

GUÍA METODOLÓGICA DEL PROCESO CONSTRUCTIVO DE PAVIMENTO RÍGIDO
Y CHEQUEO DE CUANTÍA DE ACERO DE TRANSFERENCIA PARA DOVELAS

YEIMI CAROLINA PAIPA BERNAL



Juan D Castellanos
Fundación Universitaria

FUNDACIÓN UNIVERSITARIA JUAN DE CASTELLANOS
FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS BÁSICAS
PROGRAMA INGENIERÍA CIVIL
TUNJA
2023

GUÍA METODOLÓGICA DEL PROCESO CONSTRUCTIVO DE PAVIMENTO RÍGIDO
Y CHEQUEO DE CUANTÍA DE ACERO DE TRANSFERENCIA PARA DOVELAS

Autor:

YEIMI CAROLINA PAIPA BERNAL

**TRABAJO DE GRADO PRESENTADO PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL**

Director:

Ing. ERIKA YULIETH JEREZ GIL

FUNDACIÓN UNIVERSITARIA JUAN DE CASTELLANOS
FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS BÁSICAS
PROGRAMA INGENIERÍA CIVIL

TUNJA

2023

Yo , YEIMI CAROLINA PAIPA BERNAL declaro que el contenido de este documento es reflejo del trabajo personal de quien suscribe y manifiesto que los datos son originales y tengo autorización para difundirlos y que ante cualquier notificación de plagio, copia o falta a la fuente original total o parcial, como asimismo en caso de recibirse acusaciones legales derivados de su contenido y/o de los datos presentados, soy responsable directo administrativo, económico y legal, sin afectar al Director o Directora de Tesis, a la Universidad, a otras entidades que hayan colaborado en este trabajo o entidades que hayan financiado este programa o me hayan concedido ayudas para realizar mis estudios.

NOTA DE ACEPTACIÓN DE JURADOS

Erika Yulieth jerez gil - Director de la Pasantía

Juanita del Pilar Pedreros –Director de pasantía de la Secretaria de infraestructura

Ing. Carlos Andrés Reyes Rodríguez – Director de programa

Tunja, 02 de mayo del 2023

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios, por darme la fuerza y voluntad necesaria para poder culminar con esta meta, a mis padres por tu su motivación, por brindarme todo su amor y darme a conocer que todo esfuerzo tiene su resultado porque con ello pude seguir adelante.

AGRADECIMIENTOS

Expresó agradecimientos a mi familia quienes con su apoyo moral y económico se dio posible estar presente en el proceso de ejecución y fortalecimiento profesional. De igual manera agradezco a la ingeniera Erika Jerez quien me guio como tutora de pasantía, al ingeniero Hildebrando Castro y a la ingeniera Alejandra Bernal quienes estuvieron presentes en el fortalecimiento del proceso constructivo del mejoramiento vial, a la secretaría de infraestructura de la alcaldía de Tunja por facilitarme la oportunidad de poder integrarse en la intervención de la malla vial, de tal manera creciendo como profesional y por permitirme ampliar conocimientos en cada uno de las intervenciones.

A la Universidad Juan de Castellanos de Tunja y a sus docentes que son partes fundamentales de la formación académica.

RESUMEN

El presente documento plasma las actividades realizadas en el desarrollo de la pasantía de la rehabilitación de la malla vial de la ciudad de Tunja, describiendo de manera precisa cada una de ellas.

Como parte fundamental del desarrollo de la pasantía, se menciona el proceso constructivo de pavimento flexible y rígido en varios frentes urbanos de la ciudad, mencionando actividades como fallos, demolición, excavación, suministro e instalación de material de mejoramiento, re nivelación y reforzamiento en acero para pozos de inspección, fundido de concreto, suministro e instalación de carpeta asfáltica, instalación de bordillo.

El objetivo de la pasantía es supervisar las obras de rehabilitación de la malla vial, teniendo en cuenta la estructura dada por infraestructura. Finalmente como producto final se muestra el proceso constructivo y una cartilla guía del acero de transferencia de los pavimentos rígidos.

Palabras clave: Acero de transferencia, Acometidas, Base, Concreto, Densidades, Fallos, Interventoría, Material granular, Mezcla densa en caliente, pavimento rígido, pavimento flexible, Sub base, Supervisión, Vaciado.

ABSTRACT

This document reflects the activities carried out in the development of the internship for the rehabilitation of the road network of the city of Tunja, precisely describing each one of them.

As a fundamental part of the development of the internship, the construction process of flexible and rigid pavement is mentioned in several urban fronts of the city, mentioning activities such as failures, demolition, excavation, supply and installation of improvement material, re-leveling and steel reinforcement. For inspection wells, concrete casting, supply and installation of asphalt carpet, curb installation.

The objective of this internship is to supervise the rehabilitation works of the road network, taking into account the structure given by infrastructure. Finally, as a final product, the construction process of the rigid pavement and a spreadsheet to quantify its steel are shown.

Keywords: Transfer steel, Connections, Base, Concrete, Densities, Failures, Intervention, Granular material, Dense hot mix, rigid pavement, flexible pavement, Subbase, Supervision, Casting.

