST-012	X CONCRETO 14 MPA PARA SOLADO (Todo Costo)	M ³	1.19
EST-043RP	X CONCRETO 21 MPA PARA DISIPADORES (Mano de obra)	M ³	14.80
EST-013	X ACERO DE REFUERZO 60.000 PSI (Mano de Obra)	Kg	501.28
EST-091	X PIEDRA PEGADA PARTE FINAL CANAL (Todo Costo)	M2	2.50

Dentro de las obras a ejecutar podemos encontrar la construcción de disipadores escalonados, empedrados, zanjas de coronación, canales rápidos e instalación de Geodrén vial, estas actividades se describirán y se mostrarán en la siguiente sección.

2.4.1 PROTECCIONES: EMPEDRADOS.

De no ser posible desaguar la cuneta en una corriente, el flujo que viene concentrado por la cuneta se debe distribuir y entregar al terreno natural gradualmente mediante superficies tales como empedrados o rip-rap, como se muestra en la figura 13.

Figura 13. Empedrado entregando cuneta o canal a terreno natural.

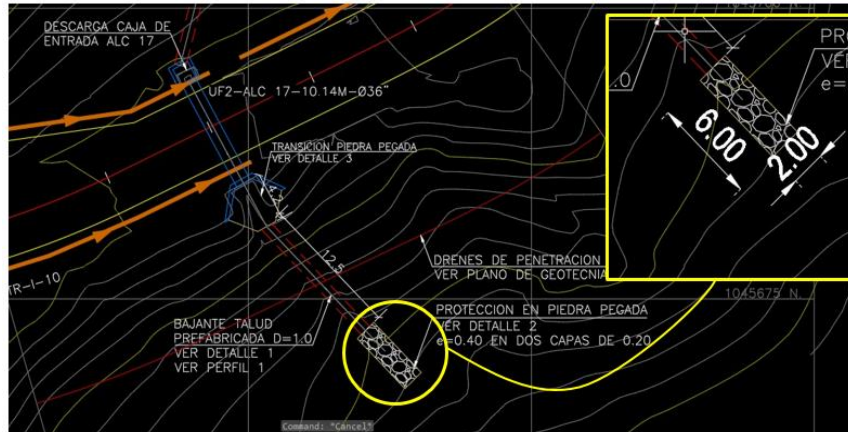


Fuente: Manual de drenaje de carreteras, 2009

“Los empedrados o protecciones en piedra pegada forman parte de un proceso general de manejo de aguas, el caudal aportado por la cuenca es captado y conducido aguas arriba por estructuras como zanjas de coronación, filtros, cunetas y alcantarillas. La función principal del empedrado es reducir la velocidad del caudal evitando problemas de socavación, resaltos hidráulicos o filtraciones, y que la entrega de este no se realice en zonas inestables que puedan provocar deslizamientos que afecte principalmente a la comunidad ubicada aguas abajo”. (Echeverry, Lizcano, 2009.)

Los empedrados se realizaron en la Unidad Funcional 2 donde se hizo el manejo a 10 sitios inestables, dentro de los cuales podemos encontrar la construcción de 2 zanjas de coronación, 3 canales trapezoidales y 3 disipadores escalonados.

Figura 14. Detalle de sección para protección en piedra pegada.



Fuente: Grupo Ortiz.

La función principal de los empedrados es reducir la velocidad del caudal en los puntos de entrega, con el fin de no afectar predios o construcciones de propietarios que se encuentren ubicadas aguas abajo del punto de entrega, por problemas de filtración, socavación, deslizamientos, entre otros; como se muestra en la fotografía 13. La protección en piedra pegada se realiza con un espesor de 30cm y una sección que varía de acuerdo a las condiciones de manejo hidráulico, comúnmente se utiliza la piedra rajón por su resistencia a la abrasión y erosión, esta se ubica de forma sobresaliente cuando el caudal aportado o la pendiente del terreno son considerables.

Fotografía 13. Construcción de empedrados UF2.



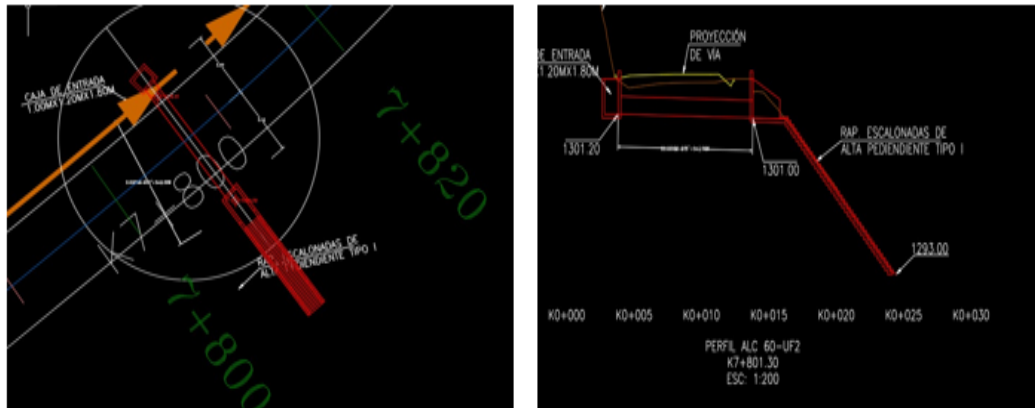
2.4.2 ESTRUCTURAS DE CAÍDA ESCALONADAS

Son estructuras que recogen las aguas de las zanjas de coronación que no se pueden entregar a corrientes naturales o de cunetas de terraplén y las conducen hacia la parte inferior del talud; Su diseño se realiza como el de una rápida lisa o escalonada y, generalmente, requiere una obra de disipación de energía como se muestra en la figura 21.

Para las características topográficas del país, terreno montañoso con altas pendientes que requieren estructuras de caída escalonadas con flujo rasante, las cuales han sido analizadas para pendientes entre 5.7° y 55° , pues la formación total o parcial del resalto hidráulico para un flujo escalón a escalón implica pendientes suaves del terreno.

La función principal del predimensionamiento de los escalones es garantizar que más del 80% del flujo sea contenido por los muros perpendiculares a la línea de flujo, así como varía la longitud del escalón varía la altura el muro, en función del caudal. **Ver Anexo G.**

Figura 21: Diseño de rápida escalonada.



Fuente: Grupo Ortiz.

En el diseño hidráulico de las caídas escalonadas lo que se quiere es disipar la velocidad y energía del flujo, para esto se diseña la estructura con resaltos o choques hidráulicos provocados por los escalones y ampliando el área de la sección transversal del canal.

En algunas ocasiones cuando el terreno no presentaba condiciones favorables para la construcción, el concepto técnico partía de que la altura mínima del escalón es de 50cm y la

prolongación del muro sobre el siguiente escalón puede ser $L/2$, siendo L la medida de la huella o $L/3$ cuando $L > 50\text{cm}$.

Los disipadores escalonados que se ejecutaron se construyeron aguas abajo, tomando como punto de referencia la alcantarilla, para evitar desplazamientos por filtraciones o inestabilidad de la zona era necesario realizar anclajes de 15cm a partir de los cuales se empezaba a instalar todo el refuerzo.

Dentro de las actividades que se realizaban para su construcción podemos encontrar las siguientes: rocería y retiro de cercas, excavación y conformación de escalinatas en el terreno, instalación de solado de limpieza con concreto de 14MPa, corte, figurado e instalación de acero, encofrado, vertido y vibrado de concreto, desencofrado de la estructura y resanes

Fotografía 14. Excavación, solado de limpieza y anclajes, disipador escalonado.



Para la construcción de las rápidas o disipadores escalonados, se hace necesario realizar un manejo o desviación de caudal aguas arriba para evitar que el flujo de agua afectara el avance de obra. Se implemento acero de 60.000PSI - $\frac{1}{2}$ " para el refuerzo, de esta manera se garantiza la vida útil de la estructura y se aportan condiciones de seguridad para el respectivo manejo del sitio inestable.

El problema más recurrente para la construcción de estas obras eran los problemas de socavación provocados por el aumento de caudal debido a la construcción nuevas obras para el manejo de aguas y problemas de filtración que podían activar los deslizamientos y posibles fallas de talud.

Fotografía 15. Instalación de acero y formaleta, dissipador escalonado.



De acuerdo a un análisis de costos se decidió implementar para la construcción de los dissipadores escalonados formaleta de maderacomose muestra en la fotografía 16, debido a que las secciones eran muy variables y no se contaba con un diseño típico para dissipadores, por lo que resultaba mucho más rentable la compra de formaleta de madera que el alquiler o compra de formaleta metálica, una ventaja de la formaleta de madera era que se podía adecuar a las condiciones presentes en campo y con la lubricación adecuada de esta, se lograba dejar un buen acabado.

Fotografía 16. Vertido y vibrado de concreto, dissipador escalonado.



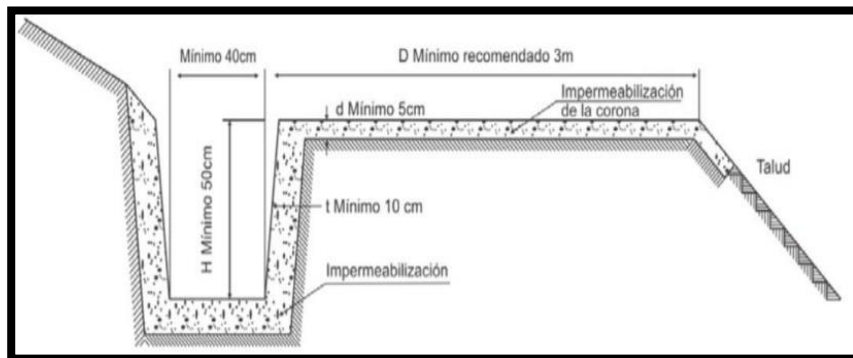
Fotografía 17. Obra terminada, dissipador escalonado.



2.4.3 ZANJAS DE CORONACIÓN.

Son zanjas interceptoras de la escorrentía en la parte alta del talud de corte o en proximidades de la base del terraplén. Se recomienda que las zanjas de coronación sean totalmente impermeabilizadas para evitar infiltraciones que puedan afectar el talud de la vía y que la impermeabilización se complemente con un correcto mantenimiento en el que, cuando menos cada dos años, se reparen las fisuras y las grietas que se presenten.

Figura 15. Detalle de zanja de coronación.



Fuente: Manual de drenaje de carreteras, 2009

“Las zanjas en el pie o base de los terraplenes captan las aguas que escurren hacia los terraplenes, protegiéndolos de la erosión, y captan también las aguas de la cuneta de terraplén. El recubrimiento de este tipo de zanjas se debe decidir en función de la velocidad del flujo y del tipo de suelo pues, como se ha mencionado, en suelos permeables las infiltraciones pueden llegar a desestabilizar los taludes”. (Echeverry, Lizcano, 2009).

“La separación mínima recomendada para las zanjas de coronación es de tres metros (3.0 m) desde el borde de la corona del talud, para evitar que se convierta en activadora de un deslizamiento en cortes recientes o en una nueva superficie de falla (movimiento regresivo) en deslizamientos activos; o se produzca la falla de la corona del talud o escarpe”. (Suarez, 2009, p.39)

Fotografía 18. Proceso constructivo, Zanja de Coronación.

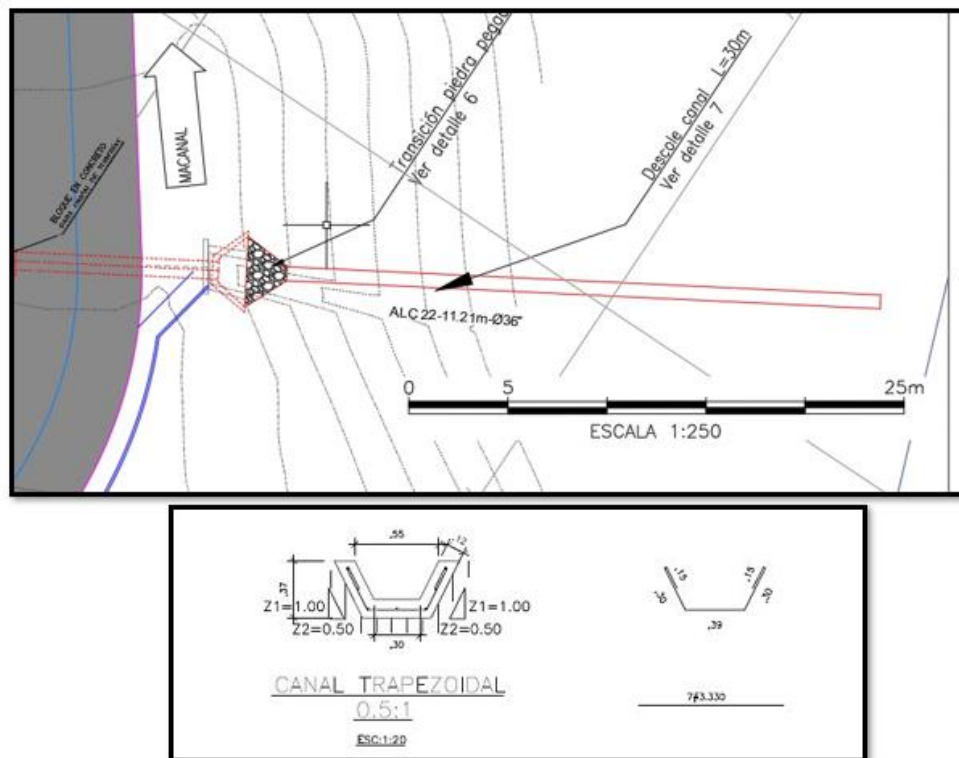


Un aspecto importante para la construcción de zanjas de coronación es el trasiego del concreto, el cual es un concreto premezclado que se debe instalar en el menor tiempo posibles evitando que este se dispare y pierda fluidez o trabajabilidad al momento de ser instalado.

2.4.4 CANAL RÁPIDO

El canal rápido se construye de tal manera que la pendiente sea igual a la pendiente del talud, y generalmente tiene la forma de un canal. Se recomienda colocar elementos con alta rugosidad o secciones alternas a lo largo del arroyo para generar un caudal amortiguado y minimizar la velocidad del agua. Debido a sus bajos costos económicos, este sistema es muy utilizado para guiar el agua recolectada. En un modelo de laboratorio hidráulico simple, el valor de rugosidad a utilizar se puede obtener de acuerdo con las características del flujo.

Figura 16. Detalle de Canal Rápido.



Fuente: Grupo Ortiz.

El diseño típico para el canal rápido obedece al detalle que se muestra en la figura 16, donde se muestra la sección trapezoidal y la figura del refuerzo, los elementos empleados para disipar la energía y la velocidad del flujo son empedrados al final del canal.

Fotografía 19. Proceso constructivo, Canal Rápido.



El acero de refuerzo implementado en la construcción de estos es de 60.000PSI como se muestra en la fotografía 19 y el concreto es de 21MPa. La condición para el vertido de concreto es evitar problemas de segregación por lo que se hace necesario la instalación de canales o tubería que permitan la colocación de la mezcla en el punto de fundida.

Según diseño hidráulico para la construcción de estos canales no se hizo necesario la implementación de pantallas deflectoras dentro de la estructura para disminuir la velocidad de flujo, teniendo en cuenta los costos y beneficios que implican al contratista, se optó por la construcción de empedrados al final del canal para que cumplieran esta función a igual que otro tipo de obras complementarias que podemos encontrar en el **Anexo H**.

2.4.5 SUBDRENAJE DE MUROS DE CONTENCIÓN.

Una de las principales causas de falla de los muros de contención es la inexistencia de un sistema de drenaje apropiado. La función principal de este sistema es minimizar los excesos de presión hidrostática en el plano de falla y en la pared del muro, debido a la filtración de agua subterránea y a la infiltración del agua lluvia. La clase de sistema depende del tipo de material de relleno, de la cantidad de lluvia y de las condiciones del agua subterránea. Podemos encontrar de acuerdo a estudios realizados las diferentes disposiciones, técnicas y mecanismos en el uso de subdrenajes. **Ver anexo I**

Fotografía 20. Actividades preliminares para instalación de Geodrén.



La excavación se realizó a 1.50m y 2,50m de profundidad respecto a nivel de acabado del muro, esta excavación se realizó de forma manual con el fin de evitar el incremento de esfuerzos y posible volcamiento del muro, debido a la colocación de una carga adicional generada por el peso de una máquina retroexcavadora que pudiese realizar la excavación en menor tiempo, se hace necesario entonces realizar un corte de talud con una pendiente de 45° para garantizar la estabilidad del terreno y la seguridad de los trabajadores.

Las dimensiones del Geodrén Vial corresponde a 1m de ancho y 30m de largo, cuando la sección del muro era mayor a esta, lo que se realizaba era instalar 1 o 2 secciones de Geodrén Planar, según la altura del muro, de forma que quedaran traslapados y cumplieran la condición de interceptación de agua y desagüe a través de la tubería, en toda la sección del muro.

Fotografía 21. Relleno con material granular, instalación de Geodrén.



2.4.6. REVESTIMIENTO DE GAVIONES

El revestimiento de gaviones es un proceso constructivo en el cual se le aportan condiciones de impermeabilidad y resistencia mecánica aportadas por el concreto, un caso particular donde se desarrolló esta actividad, obedece a un tramo de cuneta donde la entrega de esta se sitúa justo encima de muro gavión, por lo que se hace necesario realizar el proceso de instalación de formaleta y respectivo vertido y vibrado del concreto, garantizando que la disposición final del caudal aportado por la cuneta se haga dentro de la estructura, evitando problemas de socavación e inestabilidad de los taludes adyacentes.

Fotografía 22. Instalación de formaleta para revestimiento de gaviones.



2.5 MUROS DE CONTENCIÓN

La construcción de los Muros de contención ubicados en el K7+640 de la UF2, se realizan con la función principal de conformar la sección transversal de la vía y garantizar el ancho mínimo de calzada, en secciones críticas donde existe pérdida de banca.

Debido a la topografía del terreno montañoso existente en la zona, no es posible realizar un reperfilamiento del talud porque este no cuenta con un diseño que permita realizar un corte al terreno sin que se le imprima una condición de falla que provoque deslizamientos o caída de material rocoso y posibles accidentes.

De acuerdo a estudios y análisis realizados para determinar las posibles causas para que una estructura de contención falle, se plantean 3 aspectos.

Falla por volteo: Las fuerzas resultantes de la presión ejercida por la tierra, la sobre carga incluyendo cargas vivas y cargas muertas, y el empuje dinámico del material a contener, generan en la base del muro la aplicación de esfuerzos que trataran de hacer que la estructura gire alrededor de su eje central.

Falla por deslizamiento en la base del muro: las fuerzas de empuje hacen que el muro deslice sobre su base, si este no cuenta con una llave o dentellón que funcione como sistema de empotramiento y amarre de la estructura con el suelo.

Falla por capacidad de carga: la superficie de contacto entre la base del muro y el suelo recibe la transferencia de cargas verticales, las cuales se deben revisar por la carga última del suelo, estas cargas son las presiones máxima y mínima que ocurren debido a las cargas verticales en el sistema (Álzate & Guerra, 2011).

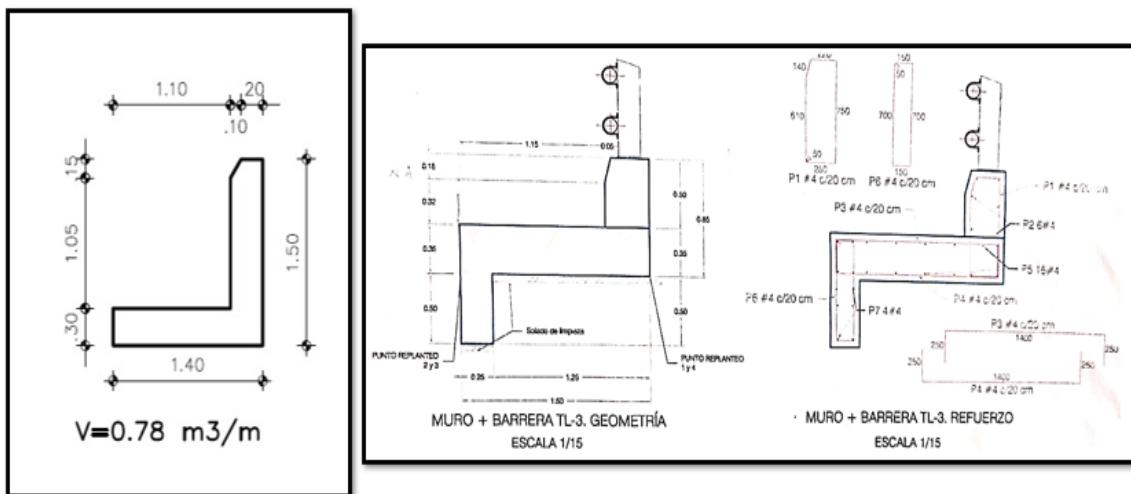
Se hace entonces necesario realizar el diseño y la construcción de tres muros en los puntos críticos debidamente señalizados y marcados, para salvaguardar la vida de los usuarios y cumplir con los requerimientos establecidos en el diseño geométrico de la vía y lo dispuesto por la normatividad legal vigente como se muestra en la figura 17. Se hace la clasificación de los diferentes muros de contención que se pueden emplear y por sus funciones se elige el más apropiado, **ver Anexo J**. Obteniendo como resultado la implementación de muros en voladizo con llave para empotramiento y sección de confinamiento para estructura de pavimento delimitada por barreras vehiculares ubicadas en la zona superior de vástago del muro. A continuación, se describe el diseño y procedimiento constructivo.

Para la construcción de estos muros se realiza la excavación a una profundidad donde se encuentre suelo firme, esta condición es sumamente necesaria pues de no ser así, es posible que, en el funcionamiento del muro, se presenten asentamientos y fallos en la estructura de contención, para esto se recomienda un estudio de suelos, analizando procesos geológicos y composición estructural del macizo rocoso donde se encuentran ubicados los muros.

Obteniendo los resultados del análisis de suelo se procede al diseño y construcción del muro, dentro del diseño se establece la prolongación y empotramiento de la zarpa por medio de una dentellón o llave, la cual se excava manualmente y mediante el uso de equipo de demolición, este se hace necesario al encontrarnos en un macizo rocoso, el dentellón o llave cuenta con una sección que garantiza el empotramiento y amarre de toda la estructura, pues al tratarse de zonas donde las condiciones del terreno son críticas, este cumple una función vital de evitar desplazamientos y de mejorar el comportamiento mecánico y estructural del muro.

En casos donde el área de construcción no contara con las dimensiones requeridas, era necesario la realización de recuperaciones y mejoramientos con el uso de concretos ciclópeos con amarres, estos elementos permitían la realización adecuada de las actividades posteriores y brindarían mayores niveles de seguridad ya sea para el personal que está trabajando como para la vida útil de la estructura.

Figura 17. Diseños definidos para Muros de Contención.



Fuente: Grupo Ortiz

La excavación mecánica se realiza de forma simultánea en los 3 muros para aumentar el rendimiento de la obra, cabe resaltar que este tramo de la vía presenta condiciones de sitio inestable y punto de riesgo como se muestra en la fotografía 23, por lo que la construcción de estos debe ejecutarse en el menor tiempo posible.

El proceso de excavación cuenta con un retiro de material considerable el cual es depositado en puntos de autorizados como botaderos, que por lo general corresponden a predios de personas que requieren el material con relleno para realizar alguna actividad relacionada con la construcción.

Fotografía 23. Excavación manual y mecánica, Muros de Contención.



Un aspecto importante es que el personal empleado para la construcción de los muros del sitio Inestable 12, es personal completamente capacitado, que cuenta con la experiencia laboral necesaria para realizar la obra con las condiciones de calidad y de seguridad requeridas. Todo el personal debía contar con el certificado de curso de alturas, debido a las precarias condiciones del sitio de trabajo donde se dispuso de todo el equipo de trabajo en alturas para poder ejecutar todas las actividades planteadas.

Terminada la excavación se procede a la instalación del equipo para trabajo en alturas, malla para evitar caídas, dispositivos de amarre, líneas de posicionamiento, mosquetones, arneses, epp en buenas condiciones, entre otros.

Fotografía 24. Solado de limpieza y aplicación de Antisol.



Finalizado el proceso de excavación y replanteo, se procede con la instalación y vertido de concreto premezclado para solado de limpieza como se muestra en la fotografía 24, la función del solado es brindar condiciones de transitabilidad para el personal, aislamiento y prevención de contaminación de materiales como el acero y mejoramiento del suelo. Este solado contaba con un espesor de 10cm y un nivelado uniforme, que será de gran ayuda al momento de instalar el refuerzo del muro.

Para la construcción de estos muros todo el acero se pidió cortado y figurado de fabrica (DIACO), según la cartilla de diseño y despieces. Esto permitió que el amarre de aceros y conformación de parrillas se realizara en menor tiempo. Una ventaja de esto es que se ahorran costos de mano de obra, costos por desperdicio, costos por trasiego del material, costos por uso de equipo e insumos de maquinaria como: (planta eléctrica, tronzadora o pulidora, discos de corte, combustibles, entre otros), cuando el acero se tiene que cortar y figurar en campo. Se puede evidenciar que la decisión de pedir el acero figura de fabrica mejora significativamente el rendimiento de obra, los costos y presupuestos del contratista.

Se implemento acero N°4 de ½”, resistencia de 60.000PSI, al cual se le respetaban valores mínimos permitidos según la norma para longitudes de gancho 15cm, traslapo 60cm para barras corrugadas y recubrimientos 5cm en concreto y 7cm contra terreno, como se muestra en la fotografía 25.

Fotografía 25. Instalación de acero Muros de Contención.



La programación del concreto se realizaba un día anterior, donde era necesario tener en cuenta el estado de la obra, imprevistos, numero de colaboradores, tiempos de recorrido del camión mixer, equipo para vibrado de concreto, con el fin de demorar el menor tiempo posible el descargue de la mezcla y optimizar el proceso de vertido y vibrado del concreto.

Fotografía 26. Vertido y vibrado de concreto Muros UF2 y UF4.



El proceso de vibrado requería especial cuidado pues de ser mal ejecutado este podría, abrir o romper puntos frágiles o inseguros de la formaleta, este debe ser controlado y bien distribuido, de la correcta ejecución depende la aparición de factores como la relación de vacíos o posible segregación de la mezcla que afecta la calidad del concreto.

Un aspecto importante para garantizar el correcto curado del concreto es la aplicación de Antisol Blanco, que evita la pérdida de humedad y contracción del concreto, evitando la aparición de fisuras o grietas.

Fotografía 27. Instalación de Formaleta en Vástago de Muros.



El vástago del Muro obedecía al diseño de New Jersey por tratarse de un muro que se encuentra a una distancia inferior a 60cm de borde de calzada, este diseño disminuye la gravedad del accidente en caso de impacto o choque contra este, además proporciona un detalle estructural cuando se requiere implementar barrera vehicular sobre este. En el acabado de vástago se hizo necesario ubicar tubos con la distribución correcta para que sirvieran en la instalación de la barrera mediante pernos de anclaje.

El relleno se hizo de acuerdo a la distribución de la estructura de pavimento existente con material granular procedente de cantera como se muestra en la fotografía 28, se llevó a cabo el proceso de compactación teniendo en cuenta que este debía cumplir con los requerimientos establecidos en el ensayo de densidades y humedad del suelo, de no cumplir se tendría que realizar un reemplazamiento del material o mejorar el grado de compactación y así asegurar que el relleno no presentara cambios de volumen o posibles asentamientos.

Finalizada esta actividad se daba vía libre para que los vehículos transitaran sobre este sin la posibilidad de que sufrieran un accidente por pérdida de estabilidad del vehículo debido a cambios abruptos en la carpeta asfáltica o superficie de rodadura.

Fotografía 28. Relleno y compactación de material granular.



La estructura termina con la instalación y respectiva demarcación de la barrera vehicular se muestra en la fotografía 29, la cual aporta altos niveles de seguridad para el usuario y es de gran importancia en tramos de la vía donde se hizo necesario la construcción de alguna obra de contención.

Fotografía 29. Muros Terminados UF2 y UF4.



2.6 URBANISMO

El objetivo para la construcción de una Nueva Vía además de reducir los tiempos de recorrido, brindar mayor seguridad para los usuarios o viajeros, optimizar procesos de comercialización y venta de productos es, garantizar la seguridad y transitabilidad de los peatones, en sitios urbanos que serán intervenidos con la construcción del corredor vial, denominado Transversal del Sisga, que conecta los llanos orientales con el centro el país, específicamente Bogotá D.C.