TABLA DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	5
AGRADECIMIENTOS.....	6
RESUMEN.....	7
ABSTRACT.....	8
GLOSARIO.....	1
INTRODUCCIÓN.....	3
OBJETIVOS.....	4
MARCO DE REFERENCIA.....	7
METODOLOGÍA.....	13
DESARROLLO ACTIVIDADES.....	15
DESARROLLO DEL PRODUCTO.....	41
ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	42
CONCLUSIONES.....	43
RECOMENDACIONES.....	44
REFERENCIAS.....	45
ANEXOS.....	48

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Intervención de Veolia en el Barrio el Consuelo	15
Figura 2. Ubicación de señalización en ARCGIS	16
Figura 3. Estado del talud en José Joaquín Camacho.....	16
Figura 4. Punto de aforo peatonal, Puente Villa Luz.....	17
Figura 5. Aforo Bici usuario avenida Norte /Cra 6ª C.....	17
Figura 6. Apique y ensayo de CBR y PDC frente 6C	18
Figura 7. Apique y muestras ensayo de CBR Y PDC frente 1C	19
Figura 8. Actas de vecindad en el barrio Santa Rita.....	19
Figura 9. Replanteo en el frente San Rafael	20
Figura 10. Demolición de concreto simple.....	21
Figura 11. Excavación mecánica con Retroexcavadora	22
Figura 12. Excavación y retiro de material con Excavadora.....	22
Figura 13. Cuantificación redes domiciliarias reparadas.....	22
Tabla 2. Cuantificación de afectaciones de redes por excavación	23
Figura 14. Retiro de fallo.....	24
Figura 15. Registro de instalación, nivelación y compactación de mejoramiento sub base y base.....	25
Figura 16. Toma de densidades capa Subbase	26
Figura 17. Instalación Geomalla.....	27
Figura 18. Registro de instalación, nivelación y compactación de mejoramiento base	28
Figura 19. Toma de densidades por empresa Benítez y Hermanos López.....	29
Figura 20. Re nivelación y limpieza de pozos de inspección.....	29
Figura 21. Izaje de tapa de pozo de inspección	30
Figura 22. Re construcción de sumideros.....	30
Figura 23. Instalación de carpeta asfáltica.....	31
Figura 24. Demolición y excavación del frente.....	32
Figura 25. Suministro e instalación de base estabilizada	33
Figura 26. Reforzamiento de pozos.....	34
Figura 27. Reforzamiento de pozos.....	35
Figura 28. Instalación de dovelas	36

Figura 29. Suministro de concreto COLCONCRETO Y HOLCIM	37
Figura 30. Ensayo de vigas y cono	37
Figura 31. Vibrado de concreto	38
Figura 32. Nivelación y Cepillado del concreto	39
Figura 33. Aplicación de Anti-Sol.....	39
Figura 34. Corte y Sellado de Juntas transversales	40

pág.

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Resultado de pavimento Rígido	50
Anexo 2. Resultado de pavimento flexible	50
Anexo 3. Cuantía de material de acero	51
Anexo 4. Estructura de pavimento flexible del frente de San Luis	52
Anexo 5. Estructura de pavimento flexible del frente de Mesopotamia	53
Anexo 6. Estructura de pavimento flexible del frente de Santa Rita	53
Anexo 7. Estructura de pavimento flexible del frente san Rafael	54
Anexo 9. Estructura de pavimento flexible del frente Antonio Santos	54
Anexo 10. Estructura de pavimento flexible del frente Cooservicios	55
Anexo 11. Estructura de pavimento rígido del frente Esperanza 31 B	55
Anexo 12. Estructura de pavimento rígido del frente Esperanza 31 A	56

pág.

GLOSARIO

- Bombeo: “Pendiente transversal en las entre tangencias horizontales de la vía, que tiene por objeto facilitar el escurrimiento superficial del agua. Está pendiente, va generalmente del eje hacia los bordes”.(INVIAS, 2013a)
- Calzada: “Zona de la vía destinada a la circulación de vehículos.(Generalmente pavimentada o acondicionada con algún tipo de material de afirmado”. INVIAS, 2013a)
- Cuneta: “Zanjas, revestidas o no, construidas paralelamente a las bermas, destinadas a facilitar el drenaje superficial longitudinal de la carretera. Su geometría puede variar según las condiciones de la vía y del área que drenan”.(INVIAS, 2013a).
- Capa de rodadura Capa superior del pavimento clasificado por tener alta resistencia y textura adecuada para el tráfico vehicular “las capas de rodadura con mezcla asfáltica son aquellas que se construyen para proporcionar al usuario una superficie de rodadura uniforme, bien drenada, resistente al derrapamiento, cómoda y segura”.(NORMAS IMT.MX, n.d.)
- Curado: Proceso mediante el cual el hormigón se mantiene húmedo y protegido de la intemperie en un determinado tiempo con el fin de obtener la resistencia óptima. “El curado es sin duda uno de los procesos más importantes del concreto, toda vez que impacta en todas sus propiedades”(ECLUID Group, 2016) .
- Pavimento: “Conjunto de capas superpuestas, relativamente horizontales, que se diseñan y construyen técnicamente con materiales apropiados y adecuadamente compactados. Estas estructuras estratificadas se apoyan sobre la Subrasante de una vía y deben resistir adecuadamente los esfuerzos que las cargas repetidas del tránsito le transmite durante el período para el cual fue diseñada la estructura y el efecto degradante de los agentes climáticos”.(INVIAS, 2013a)
- Pavimento flexible: “Tipo de pavimento constituido por una capa de rodadura bituminosa apoyada generalmente sobre capas de material no ligado”.(INVIAS, 2013a)
- Pavimento rígido: tipo de pavimento que se construye con una capa de hormigón armado que proporciona resistencia y estabilidad a la superficie. “Es aquel que fundamentalmente está constituido por una losa de concreto hidráulico, apoyada sobre la subrasante o sobre una capa de material seleccionado, la cual se denomina sub base del pavimento rígido”.(INVIAS, 2013a)

- Rasante: “Es la proyección vertical del desarrollo del eje de la superficie de rodadura de la vía”.(INVIAS, 2013a)
- Subrasante: “Superficie especialmente acondicionada sobre la cual se apoya la estructura del pavimento”.(INVIAS, 2013a).
- Juntas: las juntas son discontinuidades que son determinadas por diseño, de tal manera que van en sentido transversal y longitudinal. “Son las juntas que se generan al final del día o cuando se suspende la colocación del concreto. Estas juntas se deben localizar y construir en el lugar planeado siempre que sea necesario”. (Euclid Group Toxement, 2019). Estas son muy importantes, ya que controlan el agrietamiento generado por la carga de tránsito.

INTRODUCCIÓN

La malla vial es un componente fundamental de la infraestructura de cualquier ciudad o país, ya que permite la conectividad y movilización de personas, bienes y servicios. Sin embargo, con el tiempo y el uso constante, las vías pueden deteriorarse y presentar problemas como baches, grietas y desniveles, lo que puede afectar la seguridad de los usuarios y disminuir la calidad de vida de los habitantes. De lo anterior es por ello que se hace necesario realizar trabajos de rehabilitación y mantenimiento periódicos en la malla vial, con el fin de garantizar su óptimo funcionamiento y prolongar su vida útil.

En el transcurso de la intervención de la malla vial como supervisora hay la oportunidad de acompañar al proceso de construcción de pavimento rígido y flexible en los que para cada uno de estos se debe regir una estructura acorde a lo establecido al diseño dado por infraestructura. De lo anterior los frentes supervisados son: San Luis, Santa Rita, Cooservicios, Antonia Santos, la Esperanza, San Rafael.

El presente documento plasma las actividades realizadas en el desarrollo de la pasantía de la rehabilitación de la malla vial de la ciudad de Tunja, describiendo de manera precisa cada una de ellas, de igual forma se desarrolla el proceso constructivo para el pavimento rígido y un cheque de cuantía de acero de transferencia (Dovelas).

OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo general

Supervisar las obras de rehabilitación “malla vial” en la ciudad de Tunja especialmente en lo que compete a construcción para pavimento rígido.

1.1.2 Objetivos específicos

- Supervisar el proceso constructivo vial de los frentes asignados por infraestructura, ya sea de tipo (flexible o rígido).
- Apoyar a Interventoría y a la Supervisión con la cuantificación de suministro de mejoramiento, cuantía de materiales, fallos, toma de densidades y verificación del cumplimiento de la estructura dada por la identidad de infraestructura.
- Exponer el proceso constructivo e implementar una cartilla guía del acero de transferencia de dovelas del pavimento rígido.

1.2 JUSTIFICACIÓN

La rehabilitación de la malla vial es crucial para garantizar la conectividad y movilidad de las personas y mercancías en una ciudad o región. Una vía en mal estado puede causar accidentes de tráfico, afectar el tiempo de transporte y aumentar el costo de los vehículos. Además, una vía deficiente puede limitar el acceso a servicios esenciales, como hospitales, escuelas y mercados.

En Tunja el grado de deterioro de las vías primarias y secundarias es crítico que dificulta la movilidad, es por ello que el Alcalde Alejandro Fúneme presenta el plan de operación Malla Vial junto al secretario de infraestructura, según la entrevista siete días “La malla vial de Tunja son 360 kilómetros, de los cuales 60 se deben intervenir de manera urgente”. Por lo anterior estas intervenciones son importantes realizarlas para mejorar las condiciones de movilidad y seguridad de la sociedad.

La realización de la pasantía en la rehabilitación de la malla vial es una excelente oportunidad de aprendizaje, de tal manera, se adquiere experiencia práctica en el campo de la ingeniería civil, se participa en tareas como la supervisión de obra.