Este corredor cuenta con la construcción y mantenimiento de obras viales en 137km y 9 municipios, donde se hace necesario el diseño y construcción de pasos urbanos y algunas obras de urbanismo como la construcción de: bahías de parqueo, reductores de velocidad, señalización y demarcación vial, andenes, accesos vehiculares y en general espacios públicos para el desplazamiento, encuentro o permanencia de los ciudadanos. Cabe recordar que estos deben presentar características indispensables de continuidad de superficie, nivel y ancho, de manera que la circulación de los peatones no presente obstrucción, incluyendo los peatones con movilidad reducida, como se explica en el **Ver Anexo K**.

Dentro de las actividades realizadas podemos encontrar la construcción de 2 Pasos seguros, ubicados en la Unidad Funcional 2 - Municipio de Macheta, estos pasos seguros se ejecutan de acuerdo a diseños revisados y aprobados por el Grupo Ortiz y del encargado de obra.

La distribución del espacio público, la marcación de puntos para disposición de materiales y la característica de cada zona, se establecen en los planos de diseño, los cuales son entregados a la comisión de topografía encargada de realizar en campo las actividades previamente mencionadas.

El contratista se encarga de ejecutar la obra a partir de la información brindada en los planos y en las marcaciones hechas por la topografía, antes de iniciar con las labores se hace una revisión a los planos de diseño para que cumplan con los lineamientos y requisitos normativos para poder proceder con la ejecución.

Las zonas que serán intervenidas para la construcción del urbanismo se limitan a construcciones o predios adyacentes a la vía, en estas áreas se realiza la construcción de andenes, rampas de movilidad reducida, accesos vehiculares y losas de pavimento rígido, dependiendo la particularidad o servicio que presente la residencia o predio.

Los lugares donde se desea implementar el urbanismo requieren de un reemplazamiento total de las estructuras existentes mediante el uso del equipo de demolición manual o mecánico como se muestra en la fotografía 30, para reconstruir las capas inferiores del suelo y posterior instalación de elementos prefabricados o elementos fundidos en sitio tales como: loseta Toperol, placas de concreto escobrado, loseta Guía, Bordillo A10, Bordillo bajo rampa o A85, secciones de Cárcamo, entre otros.

Fotografía 30. Demolición y almacenamiento de material Urbanismo.



Es necesario contar con la disponibilidad permanente de una retroexcavadora que preste los servicios de transporte, carga y desplazamiento de material dentro de la obra, debido al peso de los elementos prefabricados y a los volúmenes considerables de material, no es factible realizar estas actividades de forma manual. Además, presenta ventajas y mejoras en el rendimiento y avance de obra, permitiendo establecer fechas de entrega más próximas

El almacenamiento de materiales se realiza en la zona de acopio dispuesta por el grupo Ortiz, este cuenta con un almacenista quien es el encargo de despachar el material requerido y controlar las cantidades de material dispuesto para la construcción de las diferentes obras.

Fotografía 31. Instalación de Bordillo Prefabricado, Loseta y Malla electrosoldada.



Podemos observar en la Fotografía 31, la distribución empleada para la construcción del paso urbano N°4, se evidencia la correcta distribución de elementos podotáctiles (loseta Guía y loseta Toperol), estas losetas vienen de 2 medidas diferentes dependiendo de la zona donde se vayan a ubicar, encontramos entonces loseta de 20*20cm utilizada en espacios reducidos, por lo general andenes con un ancho que no supera los 2m y loseta de 40*40cm que se ubican en tramos donde el área o sección es mucho más grande.

La instalación del sardinel se hace según las indicaciones realizadas por topografía, se requiere de un solado de limpieza no menor a 5cm, un atraque en la base para evitar volcamientos y desplazamientos y un mortero de pega entre 1 y 3cm en zonas donde debe unirse con otros elementos prefabricados u obras existentes.

Con la instalación de sardinel prefabricado y fundido en sitio, se procede a relleno de zonas confinadas con material granular proceden de cantera como se muestra en la Fotografía 32, de acuerdo a la granulometría y especificaciones técnicas sugeridas, el relleno debe ser compactado de tal forma que cumpla con las condiciones establecidas en el ensayo de densidades, peso unitario y humedad.

Fotografía 32. Conformación y compactación de suelo.



El vertido del concreto se debe hacer de tal forma que quede contenido dentro de la sección dispuesta para este, evitando salpicadura o chorreo en los elementos prefabricados previamente instalados como se muestra en la Fotografía 33.

Fotografía 33. Vertido y acabado en losas de concreto.



El concreto lleva un refuerzo en malla electrosoldada de 4mm, cuadros de 15*15cm y medidas de 2,30*6ml, el refuerzo se corta de acuerdo a la sección que se desea fundir, el

espesor de las placas es de 10cm, dilatadas cada 3m para garantizar un comportamiento modular que trabaje de forma independiente y evite fisuras o agrietamientos.

El concreto empleado, corresponde a un concreto de 21MPa según especificaciones técnicas. El concreto debe ser escobrado de forma perpendicular a la dirección de flujo, para garantizar factores de adherencia en las superficies destinadas para el tránsito de peatones.

Dentro del urbanismo es de gran importancia la construcción de reductores de velocidad o Pompeyanos, en el cual la rampa sobre calzada no debe superar el 12% debido a que su utilización es vehicular con paso peatonal en los extremos. Se requiere de continuidad en sus niveles y homogeneidad en sus anchos, evitando la presencia de obstáculos y permitiendo la transitabilidad libre del peatón con capacidad visual reducida.

Los radios de giro que delimitan el paso vehicular se ejecutan de acuerdo a lo establecido en el diseño geométrico de la vía, todos los elementos implementados deben garantizar condiciones de resistencia y calidad de acuerdo a los requerimientos y diseños previamente establecidos.

Los pompeyanos que se encuentren ubicados dentro de la estructura de pavimento flexible, para su construcción deberá hacerse el corte de asfalto de acuerdo a la sección establecida como se muestra en la Fotografía 34, en los borde o zonas inclinadas el corte debe realizarse a mayor profundidad, estas secciones llevan refuerzo adicional que evitara la fisuración del concreto, cuando no se cumplan con los espesores mínimos requeridos.

Fotografía 34. Corte y demolición de asfalto para pompeyanos.



La demolición se realiza a 2 profundidades diferentes de la superficie de rodadura, de acuerdo al espesor de las placas de concreto que serán fundidas sobre esta, una condición para definir los espesores, es el factor de carga para la cual está diseñada la estructura, al tratarse de un corredor para tráfico pesado será necesario implementar materiales más resistentes que puedan soportar las cargas transferidas por los vehículos.

El pompeyano está compuesto por un refuerzo bidireccional en Acero N°4 - 60.000PSI, espaciado cada 20cm como se muestra en la Fotografía 35, se usa una sola parrilla en la zona central donde el espesor del concreto varía según la inclinación establecida en el diseño. En las zonas laterales el refuerzo consta de una canasta armada en Acero de ½” y que traslapa la parrilla central del elemento.

El despiece para los pompeyanos puede proponerse de diferentes maneras siempre y cuando se respeten y aprovechen las características del sistema y se garantice la resistencia y vida útil del elemento.

Fotografía 35. Acero de refuerzo Pasos Urbanos.



En la construcción de los pompeyanos de doble carril, se debe intervenir de forma secuencial para no interrumpir el tráfico y posibles problemas ocasionados por este, por lo que inicialmente se construye completamente un costado y cuando este termine su etapa de curado y cuente con la mayoría de su resistencia, se permite la intervención del otro costado.

Para estos elementos fundidos en sitio se solicita la aplicación de aditivo que acelere el proceso de curado y obtención de resistencia en menor tiempo, de esta manera se permitiría una ejecución eficiente y secuencial de los pompeyanos, reduciendo los periodos de entrega de las obras.

El concreto para estos, consistía en un concreto premezclado de 28MPa acelerado a 8 días, es importante aplicar Antisol para evitar la aparición de fisuras o grietas que, si no son tratadas a tiempo, afectarían gravemente el estado y calidad de la estructura.

Fotografía 36. Vertido y vibrado de concreto en reductores de velocidad.



El vibrado de la mezcla de concreto debe realizarse correctamente, expulsando todos los vacíos que se generaron en el vertido o descargue de la mezcla, de no realizarse correctamente, las zonas que presenten vacíos podrán sufrir agrietamientos por la aplicación de cargas de tráfico pesado, también pueden propiciar condiciones de humedad y posible filtración que afectara la calidad del acero por procesos de corrosión.

Para que la estructura trabaje de forma articulada entre las 2 secciones, se realizan anclajes a 30cm de profundidad como se muestra en la Fotografía 37, implementando el uso de adhesivos que garanticen la calidad del anclaje, los anclajes se amarran al refuerzo central del pompeyano respetando la medida respectiva de traslapeo de acuerdo al diámetro de la barra y lo establecido en la norma.

Fotografía 37. Perforación para anclajes de refuerzo.



El proceso termina con la respectiva señalización y demarcación vial de todo el urbanismo como se muestra en la Fotografía 38, de esta manera se permitirá distinguir o diferenciar los elementos ubicados para prevenir e informar al usuario sobre los posibles cambios que encontrara lo largo del recorrido, la señalización se realiza con el fin de dirigir y avisar a todas las personas que sufren de algún tipo de limitación visual.

Fotografía 38. Señalización horizontal y Demarcación Vial.



3. APORTES DEL TRABAJO

3.1. APORTES COGNITIVOS

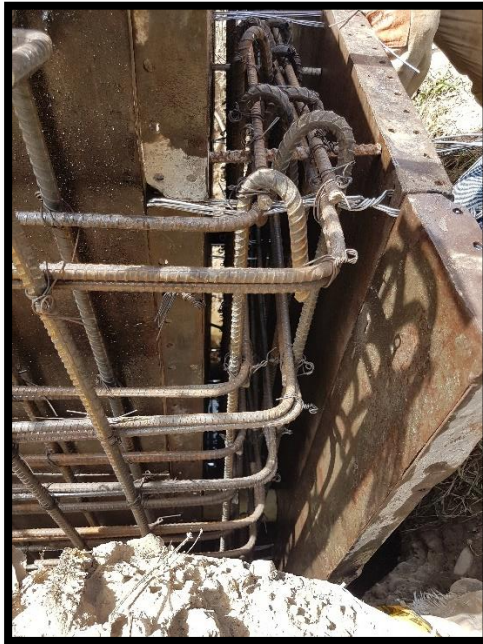
Se contribuyo con el avance de la obra aportando soluciones de manera eficaz y eficiente ante la ocurrencia de algún imprevisto, los cuales afectan de manera directa la programación del personal y la ejecución de las diferentes actividades previamente asignada, para esto se debía tener claro cualquier tipo de concepto técnico o un criterio profesional para proponer alternativas, técnicas o ideas, que permitieran cumplir con el desarrollo normal y completo de cada una de las actividades.

La calidad y cumplimiento en las diferentes obras asignadas permitieron que el Consorcio INGEM, empresa para la cual se prestaron los servicios como ingeniero residente, le fuese asignado un nuevo contrato en la Unidad Funcional 4, del proyecto transversal del Sisga, donde se tuvieron a cargo más de 6 frentes de obra, que trabajaron de forma simultánea realizando cualquier tipo de obra o estructura.

Los aportes cognitivos radican en el acompañamiento permanente y en la realización de sugerencias y recomendaciones, para optimizar procesos de construcción y para evitar falencias que afecten el estado general de cualquier estructura, cabe recordar que, como empresa contratante, siempre se trabajó de acuerdo a información y diseños, contenidos en planos y hojas de detalles dadas por la consultoría. A continuación, se muestran ejemplos y casos donde se realizaron los aportes, por parte del pasante:

1. Se recomendó realizar dilataciones en las cuentas a 2,75m y no a 3,0m como se realizaban normalmente, con el fin de garantizar un comportamiento modular continuo y permanente, para que las placas no presentaran fisuras o agrietamientos, en tramos donde la sección construida correspondía a más de 40ml, esta decisión se consultó con los ingenieros del grupo Ortiz para su análisis y aprobación.
2. Se Instaló acero adicional en estructuras de contención de taludes, cuando sus elementos se habían diseñado de forma independiente, ejemplo el cabezote y la aleta de una alcantarilla, el refuerzo adicional cumple la función de inducir un sistema de amarre u apoyo que mejora el comportamiento mecánico general de la estructura, evitando problemas por colapso o volcamiento.

Fotografía 39. Refuerzo adicional en elementos independientes.



3. Se recomendó la ampliación de secciones de alcantarilla (aletas y cabezotes) de acuerdo a las medidas planteadas inicialmente, la estructura no garantiza la contención del material por lo que debe sobredimensionarse y así evitar que el material en condición de inestabilidad se deposite dentro de la alcantarilla y obstruya el flujo libre del caudal.
4. Se optimizó el proceso de compactación sugiriendo la instalación por capas no mayores a 7cm de espesor y adicionando agua continuamente para que el material presente cohesión entre sus partículas, además se evitan problemas de acolchamiento cuando el material no está bien compactado o la capa de material de relleno supera el espesor requerido. En casos donde se presentaba material saturado se recomendaba realizar suelo-cemento para garantizar niveles óptimos de compactación del material de relleno.
5. En casos donde el terreno presentaba irregularidades debido a problemas de infiltración y los ensayos de laboratorio para toma de densidades no se podían realizar, lo que se recomendaba era reemplazar todo el material u optimizarlo mediante algún método de estabilización como se muestra en la Fotografía 40, uno de los métodos consistía en realizar un suelo cemento o hacer una mezcla homogénea entre el material de relleno y cal para disminuir el porcentaje de humedad.

Fotografía 40. Métodos para estabilización de suelos.





6. De acuerdo al acero que se contempla en los respectivos despieces, se realizó distribución de acero remanente que permitieran ser utilizados para otras medidas, evitando el desperdicio y pérdida de acero, teniendo en cuenta que el acero suministrado puede venir en varillas de 6m o de 12m de longitud.
7. Se definió para la construcción de todas las alcantarillas (Encole y Descole), la construcción de dentellones en los bordes de placa como se muestra en la Fotografía 41, con el fin de confinar el terreno y el borde de la estructura, evitando problemas de socavación e infiltración.

Fotografía 41. Excavación para construcción de dentellón.



Figura 18. Disposición de acero para dentellón.

POSICIÓN	FIGURA	BARRA NÚMERO	DIÁMETRO	CANTIDAD	LONGITUD (m)	LONGITUD TOTAL (m)	PESO (Kg/m)	PESO TOTAL (Kg)
DENTELLÓN		4	1/2"	7	6,00	42,00	0,994	41,75
		4	1/2"	6	6,00	36,00	0,994	35,78
		4	1/2"	19	1,25	23,75	0,994	23,61

- Se recomendó el uso de SikaTop-122 para realizar resanes a las obras finalizadas como se muestra en la Fotografía 42, este producto es un mortero cementoso modificado con resina acrílica, con altas resistencias mecánicas y gran adherencia al soporte, especialmente diseñado para reparaciones en elementos estructurales de concreto. Algunos de sus usos son. Como recubrimiento de gran adherencia, impermeable, resistente al desgaste y con altas resistencias mecánicas para la protección, reparación y mantenimiento de obras hidráulicas, galerías y túneles.

Fotografía 42. Resanes estructurales con uso de Sika Top.



- Se instruyó al personal encargado de la construcción de alcantarillas y muros acerca del funcionamiento y comportamiento mecánico de las estructuras, según condiciones de terreno y diseños de construcción, se verificaba que las estructuras reforzadas tuvieran la instalación de acero de acuerdo a los despieces y que se cumpliera con la norma en cuanto a: Longitudes de traslapo, espaciamiento, recubrimiento y longitudes de gancho y amarre para garantizar la vida útil de las estructuras.

10. Se sugirió la modificación de las inclinaciones propuestas para la construcción de rampas de accesos vehiculares, cuando se encuentren en condición de contrapendiente, con el fin de evitar el golpe o roce de la parte inferior del vehículo con el concreto. La modificación en la sección del acceso resultaba viable, siempre y cuando no exista un tramo de cuenta mayor a 10m antes del acceso, ya que, por condiciones hidráulicas y manejo de aguas, no sería viable.

Fotografía 43. Adecuación de accesos vehiculares.



11. Se elaboro un canal metálico que permita transportar la mezcla de concreto hasta puntos lejanos respecto al punto de descargue, evitando alturas considerables con caídas de material que provoquen la segregación del concreto y reduciendo el porcentaje de desperdicio el cual sería mucho mayor empleando otra alternativa.
12. La interpretación de planos era fundamental para el desarrollo de actividades, el personal de obra no contaba con el concepto, por lo que era necesario brindar asistencia y acompañamiento permanente en campo, dando indicaciones y corroborando medidas de secciones establecidas en diseños. Adicional al acompañamiento y supervisión de los frentes de obra en campo, se realizaban los despieces de las alcantarillas que no contaban con un diseño preliminar, estos despieces se realizaban de acuerdo a las condiciones de campo, requerimientos solicitados, aspectos normativos e indicaciones impartidas por la oficina técnica del Grupo Ortiz, se realizó el despiece de 7 alcantarillas con diseños completamente diferentes y una que otra particularidad. Los despieces se presentan a la oficina técnica para su previo análisis, revisión y aceptación.

Figura 19. Despiece de Alcantarilla.

CANTIDADES DE ACERO ALCANTARILLA N° 762 (DESCOLE), K3								
POSICIÓN	FIGURA	BARRA NÚMERO	DIÁMETRO	CANTIDAD	LONGITUD (m)	LONGITUD TOTAL (m)	PESO (Kg/m)	PESO TOTAL (Kg)
VASTAGO		5	5/8"	2	4,40	8,80	1,552	13,66
		5	5/8"	2	4,22	8,44	1,552	13,10
		5	5/8"	2	4,02	8,04	1,552	12,48
		5	5/8"	2	3,81	7,62	1,552	11,83
		5	5/8"	2	3,68	7,36	1,552	11,42
		5	5/8"	2	3,39	6,78	1,552	10,52
		5	5/8"	2	3,20	6,40	1,552	9,93
		5	5/8"	2	3,00	6,00	1,552	9,31
		5	5/8"	2	2,81	5,62	1,552	8,72
		5	5/8"	2	2,63	5,26	1,552	8,16
ZARPA		5	5/8"	2	5,25	10,50	1,552	16,30
		5	5/8"	2	5,07	10,14	1,552	15,74
DENTELLON		5	5/8"	2	4,66	9,32	1,552	14,46
		5	5/8"	2	4,53	9,06	1,552	14,06
		5	5/8"	2	4,24	8,48	1,552	13,16
		5	5/8"	2	4,05	8,10	1,552	12,57
		5	5/8"	2	3,85	7,70	1,552	11,95
		5	5/8"	2	3,66	7,32	1,552	11,36
		5	5/8"	2	3,48	6,96	1,552	10,80
ZARPA		5	5/8"	6	2,05	12,30	1,552	19,09
		5	5/8"	6	2,80	16,80	1,552	26,07
VASTAGO		5	5/8"	6	1,75	10,50	1,552	16,30
		5	5/8"	6	1,75	10,50	1,552	16,30
		4	1/2"	3	1,25	3,75	0,994	3,73
		4	1/2"	3	1,25	3,75	0,994	3,73
		4	1/2"	6	4,05	24,30	0,994	24,15
		4	1/2"	6	4,05	24,30	0,994	24,15
		4	1/2"	12	2,20	26,40	0,994	26,24
		4	1/2"	12	2,15	25,80	0,994	25,65
ZARPA		4	1/2"	6	3,40	20,40	0,994	20,28
		4	1/2"	5	3,40	17,00	0,994	16,90
DENTELLON		4	1/2"	7	6,00	42,00	0,994	41,75
		4	1/2"	6	6,00	36,00	0,994	35,78
		4	1/2"	19	1,25	23,75	0,994	23,61
							455,19	568,38

TOTALES ENCOLE					
N° BARRA	LONGITUD (m)	PESO (Kg)		SEPARADORES (m)	TOTAL VARILLAS
# 4	247,45	0,994	245,97	7,42	42
# 5	207,74	1,552	322,41		35

13. Se planteo la programación y el control de obra de forma diaria, con esquemas de organización de personal y asignación de actividades, programación de materiales e insumos y disponibilidad de herramienta y equipo para cada frente de obra. Se crearon canales de comunicación donde se brindaba la información correspondiente y durante la construcción y mejoramiento de sitios inestables se llevaba un reporte de actividades diario, donde se indicaba el personal asignado y el porcentaje de avance de la actividad como se muestra en la Figura 20.

Figura 20. Reporte de avance de obra diario en SI.

LUNES 10 AGOSTO 2010				
OBRA	LUGAR	# PERSONAS	ACTIVIDAD	% AVANCE
SI.02	Disipador Alc 427	N.A	#	100%
SI.02	Disipador Alc 428	N.A	#	100%
SI.04	Zanja Coronación	0	Piedal y Mazonos	0%
SI.05	Disipador Alc 17	N.A	#	100%
SI.06	Disipador Alc 18	N.A	#	100%
SI.06	Zanja Coronación	#	#	#
SI.07	Disipador Alc 22	0	Piedal y Mazonos	5%
SI.07	Filtro Tras Dos	3	Escubidos 2° Tramo	40%
SI.08	Disipador Alc 25	N.A	#	100%
SI.08	Disipador Alc 26	N.A	#	100%
SI.09	Disipador Alc 27	4	Fuertes una zanja	70%
DRENAJE	Disipador Alc 24	N.A	#	100%
DRENAJE	Disipador Alc 60	0	#	40%
CUNETAS		6	#8100 - #8102	-
TOTALES		15	-	71.66%

14. La aprobación de formatos y la corroboración de la información que estos contenían se realizaba únicamente por el ingeniero residente, de esta manera se constataba que la información reportada estuviese en concordancia con lo que se había ejecutado en campo. Un aspecto importante de la revisión de estos formatos era que, al momento de conformar las actas de pago, las cantidades reportadas en los formatos debía ser la misma que la que se destinó para ejecutar la actividad, garantizando que el subcontratista no perdiera recursos por realizar trabajo adicional que no se le pagaría.

15. La conformación de las actas para pago de obra ejecutada se realizaba mensualmente, esta acta debía contener la descripción de la actividad y tipo de material, medidas ejecutadas, cantidades instaladas y fecha de realización. A través de los formatos se llevaba el control de obra ejecutada y por medio de las actas se reportaban las cantidades que correspondían a tema de pago, dentro de estas también se incluían servicios prestados por alquiler de maquinaria y equipo.

Figura 21. Acta de INGENIERIA para pago según corte.

201015 ACTA N°10_INGEM CTO 164 V.3 cantidades - Excel

Inicio Insertar Disposición de página Fórmulas Datos Revisar Vista Ayuda ¿Qué desea hacer?

Formato condicional Dar formato Estilos de celdas Insertar Eliminar Formato Ordenar y filtrar Buscar y seleccionar

E95 Cuneta 316 K22+244 - K22+301 DER

MES	Cod	UD	Descripción	Origen	Anterior	Mensual	Precio	Origen	CORTE
UF4-CAP.02.2.1	EST-045-2	M³	EXCAVACIONES VARIAS SIN CLASIFICAR	523.59	240.44	283.15			15/11/2020
			Comentario	Longitud	Anchura	Altura	Formula	Cantidad	
15/10/2020	EST-045-2	M³	Cuneta 60 K18+818.46 - K18+850.63 IZQ	32,17	1,25	0,15		8,03	79
15/10/2020	EST-045-2	M³	Cuneta 60 K18+768.85 - K18+818.46 IZQ	51,61	1,25	0,15		9,68	80
15/10/2020	EST-045-2	M³	Cuneta 60 K18+761.85 - K18+766.85 IZQ ACCESO	5	2	0,25		2,5	81
15/10/2020	EST-045-2	M³	Cuneta 60 K18+758 - K18+761.85 IZQ	3,85	1,25	0,15		0,72	82
15/10/2020	EST-045-2	M³	Cuneta 373 K24+952 - K24+962,8 DER ACCESO	10,8	2	0,25		5,4	83
15/10/2020	EST-045-2	M³	Cuneta 377 K24+980 - K24+984,6 IZQ ACCESO	10,45	1	0,3		3,14	84
15/10/2020	EST-045-2	M³	Cuneta 369 K24+747,5 - K24+750,1 IZQ	1,8	2,86	0,25		1,29	85
15/10/2020	EST-045-2	M³	Cuneta 317 K22+317,5 - K22+347 DER	29,88	1,15	0,35		12,03	86
15/10/2020	EST-045-2	M³	Cuneta 369 K24+715,9 - K24+731,5 IZQ	15,6	1,15	0,32		5,74	87
15/10/2020	EST-045-2	M³	Cuneta 369 K24+731,5 - K24+747,5 IZQ	16	1,09	0,2		3,49	88
15/10/2020	EST-045-2	M³	Cuneta 369 K24+750,1 - K24+759 IZQ	8,9	1,15	0,25		2,56	89
15/10/2020	EST-045-2	M³	Cuneta 323 K23+009,8 - K23+016,35 IZQ	6,55	1,15	0,05		0,38	90
15/10/2020	EST-045-2	M³	Cuneta 312 K21+944,5 - K21+964,5 IZQ	19,92	1,15	0,14		3,21	91
15/10/2020	EST-045-2	M³	Cuneta 86 K22+061,3 - K22+105 IZQ	42,52	1,15	0,13		6,36	92
15/10/2020	EST-045-2	M³	Cuneta 316 K22+244 - K22+301 DER	53	1,15	0,45		27,43	93
15/10/2020	EST-045-2	M³	Cuneta 317 K22+301 - K22+317,5 DER	16,6	1,15	0,45		8,59	95
15/10/2020	EST-045-2	M³	Cuneta 315 K22+155 - K22+200 DER	45,6	1,15	0,4		20,98	96
15/10/2020	EST-045-2	M³	Cuneta 2201 N K22+110 - K22+147 DER	37,8	1,15	0,4		17,39	97
15/10/2020	EST-045-2	M³	Cuneta 86 K22+161,3 - K22+033,2 IZQ	28,15	1,15	0,5		16,19	98
15/10/2020	EST-045-2	M³	Cuneta 311 K21+964,5 - K21+983,5 IZQ	19,3	1,15	0,5		11,1	99
15/10/2020	EST-045-2	M³	Cuneta 311 K22+016,8 - K21+991,5 IZQ	24,9	1,15	0,5		14,32	100
15/10/2020	EST-045-2	M³	Cuneta 2101 N K21+793,65 - K21+797,1 IZQ ENTREGA ALC	3,7	2,03	0,15		1,13	101
15/10/2020	EST-045-2	M³	Cuneta 2101 N K21+797,1 - K21+850 IZQ	52,7	1,15	0,16		9,7	102
15/10/2020	EST-045-2	M³	Cuneta 312 K21+850 - K21+860,5 IZQ	10,5	1,15	0,09		1,09	103
15/10/2020	EST-045-2	M³	Cuneta 312 K21+888,4 - K21+915,75 IZQ	28,35	1,15	0,08		2,61	104
15/10/2020	EST-045-2	M³	Cuneta 312 K21+915,75 - K21+944,5 IZQ	27,6	1,15	0,1		3,17	105
15/10/2020	EST-045-2	M³	Cuneta 86 K22+105 - K22+129,2 IZQ	23,2	1,15	0,09		2,4	106
15/10/2020	EST-045-2	M³	Cuneta 86 K22+129,2 - K22+147,3 IZQ	17,4	1,15	0,13		2,6	107

CAN PREST UF4 CAN PREST UF2 CAN PREST UF1 Adicionales Oct 20 CRONOGRAMA

16. Se realizó también los cortes a subcontratistas para pago de sus actividades, obras ejecutadas y servicios prestados, de acuerdo a información y cantidades soportadas en formatos e inspecciones frecuentes realizadas por el ingeniero residente. El corte incluía el pago de obra ejecutada y los respectivos descuentos de anticipos, pago de nómina y seguridad social como se muestra en la Figura 22.

Figura 22. Corte final de subcontratista.