Como pasante se desarrolla habilidades necesarias en campo sin dejar atrás el trabajo en equipo y la capacidad de comunicación que son componentes importantes

1.3 VENTAJAS DE LA PASANTÍA E IMPORTANCIA

La pasantía influye mucho en el crecimiento profesional y fomentar experiencia de esta se puede observar la realidad de las tantas situaciones que en obra se pueden presentar y por supuesto las soluciones que se deben hacer para llevar a cabo las actividades, por lo anterior, como pasante se tiene como ventaja apreciar las actividades en ejecución para el mejoramiento de una vía y su ejecución de un pavimento rígido y flexible.

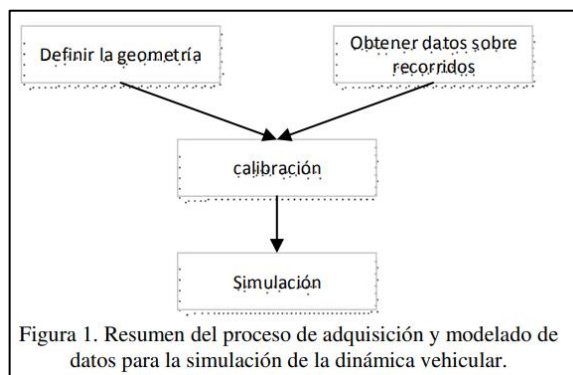
MARCO DE REFERENCIA

1.4 RESEÑA HISTÓRICA DE LA EMPRESA

La alcaldía de Tunja se encuentra localizada en el departamento de Boyacá, este es un municipio cuya superficie es de 11800 Hectáreas, población (180568 habitantes), altitud (2804 msnm).

1.5 MARCO TEÓRICO

Aforo: Estudio realizado donde el objetivo es cuantificar la demanda de infraestructura peatonal. “Especialmente su variación (espacial y temporal), distribución (por sentidos o cruces en accesos de intersecciones) y composición (de acuerdo con los atributos de los peatones, como género, edad y ocupación)”(Alberto & Burgos, 2010). Dado a lo anterior, el estudio que se hace permite determinar la conveniencia de construcción de nuevos accesos, de tal manera que se pueda dar control al tránsito; para esto es necesario determinar el área crítica para recolectar datos.



(Monetti et al., 2018)

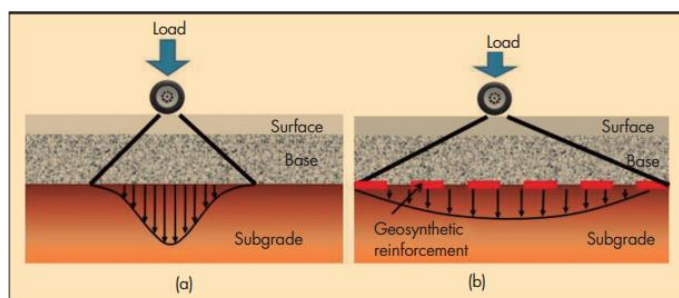
Pavimento flexible: El pavimento flexible está compuesto por materiales seleccionados de la siguiente manera: Sub base, Base, carpeta asfáltica. “Los materiales de mejor calidad se encuentran en la parte superior donde la intensidad de los esfuerzos es alta y, materiales de menor calidad en la parte inferior donde la intensidad de los esfuerzos disminuye” (Emmett Grames, 2020). De lo anterior este brinda una superficie cómoda, segura que tienen la capacidad de adaptarse a las deformaciones y absorber cargas dinámicas, generando flexibilidad y durabilidad.



(Manuela et al., n.d.)

Pavimento flexible reforzado con geosintéticos: Es una estructura compuesta por materiales granulares seleccionados, adicionalmente su refuerzo es un geotextil que se utiliza para mejorar la resistencia del pavimento. “El refuerzo con geosintético se coloca a menudo en la interfaz entre las capas de base y Subbase, o Subbase y subrasante, o en el interior de la base del pavimento flexible. Así se reducen las tensiones sobre la subrasante en relación con los pavimentos flexibles sin este refuerzo”(Zornberg, 2013).

El geosintético se utiliza en terrenos con suelo débil, altos de nivel freático o terreno inestables; con su utilización en la construcción de este tipo se obtiene una vía duradera, económica y más resistente a la deformación y al impacto del tráfico.



(Zornberg, 2013).

Sub-base: es un material grueso compuesto por arena, triturados y material grueso, se instala sobre la subrasante y debajo de la capa base, este debe brindar apoyo uniforme y permanente del pavimento. “Sus funciones son la de resistir las cargas de tránsito y transmitir las adecuadamente”

De lo anterior, este material es indispensable para absorber deformaciones tales como cambios volumétricos que impiden que se reflejan en la superficie del pavimento.

Para la selección de tal material se tienen en cuenta las características y tipos de sub base granular que se muestran en la siguiente imagen

CARACTERÍSTICAS Y TIPOS DE SUB BASES GRANULARES			
TAMIZ	PORCENTAJE EN PESO QUE PASA A TRAVÉS DE LOS TAMICES DE MALLA CUADRADA		
	CLASE 1	CLASE 2	CLASE 3
3" (76,2 mm)	-	-	100
2" (50,4 mm)	-	100	-
1 1/2 (38,1 mm)	100	70 - 100	-
Nº 4 (4,75 mm)	30 - 70	30 - 70	30 - 70
Nº 40 (0,425 mm)	10 - 35	15 - 40	-
Nº 200 (0,075 mm)	0 - 15	0 - 20	0 - 20

Modenese, P. (2015, octubre 20). *Clases de Sub bases granulares* —. Manual de Obra.