CORTE DE OBRA 1 Y 2 - JUAN PEÑA				
UNIDAD	DESCRIPCION	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR. TOTAL
MUROS 1, 2 Y 3 UF2				
M3	EXCAVACIONES VARIAS SIN CLASIFICAR	2,73	22.000	60.060
M3	EXCAVACIONES EN ROCA	4,09	30.000	122.700
M2	REPLANTEO SUBRASANTE	57,60	5.000	288.000
M3	INSTALACION DE SUB BASE GRANULAR TIPO A	20,75	25.000	518.750
M3	CONCRETO CICLOPEO	1,75	140.000	245.000
M3	CONCRETO 14 MPA SOLADO	62,06	6.500	403.390
M3	CONCRETO 28 MPA MUROS	31,27	175.000	5.472.250
KG	ACERO DE REFUERZO DE 60.000 PSI	2.508,00	700	1.755.600
SUBTOTAL				\$ 8.865.750
ALCANTARILLA 60 UF2				
M3	CONCRETO 28 MPA MUROS	2,22	175.000	388.500
KG	ACERO DE REFUERZO DE 60.000 PSI	127,34	700	89.138
SUBTOTAL				\$ 477.638
CORTE 16 OCTUBRE A 15 NOVIEMBRE UF4				
M3	EXCAVACIONES VARIAS SIN CLASIFICAR	47,01	22.000	1.034.220
M3	DEMOLICION	1,91	45.000	85.950
M2	REPLANTEO SUBRASANTE	36,10	5.000	180.500
M3	INSTALACION DE SUB BASE GRANULAR TIPO A	45,06	25.000	1.126.500
M3	CONCRETO CICLOPEO	33,28	140.000	4.659.200
M3	CONCRETO 14 MPA SOLADO	2,78	70.000	194.600
M3	CONCRETO 28 MPA MUROS	32,78	175.000	5.736.500
KG	ACERO DE REFUERZO DE 60.000 PSI	4.319,77	700	3.023.839
DIA	JORNALES	9,00	50.000	450.000
SUBTOTAL				\$ 16.491.309
TOTAL CORTES 1 Y 2				\$ 25.834.697
DESCUENTOS				
NOMINA + S.S DEL 16 AL 30 DE AGOSTO DE 2020		2.062.146		
NOMINA + S.S DEL 1 AL 15 DE SEPTIEMBRE DE 2020		4.055.024		
NOMINA + S.S DEL 16 AL 30 DE SEPTIEMBRE DE 2020		5.637.353		
NOMINA + S.S DEL 1 AL 15 DE OCTUBRE DE 2020		4.629.021		
NOMINA + S.S DEL 16 AL 30 DE OCTUBRE DE 2020		3.348.210		
NOMINA + S.S DEL 1 AL 15 DE NOVIEMBRE DE 2020		3.540.659		
PAGO LIQUIDACIONES		2.474.371		
ANTICIPO 1		700.000		
ANTICIPO 2 PAGO RESTAURANTE		300.000		
TOTAL PAGADO		\$ 26.746.784		

17. Se realizó la relación de caja menor para compra de insumos, materiales repuestos y pago de servicios prestados, de acuerdo a consignaciones realizadas y compra de materiales, estas relaciones se realizaban y se presentaban para respectiva aprobación por parte del representante legal y director de obra de la empresa.

Figura 23. Formato de legalización de obra, consorcio Ingem.

CONSORCIO INGEM
NIT. 901,332,298-0

FORMATO DE LEGALIZACION OBRA INGEM

LEGALIZACIÓN Nro.	3
FECHA DE LEGALIZACION	2 de octubre de 2020
PERIODO	
VALOR ASIGNADO	\$ 479.661
RESPONSABLE	SEBASTIAN GUALDRON RIAÑO

SALDO ANTERIOR CAJA 00	-\$ 20.339	
CONSIGNACION INGEM		
EFFECTIVO EULER	\$ 500.000	23/09/2020
TOTAL ANTICIPOS	\$ 479.661	
SALDO EN CAJA	\$ -27.239	

FECHA FACTURA	NIT / CC	PAGADO A	CONCEPTO	VALOR FACTURA ANTES DE IVA	IVA	RETEFUENTE	ICA	TOTAL FACTURA
12/09/2020	4150974-8	TALLER AGROMAQ	PAGO: MANTENIMIENTO DE CORTADORA	78.000	0	0	0	78.000
12/01/1900	4077570-2	CONSTRUCENTER	COMPRA: 1/2 BULTO DE CEMENTO.	12.185	2.315	0	0	14.500
12/09/2020	53083700-6	FANTASIAS	PAGO: 78 FOTOCOPIAS, 1 AZ Y 1 PAQUETE DE SEPARADORES.	14.800	0	0	0	14.800
16/09/2020	7062124-6	EDS LA CAMPIRANA	COMPRA: COMBUSTIBLE PARA RANA Y CANGURO.	30.000	0	0	0	30.000
21/09/2020	7062124-6	EDS LA CAMPIRANA	COMPRA: COMBUSTIBLE PARA PLANTA ELECTRICA Y VIBRADOR.	20.000	0	0	0	20.000
22/09/2020	4150946	CARLOS MORENO	PAGO: TRANSPORTE DE ACERO PARA MUROS DE UF4 - K22+630.	50.000	0	0	0	50.000
23/09/2020	24006268-1	AGUA ZERO DEL LLANO	COMPRA: 15 BOTELLONES DE AGUA.	60.000	0	0	0	60.000
23/09/2020	24006268-1	AGUA ZERO DEL LLANO	COMPRA: 3 BOTELLONES DE AGUA Y 8 BOLSAS 6 LTS.	20.000	0	0	0	20.000
24/09/2020	80331947-5	SERVIELECTRICOS MUNAR	PAGO: ARREGLO Y MANTENIMIENTO DE PLANTA ELECTRICA	52.000	0	0	0	52.000
24/09/2020	23423681-5	FESDA DISTRIBUCIONES	COMPRA: 3 LAMINAS DE ICOPOR Y 3 ESFEROS	10.800	0	0	0	10.800
24/09/2020	7062124-6	EDS LA CAMPIRANA	COMPRA: COMBUSTIBLE PARA PLANTA ELECTRICA	10.000	0	0	0	10.000
26/09/2020	7062124-6	EDS LA CAMPIRANA	COMPRA: COMBUSTIBLE PARA CANGURO	10.000	0	0	0	10.000
26/08/2020	891802151-9	USPD SAN LUIS DE GACENO	PAGO: ASEO.	54.800	0	0	0	54.800
30/09/2020	4076542-1	MISCELANEA ZULMA	COMPRA: 2 TARROS SOLSEROS PARA APLICACIÓN SELLO DE JUNTAS.	3.361	639	0	0	4.000
01/10/2020	23700678-0	EDS SAN LUIS	COMPRA: COMBUSTIBLE PARA MOTO VIAJE A MACANAL.	16.000	0	0	0	16.000
01/10/2020	4129165-7	PREFABRICADOS VALLE DE TENZA	COMPRA: 1 DISCO DE CORTE CCTO 7" Y 1 ESPATULA.	38.000	0	0	0	38.000
01/10/2020	1058461657	SEBASTIAN GUALDRON RIAÑO	PAGO: 3 ALMUERZOS PARA TRABAJADORES SELLO JUNTAS UF2.	24.000	0	0	0	24.000
		\$	-	503.946	2.954			506.900

ELABORADO

REVISADO

CONTABILIZADO

Fuente: Autor.

3.2. APORTES A LA COMUNIDAD

El aporte principal como ingeniero residente radica en la supervisión, programación y control de las obras ejecutadas, que a su vez estas cumplen funciones importantes como:

- ✓ Protección de predios intervenidos para la construcción de disipadores, canales y empedrados que garanticen el manejo correcto de los caudales aportados por la cuenca y por la construcción de la vía.
- ✓ Estabilización de taludes, laderas y sitios inestables, mediante el diseño y construcción de las respectivas estructuras de contención u obras complementarias con el fin de prevenir futuros accidentes.
- ✓ Construcción de pasos urbanos y obras de urbanismo, brindando seguridad a los usuarios a lo largo del corredor, dando prioridad a puntos críticos y zonas urbanas destinadas al tránsito de peatones.
- ✓ Construcción de obras que mejoren el desplazamiento y acceso a predios aledaños a la vía, para transporte de mercancía y transporte de ciudadanos.
- ✓ Construcción de obras complementarias y obras de drenaje como cuentas y alcantarillas, que garanticen la vida útil de la vía.
- ✓ Mantenimiento de obras existentes evitando el colapso o fallo de estas. Caso específico instalación de geodrén vial en muro de 120m de longitud.
- ✓ Crear empleos para personal de la región y beneficiando la población de la zona.
- ✓ Disponer de personal, maquinaria, herramienta y equipos, para la ejecución de obras en 3 de 4 Unidades Funcionales que componen la Transversal del Sisga
- ✓ Contratar personal y brindar condiciones adecuadas de trabajo, en temas de seguridad, salud y sueldo.
- ✓ Impartir conocimiento al personal de obra en temas de comportamientos estructurales y procedimientos constructivos.
- ✓ Garantizar calidad en las obras ejecutadas que aporten a la vida útil de la vía y de forma general al desarrollo de la región.
- ✓ Con la construcción y mantenimiento de la nueva vía, se ve reflejado el incremento en la atracción de población flotante o turistas, que mejora el tema de ventas y

comercialización de productos de la zona, debido a la disminución en tiempos de recorrido y optimización general de la vía.

4. IMPACTOS DEL TRABAJO DESEMPEÑADO

Durante las labores realizadas a lo largo de la pasantía, se han venido realizando diversas actividades en las unidades funcionales 1, 2 y 4, principalmente en obras de arte y obras de drenaje tanto transversales como longitudinales, a continuación, se presenta una muestra del avance de las unidades funcionales que conforman la transversal del SISGA.

4.1. OBRAS EN EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES FUNCIONALES

El apoyo directo a la ejecución de las obras, las labores de residente de obra que se desempeñaron de diferentes maneras hacia diversos frentes, tanto movimiento de tierras y la intervención de sitios inestables, redes de drenaje, entre otros. Es necesario resaltar las dificultades que se han presentado en la ejecución en campo ya que la zona de intervención en cuestión presenta condiciones de difícil acceso, en algunos sectores en los cuales se llevan a cabo la estabilización de taludes mediante las obras de drenaje.

Adicional a esto, la labor del pasante ha sido clave en la interacción con la comunidad que es directamente influenciada por el por el proyecto, así como los potenciales usuarios de la transversal que verán una reducción considerable en los tiempos de viaje desde los llanos orientales, los cuales en su corredor principal hoy en día tienden a presentar muchos problemas relacionados a deslizamientos por inestabilidades del terreno que recorre esta importante vía del país, es así como la transversal del SISGA se muestra como una importante opción a la hora de aliviar los volúmenes de tránsito de la vía al llano y como un vía auxiliar que solucionara las problemáticas que puedan surgir con la ya preexistente.

La realización de la pasantía para el estudiante de ingeniería civil, en un consorcio como INGEM, en una obra de esta magnitud, muestra lo importante que son este tipo prácticas para el reforzamiento de los conocimientos teórico prácticos aportados durante la formación en el alma mater, los cuales han sido claves para la entrega de resultados óptimos y de calidad.

Como se puede observar en el registro presentado se realizaron labores en diversos frentes de trabajo, supervisando el proceso constructivo en todas sus etapas, ya que al ser la transversal una obra en la cual intervienen varios consorcios, la calidad debe primar en la entrega de la obras para así cumplir con los requisitos de entrega, en el cual el producto final se entregue sin demoras, sin sobrecostos y sin errores constructivos que a largo plazo conlleven un

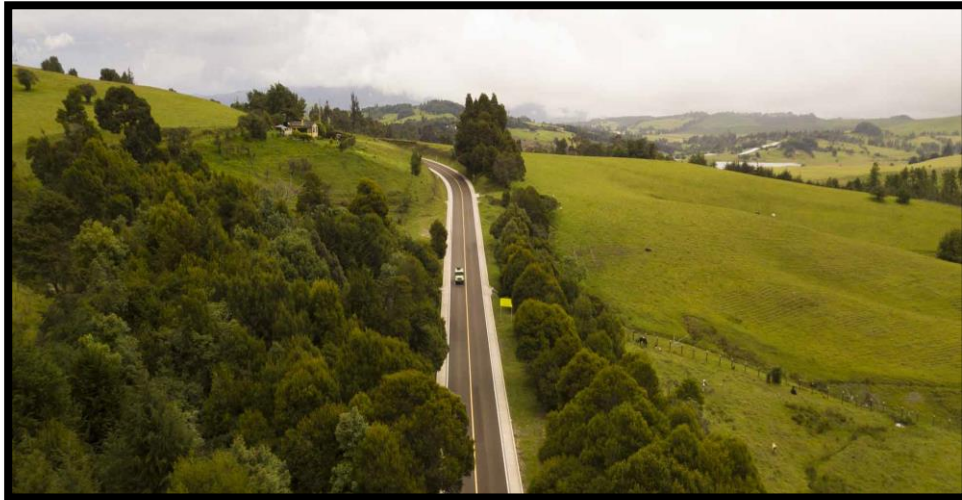
reducción de la vida útil de las estructuras y que de ninguna manera pueda influir en accidentes que ocasione pérdidas humanas. Por esta razón, como se evidencio, en las estructuras de concreto siempre se realizaban las pruebas pertinentes en etapas de fundida para así poder proceder con el respectivo seguimiento a priori y posteriori, en el que en dado caso se presenten patologías que afecten el funcionamiento de la estructura se haga el debido proceso de refuerzo o mantenimiento.

4.2. AVANCE GENERAL TRANSVERSAL DEL SISGA 92.98%

El 28 de agosto del 2015 se firmó, el acta de inicio del contrato N°009 del 10 de Julio del 2015 entre la transversal del Sisga y la Agencia Nacional de Infraestructura ANI, posteriormente en octubre del 2016 se firmó el acta de inicio de Construcción, desde esta fecha y hasta el año 2019 se realizará rehabilitación y reconstrucción de pavimento de los 137 kilómetros que comprende el proyecto.

Unidad Funcional 1

Fotografía 44. Transversal del Sisga Unidad Funcional 1.



(Ministerio de Transporte, s. f.)

El avance general de obras de la UF 1 es del 99.12%. En este sector se han realizado las siguientes actividades:

Figura 24. Avance general, unidad funcional 1.

SECTOR SISGA-GUATEQUE:						
Movimiento de Tierras y Pavimentos:	Señalización:	Drenajes:	Edificios:	Urbanismo:	Redes Húmedas: Acueductos	Puentes Vehiculares:
Base: 49 km de 49.	Vertical: 2017 señales instaladas.	Alcantarillas: 228 nuevas y 114 adicionales.	Pesaje: (100%)	Machetá: (100%)	Machetá con 100% de avance.	Tocola: (100%)
		Box Culvert: Obras en 11 Box				Suaitoque: (100%)
Asfalto: 49 km de 49.	Horizontal: 149.583 m ejecutados.	Filtro Francés: 33.654m.	Peaje (100%)	Guateque (98.5%)	Guateque con 100% de avance.	Sutatenza: (100%)
SI: 90 Intervenidos	Defensa metálica: 7742m instalados.	Cunetas: 69914m.				Cueva de Morgan (100%)
ITS (sistema Inteligente de transporte):			Trabajos de Canalización de 49391m de dura-line instalados.			

Unidad Funcional 2

Fotografía 45. Instalación carpeta de rodadura, Unidad Funcional 2.



(Ministerio de Transporte, s. f.)

El avance general de obras de la UF 2 es del 98.37%. En este sector se han realizado las siguientes actividades:

Figura 25. Avance general, unidad funcional 2.

SECTOR GUATEQUE - MACANAL:			
Movimiento de Tierras y Pavimentos:	Drenajes:	Túneles:	Edificios:
Base: 20.2 km	Alcantarillas: 156 intervenidas.	Las Juntas: (100%)	Centro de Operaciones de la Concesión o CCO: (84%)
Asfalto 1ra capa: 20.2 km	Box Culvert: Obras en 5 Box.	Pozo Azul: (100%)	
Asfalto 2da capa: 20.2 km	Filtro Francés: 8769 m	Infierno: (100%)	Área de Servicio (100%)
SI: 22 Sitios Intervenidos	Cunetas: 30529 m	El Volador: (100%)	
Redes Húmedas: Acueductos		100% Avance en interferencia de redes.	
Redes Secas:		100% Traslado de postes eléctricos	
ITS (Sistema Inteligente de Transporte):		Trabajos de Canalización 18.710 m de dura-line instalados	

Túneles: Intervención en 4 Túneles. (Se realizan trabajos de perfilamiento, Canalización, Concreto lanzado, impermeabilización, microfresado, cambio de losas de concreto).

Se inicia proceso de anclajes para el soporte de las nuevas luminarias a instalar. Así como las bandejas y las luminarias. Se avanza en la obra civil de las casetas culminando con la estructura. La mampostería y la estructura metálica se encuentra próxima a finalizar.

Unidad Funcional 3

Fotografía 46. Mantenimiento de Túneles Unidad Funcional 3.



(Ministerio de Transporte, s. f.)

El avance general de obras de la UF 3 es del 85.27%. En este sector se han realizado las siguientes actividades:

Figura 26. Avance general, unidad funcional 3.

SECTOR MACANAL - SANTA MARÍA:				
Movimiento de Tierras y Pavimentos:	Drenajes:	Túneles:		
Base: 11.0 km.	Alcantarillas: Obras en 80 Alcantarillas.	El Trapiche: (100%)	El Ventarrón: (100%)	El Salitre: (100%)
Asfalto 1ra capa: 10.9 km	Box Culvert: Obras en 6 Box nuevos	El Polvorín: (100%)	La Esmeralda: (100%)	La Presa: (100%)
Asfalto 2da capa: 10.9 km	Filtro Francés: 4269 m	Pluma de Agua: (100%)	Cascada: (100%)	Moyas: (94%)
SI: 4 Sitios Intervenido	Cunetas: 14.840 m	Muros I: (100%)	Muros II: (100%)	
ITS (Sistema Inteligente de Transporte):		Trabajos de canalización 3.600 m de dura-line instalados		
Señalización:		Vertical: 471 señales instaladas		

Túneles: Intervención en 11 Túneles. (Se realizan trabajos de perfilamiento, Canalización, Concreto lanzado, impermeabilización, microfresado, cambio de losas de concreto). Se termina el proceso de anclajes y bandejas para las nuevas luminarias, se realiza la instalación de luminarias al 98%. Se avanza en la obra civil de las casetas culminando con la estructura y la mampostería. la estructura metálica se encuentra próxima a finalizar. (Concesión Transversal del Sisga S.A.S., 2018)

Unidad Funcional 4

Fotografía 47. Instalación carpeta asfáltica Unidad Funcional 4.



(Ministerio de Transporte, s. f.)

El avance general de obras en la UF 4 es del 94.12%. En este sector se han realizado las siguientes actividades:

Figura 27. Avance general, unidad funcional 4.

SECTOR SANTA MARÍA – AGUACLARA		
Movimiento de Tierras y Pavimentos:	Drenajes:	Puentes Vehiculares:
Base: 8.9 km	Alcantarillas: Obras en 122 Alcantarillas	Marrano Loco: (85%)
Asfalto 1ra capa: 7.5 km	Box: Obras en 8 Box	
Asfalto 2da capa: 16.5 km	Filtro Francés: 19367 m	Hoya Grande: (93%)
Sitios Inestables: 26 Sitios Intervenidos	Cunetas: 19989 m	
ITS (sistema Inteligente de transporte):	Trabajos de Canalización 21315 m de dura-line instalados.	
Redes Húmedas:	11 % Avance (Traslado de acueductos, Colector San Luis y Santa María)	

5. CONCLUSIONES

El proceso de formación fue de gran importancia para la dirección, control y supervisión de obras de contención, más de 10 obras de drenaje donde se contemplaban criterios de diseño y construcción que garantizaran la calidad y vida útil de todas las estructuras, obras de urbanismo ejecutadas en 3 Municipios y obras varias, las cuales se desarrollaron a lo largo de las unidades funcionales que componen el corredor vial de la transversal del Sisga. Se cumplieron con las fechas de entrega y los estándares de calidad normativa en cada una de las estructuras a pesar de contratiempos e imprevistos, que fueron claves para poner a prueba la capacidad del pasante respecto a la proposición de soluciones y manejo de recursos que aportaran al desarrollo y avance de la obra.

La programación de cada uno de los componentes que se requerían para ejecutar una obra se desarrolló de forma adecuada, se establecieron porcentajes de avance, fechas de entrega, tiempos de ejecución teniendo en cuenta el rendimiento del trabajador, el grado de complejidad de los ítems a desarrollar y la cantidad de recursos, insumos y materiales que se necesitarían para finalizarla. Esto permitiría la ejecución simultánea de las diferentes obras contratadas y la asignación anticipada de tareas a cada cuadrilla, evitando imprevistos y mejorando la utilidad de la empresa.

El acompañamiento permanente en cada una de los procedimientos constructivos reflejo significativamente la calidad en la entrega de las obras y el rendimiento de los trabajadores. Como también, fue de gran importancia la revisión previa de planos y diseños para realizar esquemas de trabajo y planes de ejecución, que notablemente mejoraban la organización y programación de la obra.

El control de la obra se realizaba semestralmente evidenciando los porcentajes de avance respecto al número de obras contratadas y la cantidad de personal asignado, se realizaban actas donde se establecían márgenes de ganancia y tatos de obra ejecutada, se evidencian posibles falencias o retrasos que requerían fortalecimiento u apoyo oportuno.

Durante el trabajo se dio prioridad a la salud y seguridad de todo el personal de obra, pues de ellos dependía directamente las obras contratadas, por lo que era necesario realizar una verificación de cada uno de los componentes que protegen y dan seguridad a los trabajadores en el momento de desarrollar sus actividades rutinarias. Cabe resaltar que con la situación que

presenta el país de emergencia sanitaria por la COVID-19, se hacía necesario realizar chequeos e inspecciones de forma más estricta y periódica.

En conjunto con personal a cargo del Grupo Ortiz y la EPC, se logró definir las acciones a implementar para la construcción de obras de drenaje que presentaban problemas de diseño al no tener en cuenta condiciones topográficas propias del terreno a intervenir, se realizaron visitas de campo, se establecieron acuerdos con los propietarios y se hizo una evaluación costo beneficio para determinar la viabilidad de la obra que se necesitaba construir.

Una de las funciones principales como pasante fue brindar a la comunidad beneficios con la construcción de la nueva vía, por lo que de manera recurrente se daban indicaciones y se les informaba a los propietarios las diferentes actividades que se realizarían en su predio y como se beneficiarían de esto, se tuvieron en cuenta todo tipo de quejas, reclamos y sugerencias que se solucionaron y se realizaron de la mejor manera posible.

La realización de la práctica es muy importante para el desarrollo personal y profesional de los estudiantes de ingeniería civil, pues estas prácticas resultan muy cercanas al ambiente laboral, todos los conocimientos teóricos adquiridos durante la formación deben integrarse en la práctica académica y definir la integridad de los ingenieros civiles. La base técnica está ya consolidada; por lo tanto, para los estudiantes que están a punto de elegir el modelo de titulación que les traerá los mejores aportes, se deben implementar mejores políticas y estrategias para promover la convergencia de un buen aprendizaje y una praxis, que es primordial para la etapa inicial de la carrera profesional.

El drenaje en vías es de suma importancia, ya que cerca del 40% de las vías del país no se le presta la debida atención aun sabiendo que la estructura depende de dicho drenaje, es fundamental el comportamiento de los materiales no solo en el aspecto técnico, sino también el control de erosión de taludes que resultan ser muy importantes en la estabilidad de la vía. Además, también se ven afectadas por diversos fenómenos naturales como inundaciones.

El poder tener una inmersión en un proyecto tan importante como este, en labores que comprometen diversas labores de un alcance muy amplio, enriquecen fuertemente diversos aspectos de un perfil profesional que es apetecido por diversas entidades contratantes del sector, ya que se hace participe y responsable al residente de obra de supervisar cada uno de los procesos constructivos que conlleva cada estructura para que estos evolucionen de forma correcta mediante técnicas apropiadas, bajo los procedimientos adecuados y con los mejores materiales disponibles en el sector, para así poder cumplir con los estándares de calidad que

representan a la empresa encargada de las obras, ya que siempre se debe tener como fuerte prioridad el no comprometer la calidad de los procesos y del producto final que se entrega.

La práctica realizada en calidad de pasante como residente de obra en la transversal del SISGA en sus unidades funcionales 1, 2 y 4, todo esto de la mano del consorcio INGEM, brindo unas bases sólidas en la construcción de una carrera que se espera sea de grandes éxitos para el directamente implicado y una excelente representación del alma mater frente al gremio nacional.

6. GLOSARIO

ABRASIVO: Cualquier roca, mineral u otra sustancia que, debido a su superior dureza, tenacidad, consistencia u otra propiedad, es apropiado para moler, afilar, cortar, frotar u otro uso similar.

ABSORCIÓN: Proceso por el cual un fluido es retenido por un material después de cierto tiempo de exposición (suelo, rocas, maderas, etc.).

ACARREO: Transporte de materiales a diferentes distancias en el área de la obra.

ACCESO: Ingreso y/o salida a una instalación u obra de infraestructura vial.

ACERA: Parte de una vía urbana o de un puente destinada exclusivamente al tránsito de peatones. También se denomina vereda.

ADITIVO: Producto químico o mineral (o mezcla de estos) que modifica una o más propiedades de un material.

AFIRMADO: Capa compactada de material granular natural o procesado, con gradación específica que soporta directamente las cargas y esfuerzos del tránsito

AGREGADO: Material granular de composición mineralógica como arena, grava, escoria, o roca triturada, usado para ser mezclado en diferentes tamaños.

AGREGADO ANGULAR: Agregados que poseen bordes bien definidos formados por la intersección de caras planas rugosas.

AGREGADO BIEN GRADUADO: Agregado cuya gradación va desde el tamaño máximo hasta el de un relleno mineral y que se encuentra centrado a una curva granulométrica “huso” especificada.

AGREGADO DE GRADACIÓN ABIERTA: Agregado que contiene poco o ningún relleno mineral, y donde los espacios de vacíos en el agregado compactado son relativamente grandes.

AGREGADO FINO: Material proveniente de la desintegración natural o artificial de partículas cuya granulometría es determinada por las especificaciones técnicas correspondientes. Por lo general pasa la malla N° 4 (4,75 mm).

AGREGADO GRUESO: Material proveniente de la desintegración natural o artificial de partículas cuya granulometría es determinada por las especificaciones técnicas correspondientes. Por lo general es retenida en la malla N°4 (4,75 mm).

AGREGADO RECICLADO: Material graduado según especificaciones resultante del procesamiento de materiales de construcción recuperados y complementados con otros faltantes.

AGUAS ABAJO: Curso de agua visto en el sentido de la corriente.

AGUAS ARRIBA: Curso de agua visto en el sentido contrario a la corriente.

ALCANTARILLA: Elemento del sistema de drenaje superficial de una carretera, construido en forma transversal al eje o siguiendo la orientación del curso de agua; puede ser de madera, piedra, concreto, metálicas y otros. Por lo general se ubica en quebradas, cursos de agua y en zonas que se requiere para el alivio de cunetas.

ALTIMETRÍA: Conjunto de operaciones necesarias para definir y representar, numérica o gráficamente, las cotas de puntos del terreno.

ALTITUD: Altura o distancia vertical de un punto superficial del terreno respecto al nivel del mar. Generalmente se identifica con la sigla “msnm” (metros sobre el nivel del mar).

ÁNGULO DE REPOSO: El que se produce entre la horizontal y el talud máximo que el suelo asume a través de un proceso natural.

ARCILLAS: Partículas finas con tamaño de grano menor a 2 μm (0,002 mm) provenientes de la alteración física y química de rocas y minerales.

ÁREA AMBIENTAL SENSIBLE: Aquella que puede sufrir daños graves severos (medio ambiente y/o cultural) y en muchos casos de manera irreversible como consecuencia de la construcción de la carretera. Dentro de estas áreas se encuentra los Parques Nacionales, Reservas Forestales, Reservas y Resguardos Indígenas, lagunas costeras, estuarios, y en general cualquier Unidad de Conservación establecida o propuesta, y que por su naturaleza de ecosistema fácilmente vulnerable o único puede sufrir un deterioro considerable.

ÁREA DE TRABAJO: Superficie de terreno comprendida dentro de un perímetro donde se ejecuta una obra y sus instalaciones complementarias tales como: almacenes, canteras, polvorines, accesos, depósitos de material excedente, plantas de producción de materiales, etc.

ARENA: Partículas de roca que pasan la malla N° 4 (4,75 mm) y son retenidas por la malla N° 200.

ARISTA EXTERIOR DE LA EXPLANACIÓN: Es la intersección del talud del desmonte o terraplén con el terreno natural. Cuando el terreno natural circundante está al mismo nivel que la carretera, la arista exterior de la explanación es el borde exterior de la cuneta.

ASENTAMIENTO: Desplazamiento vertical o hundimiento de cualquier elemento de la vía.

ASENTAMIENTO DIFERENCIAL: Diferencia de nivel como consecuencia del desplazamiento vertical o hundimiento de cualquier elemento de la vía.

ASFALTO: Material cementante, de color marrón oscuro a negro, constituido principalmente por betunes de origen natural u obtenidos por refinación del petróleo. El asfalto se encuentra en proporciones variables en la mayoría del crudo de petróleo.

ASFALTO MODIFICADO: Producto de la incorporación de un polímero u otro modificador en el asfalto para mejorar sus propiedades físicas y geológicas como la disminución de la susceptibilidad a la temperatura y a la humedad.

BACHE: Depresión que se forma en la superficie de rodadura producto del desgaste originado por el tránsito vehicular y la desintegración localizada.

BANCO DE GRAVA: Material que se encuentra en depósitos naturales y usualmente mezclado en mayor o menor cantidad con material fino (arenas, gravas arenosas o arcillas).