Base estabilizada: la base estabilizada con cemento es una alternativa significativa para la construcción de pavimentos. “La estabilización con cemento generalmente se emplea para aumentar la resistencia del suelo y así mismo incrementar las cargas de tránsito y obtener mezclas con un mejor comportamiento ante la erosión y los cambios de temperatura”(Reichenbach et al., 2019) Esta se puede realizar in situ o suministrada desde una cantera, por otro lado se encuentra ubicada debajo de la losa de concreto, su función es ser resistente de tal manera que absorba la mayor parte de los esfuerzos verticales.

Tabla 1
Husos granulométricos para materiales de bases granulares.

TAMICES		% en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada				
Pulgadas	Mm	CLASE 1		CLASE 2	CASE 3	CLASE 4
		Tipo A	Tipo B			
2	50,8	100	---			100
1 1/2	38,1	70-100	100			
1	25,4	55-85	70-100	100		60-90
3/4	19	50-80	60-90	70-100	100	
03-ago	9,5	35-60	45-75	50-80	-	
Nº4	4,76	25-50	30-60	35-65	45-80	20-50
Nº10	2	20-40	20-50	25-50	30-60	
Nº40	0.425	oct-25	oct-25	15-30	20-35	
Nº200	0.075	02-dic	02-dic	mar-15	mar-15	0-15

MTOF-001-F-2002.

(S/f). Redalyc.org. Recuperado el 25 de abril de 2023.

Asfalto: Es un material aglomerante constituido por mezclas, según Montiel Mancilla A. 2010 “las mezclas del asfalto son complejas de hidrocarburos no volátiles de alto peso molecular, este se puede obtener por evaporación natural”. La mezcla que se menciona anteriormente es de color oscuro y una de sus características es que esta es originaria del petróleo y por su puesto es lígate y resistencia al envejecimiento.

Carpeta: Es una capa de material asfáltico que se aplica sobre la capa base se utiliza para dar una superficie resistente y de alta calidad “la carpeta debe proporcionar una superficie de rodamiento adecuada con textura y color convenientes”(Hovstadius & Steven Bolles, 2018) . La capa es esencial en la construcción de pavimentos ayuda a reducir el ruido del tráfico, mejora la atracción y la seguridad vial.

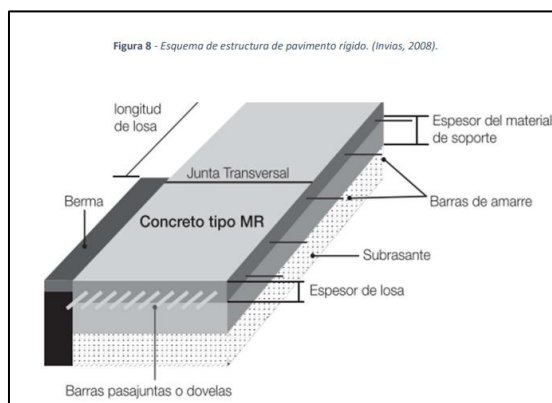
Procedimiento de construcción:

- Preparación de la superficie: Esta debe estar en perfectas condiciones de lo contrario es necesaria reparar las zonas afectadas. Tener en cuenta que antes de extender la mezcla debe tener la densidad óptima.
- Transporte de la mezcla: los vehículos (volquetas) deben cubrir la mezcla para evitar humedecimiento y pérdida de temperatura durante el transporte.
- Extendido de material: La actividad se debe realizar con la máquina ideal (Finisher) para así cumplir con los lineamientos, anchos y espesores señalados en los planos “se rechaza la segregación de la mezcla y la extensión debe ser suspendida hasta que sea determinada la causa de la misma en caso de presentarse; la totalidad de la superficie segregada que no sea corregida antes de la compactación, debe ser retirada y reemplazada con material apto”(Cambios et al., 2017)
- Compactación: La compactación se realiza con debido cuidado, iniciando por los bordes de tal manera que no cause desplazamientos o grietas. Para su respectiva compactación según cambios et al, 2017 “La primera pasada debe darse a una temperatura mínima de 115°C”.



Autoría del autor, 2023

Pavimento rígido: “La rodadura para el pavimento rígido es proporcional por losas de hormigón hidráulico, las cuales distribuyen las cargas de los vehículos hacia las capas inferiores”. Montiel Mancilla A. 2010. El pavimento es instalado sobre una capa de material granular base, además incluye acero de transferencia.