BANQUETA: Obra de estabilización de taludes consistente en la construcción de una o más terrazas sucesivas en el talud.

BARRENO: Herramienta en forma de espiral, con un elemento de corte, para taladrar o hacer agujeros.

BARRERA O TRANQUERA: Obstáculo colocado para desvío de tráfico vehicular.

BASE GRANULAR: Parte de la estructura del pavimento, constituida por una capa de material seleccionado que se coloca entre la subbase o subrasante y la capa de rodadura.

BERMA: Franja longitudinal, paralela y adyacente a la superficie de rodadura de la carretera, que sirve de confinamiento de la capa de rodadura y se utiliza como zona de seguridad para estacionamiento de vehículos en caso de emergencia.

BOMBEO: Inclinación transversal que se construye en las zonas en tangente a cada lado del eje de la plataforma de una carretera con la finalidad de facilitar el drenaje lateral de la vía.

BOTADERO: Lugar elegido para depositar desechos provenientes de obra, de forma tal que no afecte el medio ambiente. También denominado Depósito de Materiales Excedente (DME).

BUZAMIENTO: Línea de máxima pendiente de una superficie de un estrato, filón o falla con su proyección sobre el plano horizontal. Los ángulos de buzamiento varían entre 0 y 90°.

CABEZAL DE ALCANTARILLA: Estructura terminal a la entrada y salida de una alcantarilla, construida con la finalidad de encauzar y evitar la erosión del agua, así como ajustarse a la superficie del talud del terreno.

CAJA COLECTORA: Estructura que recoge las aguas de una cuneta para encauzar a una alcantarilla.

CAMBIO DE ESTÁNDAR DE LA VIA: Modificación de las características de una vía, para alcanzar mejores niveles de servicio.

CAMINO: Vía terrestre para el tránsito de vehículos motorizados y no motorizados, peatones y animales, con excepción de las vías férreas.

CANAL: Zanja construida para recibir y encauzar medianas o pequeñas cantidades de agua.

CANTERA: Deposito natural de material apropiado para ser utilizado en la construcción, rehabilitación, mejoramiento y/o mantenimiento de las carreteras.

CANTO RODADO: Fragmento de roca que al ser transportado a lo largo del tiempo por el flujo de agua ha adquirido formas no angulares y superficie lisa.

CAPACIDAD DE CARGA DEL TERRENO: Es la resistencia admisible del suelo de cimentación considerando factores de seguridad apropiados al análisis que se efectúa.

CARRETERA: Camino para el tránsito de vehículos motorizados de por lo menos dos ejes, cuyas características geométricas, tales como: pendiente longitudinal, pendiente transversal, sección transversal, superficie de rodadura y demás elementos de la misma, deben cumplir las normas técnicas vigentes del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

CARRETERA AFIRMADA: Carretera cuya superficie de rodadura está constituida por una o más capas de afirmado.

CARRETERA NO PAVIMENTADA: Carretera cuya superficie de rodadura está conformada por gravas o afirmado, suelos estabilizados o terreno natural.

CARRETERA PAVIMENTADA: Carretera cuya superficie de rodadura, está conformada por mezcla bituminosa (flexible) o de concreto Portland (rígida).

CARRETERA SIN AFIRMAR: Carretera a nivel de subrasante o aquella donde la superficie de rodadura ha perdido el AFIRMADO.

CARRIL: Parte de la calzada destinada a la circulación de una fila de vehículos en un mismo sentido de tránsito.

CARRIL ADICIONAL PARA CIRCULACIÓN LENTA: Carril adicional situado a la derecha de los carriles principales, que permite desviarse a los vehículos que circulan con menor velocidad para permitir el adelantamiento de vehículos.

CARRIL DE CAMBIO DE VELOCIDAD: Carril destinado a incrementar o reducir la velocidad, desde los elementos de un acceso a la de la calzada principal de la carretera, o viceversa.

CAUCE: Lecho de ríos, quebradas y arroyos.

CEMENTO PORTLAND: Es un producto obtenido por la pulverización del Clinker portland con la adición eventual de yeso natural.

CERTIFICADO DE CONTROL DE CALIDAD: Documento que permite conocer los resultados de ensayos de laboratorio o de campo, durante el proceso constructivo de una carretera.

CIMENTACIÓN: Parte de una estructura que transmite cargas al terreno de fundación.

COHESIÓN: La resistencia al corte de un suelo, a una tensión normal.

COLMATACIÓN: Acumulación de material o de residuos sólidos que afecta la capacidad hidráulica de las estructuras de drenaje de la carretera.

COMPACTACIÓN: Proceso manual o mecánico que tiende a reducir el volumen total de vacíos de suelos, mezclas bituminosas, morteros y concretos frescos de cemento Portland.

CONCRETO: Mezcla de material aglomerante y agregados fino y grueso. En algunos casos se incorpora aditivos para mejorar sus propiedades de comportamiento

CONCRETO CICLÓPEO: Concreto Portland al que se adiciona piedra grande o mediana en porcentajes según diseño. Por lo general se utiliza en estructuras de gran volumen.

CONCRETO PRE- MEZCLADO: Concreto dosificado en planta y transportado a obra por camiones mezcladores o agitadores.

CONFLUENCIA: Tramo en que convergen flujos de tráfico similares o cursos de agua.

CONO DE ABRAMS: Molde con forma de cono trunco constituido de un metal no atacable por la pasta de cemento, que se usa para medir la consistencia de la mezcla de concreto fresco. Se conoce también como cono de asentamiento o SLUMP.

CONSTRUCCIÓN: Ejecución de obras de una vía nueva con características geométricas acorde a las normas de diseño y construcción vigentes.

CONTENIDO DE HUMEDAD: Volumen de agua de un material determinado bajo ciertas condiciones y expresado como porcentaje de la masa del elemento húmedo, es decir, la masa original incluyendo la sustancia seca y cualquier humedad presente.

CONTRACCIÓN: Esfuerzo volumétrico asociado con un decrecimiento en sus dimensiones.

CONTROL DE CALIDAD: Pruebas técnicas para comprobar la correcta ejecución de las diferentes etapas o fases de un trabajo con relación a las especificaciones técnicas o requisitos específicos establecidos.

COORDENADAS DE REFERENCIA: Referencias ortogonales Norte-Sur adoptadas para elaborar los planos de topografía y de diseño del proyecto.

CORREDOR VIAL: Conjunto de dos o más rutas continuas que se conforman con una finalidad específica.

CORROSIÓN: Destrucción paulatina de las estructuras metálicas por acción de agentes externos.

COTA: Altura de un punto sobre un plano horizontal de referencia.

COTA DE RASANTE: Valor numérico de un punto topográfico que representa el nivel terminado o rasante referido a un BENCH MARK (BM).

COTA DE TERRENO: Valor numérico de un punto topográfico del terreno referido a un BENCH MARK (BM).

CRUCE PEATONAL: Zona transversal al eje de una vía, destinada al cruce o paso de peatones mediante regulación de la prioridad de paso.

CUNETAS: Canales abiertos construidos lateralmente a lo largo de la carretera, con el propósito de conducir los escurrimientos superficiales y subsuperficiales procedentes de la plataforma vial, taludes y áreas adyacentes a fin de proteger la estructura del pavimento.

CURADO DE CONCRETO: Proceso que consiste en controlar las condiciones ambientales (especialmente temperatura y humedad) durante el fraguado y/o endurecimiento del concreto u hormigón.

CURVA COMPUESTA: Dos o más arcos concurrentes de radios diferentes y curvatura de igual sentido, con o sin interposición de curva de transición.

CURVA DE NIVEL: Línea que, en un mapa o plano, une todos los puntos de igual distancia vertical, altitud o cota.

CURVA VERTICAL: Curva en elevación que enlaza dos rasantes con diferente pendiente.

DENSIDAD: Relación entre la masa y el volumen de un cuerpo.

DENSIDAD EN EL SITIO: Procedimiento para determinar el peso unitario de los suelos en el terreno.

DERECHO DE VÍA: Faja de terreno de ancho variable dentro del cual se encuentra comprendida la carretera y todos los elementos que la conforman, servicios, áreas previstas para futuras obras de ensanche o mejoramiento, y zonas de seguridad para el usuario. Su ancho se establece mediante resolución del titular de la autoridad competente respectiva. Las obras necesarias para garantizar la seguridad y funcionamiento hidráulico en los ríos, quebradas y otros cursos de agua, no están limitadas a la indicada faja del terreno que constituye el Derecho de Vía.

DERRUMBE: Desprendimiento y precipitación de masas de tierra y piedra sobre la carretera, obstaculizando el libre tránsito de vehículos.

DESINTEGRACIÓN: Separación progresiva de partículas de agregado en el pavimento, desde la superficie hacia abajo o desde los bordes hacia el interior. La desintegración puede ser causada por falta de compactación, construcción de una capa muy delgada en periodos fríos, agregado sucio o desintegrable, muy poco asfalto en la mezcla, o sobrecalentamiento de la mezcla asfáltica.

DOSIFICACIÓN DEL CONCRETO: Proceso de medición por peso o por volumen de los ingredientes y su introducción en la mezcladora para una cantidad de concreto y mortero.

DUREZA: Resistencia superficial que presentan los materiales a ser rayados.

ENCAUZAMIENTO: Acción de dirigir una corriente de agua hacia un cauce determinado.

ENCOFRADO: Apoyos temporales para mantener el concreto fresco en el lugar hasta que se endurezca en tal grado que se pueda auto soportar (cuando la estructura es capaz de soportar sus cargas).

ENROCADO: Colocación de piedras grandes en forma ordenada para diversas funciones entre ellas, pedraplenes, protección de taludes, puentes y otros.

EROSIÓN: Desgaste producido por el agua en la superficie de rodadura y/o en otros elementos de la carretera.

ESCORRENTÍA: Agua de lluvia que discurre por la superficie del terreno.

ESTABILIZACIÓN DE SUELOS: Mejoramiento de las propiedades físicas de un suelo a través de procedimientos mecánicos e incorporación de productos químicos, naturales o sintéticos. Tales estabilizaciones, por lo general se realizan en las superficies de rodadura o capas inferiores de la carretera, y son conocidas como suelo cemento, suelo cal y otros diversos.

ESTACADO: Puntos señalados en el terreno mediante estacas que indican posiciones.

ESTACIÓN TOTAL: Instrumento topográfico que combina un teodolito electrónico y un medidor electrónico de distancias con su correspondiente microprocesador.

ESTIAJE: Nivel más bajo o caudal mínimo de un río u otra corriente en época de sequía.

EXPLANACIÓN: Movimiento de tierra para obtener la plataforma de la carretera (calzada o superficie de rodadura, bermas y cunetas).

FATIGA: Reducción gradual de la resistencia de un material debido a sollicitaciones repetidas.

FISURA: Fractura fina en la superficie de rodadura, de varios orígenes, con un ancho igual o menor a 3 milímetros.

FRAGUADO: Proceso de endurecimiento y pérdida de plasticidad del hormigón (o mortero de cemento).

GAVIONES: Tipo de muro de diversos usos conformado por lo general de malla metálica rellena por material pétreo según diseño.

GEOTEXTIL: tela permeable, flexible y de fibra sintética que se emplea en contacto con suelos y otros materiales para diversos propósitos, en base a su resistencia mecánica a la perforación y tracción, y a su capacidad drenante.

GRANULOMETRÍA: Representa la distribución de los tamaños que posee el agregado mediante el tamizado según especificaciones técnicas.

GRAVA: Agregado grueso, obtenido mediante proceso natural o artificial de los materiales pétreos.

GRIETA: Fractura en la superficie de rodadura de variados orígenes, con un ancho mayor a 3 milímetros, pudiendo ser en forma transversal o longitudinal al eje de la vía.

GUARDAVÍA: Estructura metálica flexible que por lo general se instala en los bordes de las bermas, separadores centrales y otros lugares de la vía, con fines de señalización y contención de vehículos livianos.

IMPERMEABILIDAD: Capacidad de un pavimento asfáltico de resistir el paso de aire y agua dentro o a través del mismo.

INESTABILIDAD: Pérdida de resistencia a las fuerzas que tienden a ocasionar movimiento o distorsión de una estructura del pavimento.

INTEMPERISMO: Efectos producidos por la intemperie (a cielo descubierto, sin techo).

INTERSECCIÓN: Sector en que dos o más vías se interceptan a nivel o desnivel.

INVENTARIO VIAL: Registro ordenado, sistemático y actualizado de una carretera o de un sistema vial existente, especificando su ubicación, características físicas y estado operativo.

JUNTA: Separación establecida entre dos partes contiguas de una infraestructura, que sirve para permitir su expansión o retracción por causa de gradientes de temperatura, sismos u otras acciones.

LADERA: Terreno de mediana o fuerte inclinación donde se asienta la carretera.

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: Conjunto de operaciones de medidas efectuadas en el terreno para obtener los elementos necesarios y elaborar su representación gráfica.

LÍMITE LÍQUIDO: Contenido de agua del suelo entre el estado plástico y el líquido de un suelo.

LÍMITE PLÁSTICO: Contenido de agua de un suelo entre el estado plástico y el semi-sólido.

LIMOS: Partículas de roca o minerales cuyas dimensiones están entre 0.02 y 0.002 mm

LUZ LIBRE: Distancia longitudinal horizontal de una estructura sin obstrucciones.

MANTENIMIENTO O CONSERVACIÓN RUTINARIA: Es el conjunto de actividades que se realizan en las vías con carácter permanente para conservar sus niveles de servicio. Estas actividades pueden ser manuales o mecánicas y están referidas, principalmente, a labores de limpieza, bacheo y perfilado de la plataforma, roce y limpieza del derecho de vía, limpieza general del sistema de drenaje, mantenimiento de la señalización y elementos de seguridad vial, eliminación de derrumbes de pequeña magnitud; así como, limpieza de juntas de dilatación, elementos de apoyo, pintura y drenaje en la superestructura y subestructura de los puentes. Este tipo de actividades se realizan por la modalidad de ejecución presupuestaria directa o indirecta; siendo que, en este último caso, se sustentarán en términos de referencia formulados en base a los “Estudios de Mantenimiento o Conservación Vial por Niveles de Servicio” o en “Criterios Básicos de Ingeniería”, previamente aprobados.

MANTENIMIENTO VIAL: Conjunto de actividades técnicas destinadas a preservar en forma continua y sostenida el buen estado de la infraestructura vial, de modo que se garantice un servicio óptimo al usuario; puede ser de naturaleza rutinaria o periódica.