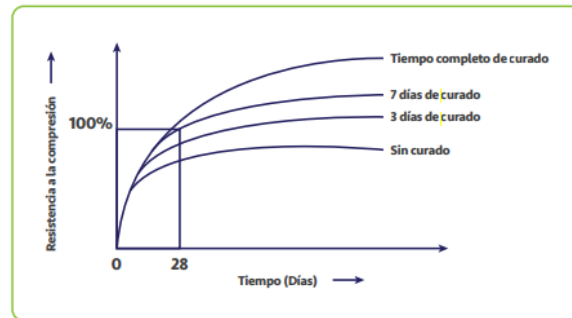


(Emmett Grames, 2020)

Juntas: las juntas son discontinuidades que son determinadas por diseño, de tal manera que van en sentido transversal y longitudinal. “Son las juntas que se generan al final del día o cuando se suspende la colocación del concreto. Estas juntas se deben localizar y construir en el lugar planeado siempre que sea necesario”. (Euclid Grupoxement, 2019). Estas son muy importantes, ya que controlan el agrietamiento generado por la carga de tránsito.

Curado de concreto: El curado del concreto es un proceso muy importante, ya que busca impactar todas sus propiedades, caracterizándose que en el proceso de hidratación es muy rápido en las primeras edades como se muestra en la siguiente imagen de influencia del curado. Para esto

se debe tener un adecuado mantenimiento de la humedad y temperatura “El concreto es muy susceptible a la temperatura a la cual se desarrolla el proceso de hidratación. Se ha encontrado que para maximizar sus propiedades, la temperatura de curado debe ser mayor a 10°C; cuando la temperatura es menor, hay un bajo desarrollo de resistencias iniciales.”(ECLUID Group, 2016).



(ECLUID Group, 2016)

METODOLOGÍA

Tabla 1. Cronograma de actividades

	Inicio	Finalización												
Año	2022	2023												
Mes	Septiembre	Abril												
Fecha	14/09/2023	22/04/2023	septiembre				Octubre				Noviembre			
Actividad	Inicio	Culminación	semana 1	semana 2	semana 3	semana 4	semana 1	semana 2	semana 3	semana 4	semana 1	semana 2	semana 3	semana 4
Supervisión pavimento flexible : espacio publico estado de la vía, clasificación de documentos.	14/09/2022	17/09/2022												
Supervisión : visita tecnica, y proyección de muros y clasificación de documentos	19/09/2022	24/09/2022												
Supervisión: reubicación de señalización en el programa Argios, evaluación de intervención de Veolia, aquiques en el Barrio Villa Toledo	26/069/2022	1/10/2022												
supervisión: instalación de carpeta asfáltica en el barrio san luis, aforos en la esperanza, aforo en esmeralda 11A, Villa toledo 6B, excavación del tramo	3/10/2022	8/10/2022												
supervisión: realización de actas de vecindad en el tramo 30A Gaitan, aforo, apique tramo 8A jose juaquin, excavación mecánica, replanteo de cuneta costado izquierdo, compactación de piedraplen	10/10/2022	15/10/2022												
Supervisión: actas de vecindad, tramo san francisco 23 H instalación de geomalla, suministro e instalación de sub base.	17/10/2022	22/10/2022												
tramo 5B compactación y sero de material subbase, 5A Excavación y retiro de material, 20A cambio de tubería de alcantarillado	24/10/2022	29/10/2022												
supervisión: tramo 5B compactación y sero de material subbase, 5A Excavación y retiro de material, 20A cambio de tubería de alcantarillado	14/11/2022	19/11/2022												
supervisión: antonia santos Excavación manual y macánica para filtro, seriado, compactación nivelación de sub base, tramo cooservicios toma de densidades	21/11/2022	26/11/2022												
supervisión en los tramo cooservicios 17J suministro e instalación de tubería de alcantarillado y excavación, 17A instalación de carpeta asfáltica , 19A sol de oriente verificación de avance de actividades, 20 A antonia santos toma de	28/11/2022	3/12/2022												
supervisión en los tramos 17 j instalación de carpeta asfáltica, 10A mesopotamia demolición de bordillo- suministro e instalación humectación y compactado de base, 20A instalación de bordillo,	5/12/2022	10/12/2022												

DESARROLLO ACTIVIDADES

A continuación se evidencia el desarrollo de actividades que se realiza en el transcurso de la pasantía.

Espacio público: En esta actividad se evalúa sobre la intervención que hace Veolia; se puede observar que en su mayoría esta empresa intervino la red de alcantarillado, se evalúa la condición del sector vial en tres categorías, esto se realiza en los siguientes barrios: Consuelo, Castillos del oriente, Hunza y Jordán.

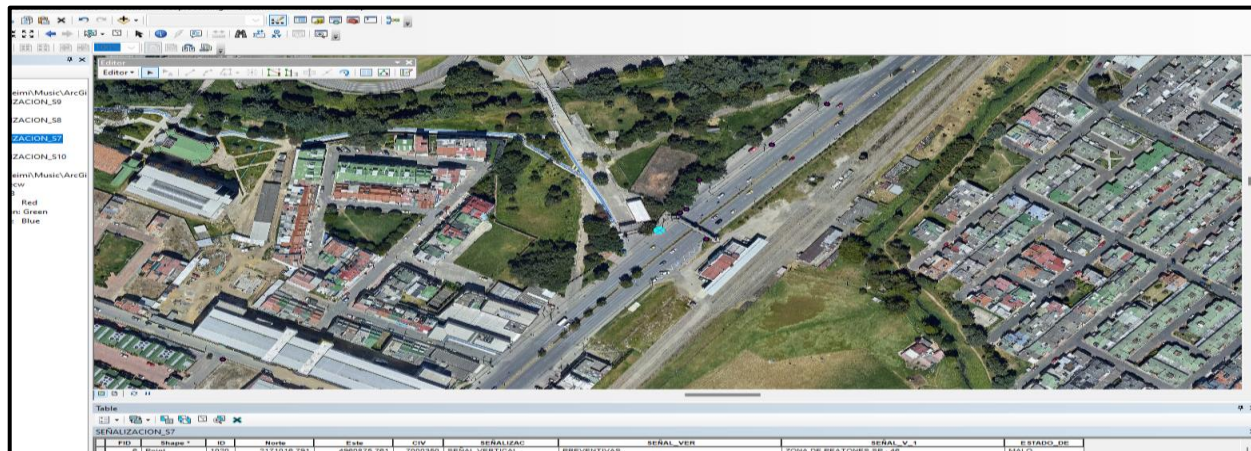
Figura 1. Intervención de Veolia en el Barrio el Consuelo



Fuente: Autor, 2023.

Señalización vial Urbana de la ciudad de Tunja: esta actividad se trata de la reubicación de señalización vertical, horizontal en el programa Arcgis situados en la ciudad de Tunja sentido noroccidente: escuela la Normal, UPTC, balcones del norte, barrió villa luz, parques del nogal

Figura 2. Ubicación de señalización en ARCGIS



Fuente: Autor, 2023.

Muros de contención: esta actividad se realiza hasta la visita técnica de los siguientes taludes: Avenida Colón entrada vereda Runta, estación sur EBSA, José Joaquín Camacho, Antonia Santos, donde se observa el tipo de suelo, la condición del área, pendiente y aproximadamente su altura, adicional a esto se pretende analizarlos mediante el programa GEO 5. Realizando las visitas se observa agrietamiento y desborde de terreno esto en su mayoría a causa de escorrentía.

Figura 3. Estado del talud en José Joaquín Camacho



Fuente: Autor, 2023.

Aforos de movilidad para peatones y Bici usuarios

El desarrollo de este consiste en el trabajo en campo definido por cuatro horas con el fin de registrar la movilidad de tránsito ya sea para peatones o bici usuarios en la avenida Norte de

Tunja; para peatones se comprende aquellos usuarios clasificados de cierta edad con o sin discapacidad que transiten de manera oriente u occidente y viceversa, para el registro de bici usuarios se determina aquellos que transiten de manera norte sur o sur norte.

Figura 4. Punto de aforo peatonal, Puente Villa Luz



Tomado de: Proyecto a caracterización peatonal, 2023

Figura 5. Aforo Bici usuario avenida Norte /Cra 6ª C

PERIODO	COSTADO OCCIDENTAL				COSTADO ORIENTAL			
	SENTIDO N-S		SENTIDO S-N		SENTIDO N-S		SENTIDO S-N	
	✓	☐	✓	☐	✓	☐	✓	☐
2:00 a 2:15	✓	☐					☐	
			TOTAL 12	TOTAL 0	TOTAL 1		TOTAL 5	
2:15 a 2:30	✓	☐					☐	
			TOTAL 12	TOTAL 1	TOTAL 1		TOTAL 5	
2:30 a 2:45	✓	☐					☐	
			TOTAL 6	TOTAL 2	TOTAL 1		TOTAL 6	
2:45 a 3:00	✓	☐					☐	
			TOTAL 15	TOTAL 1	TOTAL 0		TOTAL 2	

OBSERVACIONES:

INSPECTOR: Valeria Quiroga Pizarra B SUPERVISOR:

Autoría propia, 2023.

Apiques: en esta actividad se apoya a interventoría con la supervisión de (California Bearing Ratio) apiques en los barrios villa Toledo 6C, Caminitos de Oicatá 1C y José Joaquín Camacho 8A donde se realiza ensayo de PDC y CBR en campo, de lo anterior se tiene en cuenta la dimensión del apique, el tipo de terreno y sobre todo tomar las muestra en insitu. De lo anterior se entiende que con el ensayo de CBR se utiliza en el ensayo de pavimentos permite determinar la capacidad portante, con el fin de evaluar la calidad de los materiales sub rasante, sub base, base. Este se determina para un rango de contenidos de agua tal que sea el permitido para compactación en el campo. Se entiende por PDC (ensayo de penetración dinámico) donde el objetivo es obtener datos reales y necesarios para el diseño de pavimento, este consta de una varilla de acero de 16mm de diámetro donde es introducido en el suelo por un peso de 8 Kg desde una cierta altura, de esta manera, se realizan lecturas que se sujeta del instrumento.

Figura 6. Apique y ensayo de CBR y PDC frente 6C



Autoría propia, 2023.