MAPAS VIALES: Diagramas viales a escala y con coordenadas geográficas, que pueden ser de carácter nacional, departamental o provincial.

MARGEN DERECHA: Orilla o borde derecho de curso de agua visto en sentido aguas abajo.

MARGEN IZQUIERDA: Orilla o borde izquierdo de curso de agua visto en sentido aguas abajo.

MATERIAL DE CANTERA: Material de características apropiadas para su utilización en las diferentes partidas de construcción de obra, que deben estar económicamente cercanas a las obras y en los volúmenes significativos de necesidad de la misma.

MEJORAMIENTO: Ejecución de las obras necesarias para elevar el estándar de la vía mediante actividades que implican la modificación sustancial de la geometría y de la estructura

del pavimento; así como la construcción y/o adecuación de los puentes, túneles, obras de drenaje, muros, y señalizaciones necesarias.

METRADO: Cuantificación detallada por partidas de las actividades por ejecutar o ejecutadas en una obra.

MINERAL: Material inorgánico de origen natural con una composición química definida.

MORTERO: Conglomerado o masa constituida por arena, conglomerante (bituminoso o cemento Portland), agua y puede contener aditivos.

OBRAS DE DRENAJE: Conjunto de obras que tienen por fin controlar y/o reducir el efecto nocivo de las aguas superficiales y subterráneas sobre la vía, tales como: alcantarillas, cunetas, badenes, subdrenes, zanjas de coronación y otras de encauzamientos.

OPERACIÓN VIAL: Conjunto de actividades que se inician al término de una intervención de la vía y tienen por finalidad mantener un nivel de servicio adecuado. Están referidas al cuidado y vigilancia de los elementos confortantes de la vía incluyendo la preservación de la integridad física del Derecho de Vía, el control de cargas y pesos vehiculares, los servicios complementarios, medidas de seguridad vial, así como la prevención y atención de emergencias viales.

PAVIMENTO: Estructura construida sobre la subrasante de la vía, para resistir y distribuir los esfuerzos originados por los vehículos y mejorar las condiciones de seguridad y comodidad para el tránsito. Por lo general está conformada por las siguientes capas: subbase, base y capa de rodadura.

PAVIMENTO FLEXIBLE: Constituido con materiales bituminosos como aglomerantes, agregados y de ser el caso aditivos.

PENDIENTE DE LA CARRETERA: Inclinación del eje longitudinal de la carretera.

PERALTE: Inclinación transversal de la carretera en los tramos de curva, destinada a contrarrestar la fuerza centrífuga del vehículo.

PERFIL LONGITUDINAL: Trazo del eje longitudinal de la carretera con indicación de cotas y distancias.

PERMEABILIDAD: Capacidad de un material para permitir que un fluido lo atravesase sin alterar su estructura interna.

POROSIDAD: Propiedad de un cuerpo que se caracteriza por la presencia de vacíos.

RAMAL: Bifurcación de una carretera que se aparta de la dirección inicial

RAMPA: Ramal de intercambio con pendiente, destinado a empalmar una vía con otra a niveles diferentes.

RASANTE: Nivel terminado de la superficie de rodadura. La línea de rasante se ubica en el eje de la vía.

RECONSTRUCCIÓN: Renovación completa de una obra de infraestructura vial, previa demolición parcial o completa de la existente, pudiendo modificarse sus características originales.

RECUPERACIÓN (elástica): Sirve para determinar el grado de elasticidad de los asfaltos modificados.

REHABILITACIÓN: Ejecución de las obras necesarias para devolver a la infraestructura vial sus características originales y adecuarla a su nuevo periodo de servicio; las cuales están referidas principalmente a reparación y/o ejecución de pavimentos, puentes, túneles, obras de drenaje, de ser el caso movimiento de tierras en zonas puntuales y otros.

REPLANTEO TOPOGRÁFICO: operación mediante la cual se marcan sobre el terreno a construir los puntos básicos del proyecto.

RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO: Propiedad de la superficie del pavimento, particularmente cuando esta mojado, para resistir el deslizamiento o resbalamiento de las ruedas de los vehículos.

RIESGO VIAL: Probabilidad de que la infraestructura vial sufra daños, como consecuencia de fenómenos de la naturaleza y/o antrópicos.

ROCA: Material formado por diversos minerales unidos por fuerzas cohesivas permanentes.

ROCA FIJA: Masas de rocas medianas o fuertemente litificadas que, debido a su cohesión y consolidación, requieren necesariamente el empleo sistemático de explosivos para su disgregación.

ROCA SUELTA: Masas de rocas cuyos grados de fracturamiento, cohesión y consolidación, necesiten el uso de maquinaria y/o requieran explosivos, siendo el empleo de este último en menor proporción que para el caso de roca fija.

ROCE: Acción de cortar y eliminar todo arbusto, hierba, maleza, vegetación que crezca en ambos lados de la carretera y que impidan o dificulten la visibilidad al conductor.

RUTA: Carretera definida entre dos puntos determinados, con origen, itinerario y destino debidamente identificados.

SARDINEL: Obra de concreto, piedra u otros materiales, que sirve para delimitar o confinar la calzada o la plataforma de la vía. También se utiliza en puentes como defensa de la estructura contra los impactos que podría originar un vehículo.

SECCIÓN TRANSVERSAL: Representación de una sección de la carretera en forma transversal al eje y a distancias específicas, que nombra y dimensiona los elementos que conforman la misma, dentro del Derecho de Vía. Hay dos tipos de sección transversal: General y Especial.

SEGURIDAD VIAL: Conjunto de acciones orientadas a incrementar la seguridad intrínseca y la calidad de protección de las redes viales, en beneficio de los usuarios de las vías.

SEÑALIZACIÓN VIAL: Dispositivos que se colocan en la vía, con la finalidad de prevenir e informar a los usuarios y regular el tránsito, a efecto de contribuir con la seguridad del usuario.

SEPARADOR: Espacio o dispositivo estrecho y ligeramente saliente, distinto de una franja o línea pintada, situado longitudinalmente para separar el tránsito de la misma o distinta dirección y dispuesto de tal forma que limite e impida el paso de vehículos entre calzadas o carriles.

SOBREANCHO: Ancho adicional de la superficie de rodadura de la vía, en los tramos en curva para compensar el mayor espacio requerido para maniobrar el vehículo.

SOCAVACIÓN: Erosión de la cimentación de una estructura, o del suelo subyacente a la vía por la acción del agua.

SUBBASE: Capa que forma parte de la estructura de un pavimento que se encuentra inmediatamente por debajo de la capa de Base.

SUBESTRUCTURA: Componente estructural donde se apoya la superestructura y que transmite al terreno de cimentación las cargas aplicadas al puente, entre ellos los estribos y pilares.

SUBRASANTE: Superficie terminada de la carretera a nivel de movimiento de tierras (corte o relleno), sobre la cual se coloca la estructura del pavimento o afirmado.

SUELO ARCILLOSO: Conformado por arcillas o con predominancia de éstas. Por lo general, no es adecuado para el tránsito vehicular.

SUELO ARENOSO: Conformado por arena o con predominancia de ésta. Por lo general, no es adecuado para el tránsito vehicular.

SUELOS EXPANSIVOS: Suelos arcillosos inestables ante la presencia de agua y experimentan cambios de volumen, por expansión o contracción, poniendo en peligro a las estructuras.

SUELOS INALTERADOS: (No disturbados): Generalmente son cohesivos que conservan su estructura y humedad.

SUPERESTRUCTURA: Componente estructural que recibe en forma directa las cargas vehiculares que circulan por el puente; conformada por diferentes tipos de elementos metálicos, de concreto, madera y otros.

SUPERFICIE DE RODADURA: Plano superficial del pavimento, que soporta directamente las cargas del tráfico.

TALUD: Paramento o superficie inclinada que limita lateralmente un corte o un terraplén.

TERRAPLÉN: Parte de la explanación situada sobre el terreno original. También se le conoce como relleno.

TRABAJABILIDAD: La facilidad con que las mezclas de pavimentación y de otras obras de infraestructura vial pueden ser colocadas y compactadas.

TRAMO: Parte continúa de una carretera.

TRANSICIÓN DE SOBREALCHO: Traza del borde de la calzada, en la que se modifica gradualmente el ancho de la calzada hasta alcanzar el máximo ancho de la sección requerida en la curva.

USUARIO: Persona natural, pública o privada que utiliza la infraestructura vial pública.

VARIANTE: Bifurcación de una carretera en el que se fija su punto de inicio, siendo su punto final, necesariamente, otro punto de la misma carretera.

VEHÍCULO: Todo medio capaz de desplazarse que sirve para transportar personas o mercancías y que se encuentra comprendido dentro de la clasificación vehicular del Anexo I del Reglamento Nacional de Vehículos.

VELOCIDAD DE OPERACIÓN: Es la velocidad máxima a la que pueden circular los vehículos en un determinado tramo de una carretera, sin sobrepasar la velocidad de diseño de tramo homogéneo.

VÍA: Camino, arteria o calle, que comprende la plataforma y sus obras complementarias.

VÍA DE ACCESO RESTRINGIDO: Son aquellos tramos o partes de una carretera en donde la autoridad competente ha impuesto restricciones de acceso al tránsito y/o transporte para aislar externalidades negativas generadas por las actividades relacionadas con el transporte y tránsito. Dichas restricciones pueden ser aplicadas en forma permanente, temporal o periódica.

VÍA DE SERVICIO: Vía secundaria paralela a una carretera, conectada a ésta solamente en algunos puntos y que sirve a las propiedades o edificios contiguos. Puede ser con sentido único o doble sentido de circulación.

VÍA URBANA: Arterias o calles conformantes de una red vial de una ciudad o centro poblado que no es integrante del Sistema Nacional de Carreteras (SINAC).

VIDA ÚTIL: Tiempo previsto de una obra vial, en el cual debe operar o prestar servicios en condiciones adecuadas.

VULNERABILIDAD VIAL: Grado de exposición de una infraestructura vial frente a un determinado riesgo vial.

ZANJA DE CORONACIÓN: Canal abierto en terreno natural, en la parte superior de un talud de corte, destinado a captar y conducir las aguas de escorrentía y evitar la erosión del talud.

7. BIBLIOGRAFÍA

Correa E., 2017, El rol de las vías terciarias en la construcción de un nuevo país. Revista de Ingeniería, N° 45, 2017 pág. 64-71.

Cosanher, 2015. Drenaje en carreteras. Recuperado de: <http://www.cosanher.com/single-post/2015/05/27/drenaje-en-carreteras>

González, Alba, 2006, Infraestructura vial en Colombia: un análisis económico como aporte al desarrollo de las regiones 1994-2004, Recuperado de: <http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/12066/T10.06%20G589in.pdf?sequence=1>.

Echeverry Arciniegas, C. and Lizcano Peláez, A., 2009. Manual De Drenaje De Carreteras. Bogotá: Instituto Nacional de Vías.

Pachón Á; Ramírez M, 2005, La infraestructura de transporte en Colombia durante el siglo XX: una descripción desde el punto de vista económico”, en imprenta, ed. FCE-BR, Bogotá.

Instituto Nacional de Vías, 2009, Manual de drenaje para carreteras. Subdirección de apoyo técnico. (Archivo PDF)

Higuera C., 2011, Nociones sobre métodos de diseño de estructuras de pavimentos para carreteras. Teoría, Métodos de diseño y ejemplos de aplicación. Volumen II.

Higuera C., 2011, Nociones sobre métodos de diseño de estructuras de pavimentos para carreteras. Principios fundamentales, el tránsito, factores climáticos y geotecnia vial. Volumen I.

Vélez Upegui, J. J. y otros, 2013. En: Diseño hidrológico e hidráulico de obras de ingeniería para proyectos viales. Manizales: Universidad Nacional de Colombia, pp. 0-220.

Instituto del Concreto, (2012). Inspección, evaluación y diagnóstico de estructuras de concreto. Durabilidad y patología del concreto, Volumen 1, 196-202

Suarez, J., 2009. Deslizamientos. Técnicas De Remediación Vol. II. Universidad Industrial de Santander.

Figuroa Infante, A. S. y otros, 2008. En: Manual para el mantenimiento de la red vial secundaria (pavimentada y en afirmado). Bogotá: Ministerio de Transporte. Pag 1-76.

Suárez, J. (2001): Control de erosión en zonas tropicales. Bucaramanga: Instituto de investigaciones sobre erosión y deslizamientos e Ingeniería de Suelos Ltda.

Álzate, A. F. S., & Guerra, L. M. M. (2011). *OPTIMIZACIÓN DE MUROS DE CONTENCIÓN EN VOLADIZO, MEDIANTE ALGORITMOS GENÉTICOS*. 2011, 51.

Concesión Transversal del Sisga S.A.S. (2018, abril 27). *Corredor Vial Transversal del Sisga*. Recuperado de: <http://www.concesiondelsisga.com.co/>

Londoño, E. P., Gómez, A. O., Pinilla, M. E. A., Villegas, M. O., & Morón, E. N. (s. f.). *CARTILLA DE ANDENES BOGOTÁ D.C.* 108.

Suarez Díaz J., “Deslizamientos-Técnicas de remediación, tomo II”, Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga. Febrero 2009.

MyPHor Materiales Especiales S.L., Fibras de Polipropileno MPh Fiber Plus. Recuperado de: [48https://www.myphor.com/wp-content/uploads/2020/05/MPH-Fiber-PLUS-48.pdf](https://www.myphor.com/wp-content/uploads/2020/05/MPH-Fiber-PLUS-48.pdf)

Instituto Nacional de Vías. Sección 11—Muros, Estribos y Pilas.pdf.

Norma Colombiana de Diseño de Puentes – LFRD – CCP14. Sección 11. Muros, Estribos y Pilas. 11.8 – Muros en Voladizo C11.8.1 Requisitos Generales.

8. ANEXOS

Ensayo para determinar la densidad y peso unitario del suelo por el método del cono y arena (Anexo A)

Ensayo para determinar la humedad de suelos empleando un probador con carburo de calcio (Anexo B)

Ensayo para de terminar el asentamiento del concreto (Anexo C)

Detalles constructivos de alcantarillado (Anexo D)

Diseño y detalles de cunetas (Anexo E)

Fibras sintéticas para refuerzo de concreto (Anexo F)

Diseño de estructuras de caída escalonada (Anexo G)

Tipos y funciones de canal rápido (Anexo H)

Usos de Subdrenajes para muros de contención (Anexo I)

Consideraciones para muros de contención (Anexo J)

Superficies podotáctiles y demarcaciones (Anexo K)

Carta de funciones (Anexo L)