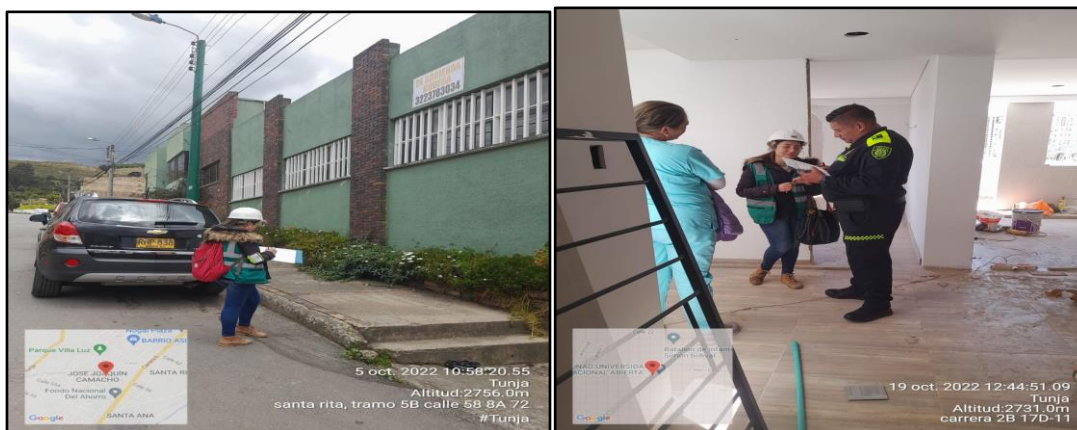
Figura 7. Apique y muestras ensayo de CBR Y PDC frente 1C



Autoría propia, 2023.

Actas de vecindad: Esta actividad se realiza antes de la ejecución del frente a intervenir con el fin de llevar un registro fotográfico e inscrito a los inmuebles donde propósito es dejar constancia del estado del mismo; de esta se registran tanto externa como internamente identificando fisuras, grietas, humedad, composición estructural y estado de material. Las actas se realizan en el barrio el Gaitán 30A, Santa Rita 5 A y 5 B, Manzanares, Nogal, San Rafael 7A Y 7B.

Figura 8. Actas de vecindad en el barrio Santa Rita



Autoría

propia, 2023.

Supervisión de rehabilitación vial

A continuación se evidencia el proceso de supervisión que se realiza a la rehabilitación vial en varios frentes de la ciudad de Tunja siendo vías urbanas dadas en los dos tipos de pavimento (flexible y rígido) de los cuales se menciona a continuación

Pavimento flexible: Se realiza supervisión y apoyo a interventoría en varios frentes de la malla vial como son: Barrió prados de san Luis, 14A, Mesopotamia 10A, Santa Rita 5A, Antonia santos 20A, san Rafael 7A 7B, Cooservicios t 17J y 17 A, José Joaquín Camacho, de esta manera a cada uno se le supervisó las siguientes actividades:

Replanteo

Como comúnmente se realiza el replanteo topográfico para marcar los puntos extraídos esta actividad se supervisa en el frente San Rafael 7 A.

Figura 9. Replanteo en el frente San Rafael



Autoría propia, 2023. }

Demolición

Se realiza supervisión y cuantía (volumen) a la demolición de concreto simple entre la abscisa 0+000 a 0+002 del frente A San Rafael.

Figura 10. Demolición de concreto simple



Autoría propia, 2023.

Excavación y retiro de material

Se realiza excavación mecánica con excavadora en los frentes Mesopotamia 10 A, Cooservicios 17J, José Joaquín Camacho 8B, de igual manera se realiza excavación mecánica con retroexcavadora en el frente San Rafael 7 A, de los anteriores frentes se supervisa que tal excavación cumpla con la estructura dada por infraestructura, por otro lado se cuantifica los metros lineales y accesorios de las redes domiciliarias que son reparadas.

Figura 11. Excavación mecánica con Retroexcavadora



Autoría propia, 2023.

Figura 12. Excavación y retiro de material con Excavadora



Autoría propia, 2023.

Figura 13. Cuantificación redes domiciliarias reparadas



Fuente: Autor, 2023.

Tabla 2. Cuantificación de afectaciones de redes por excavación

Excavacion manual para profundización de redes							
Fecha	abscisa	Tipo	largo (m)	ancho (m)	profundidad	diámetro (mm)	Estado
15/02/2023	0+021	agua potable	5.30	0.25	0.20	20	Transversal
	0+027	luz	6.28	0.25	0.23	25.4	Transversal
	0+028	luz	5.70	0.22	0.24	25.4	Transversal
	0+030	agua potable	5.50	0.25	0.21	2.3	Transversal
	0+004-0+030	gas	26.60	0.2	0.24		Longitudinal

Elaboración propia, 2023.

Excavación y retiro de fallos

Por condición altas de precipitación se presentan fallos en los frentes Antonia Santos 20 A, Cooservicios 17 A, Mesopotamia 10 A, Santa Rita 5 A, de tal manera que son retirados de manera mecánica y cuantificados.

Figura 14. Retiro de fallo



Fuente: Autor, 2023.

Suministro e instalación de material mejoramiento Subbase

Esta actividad consiste en el suministro, transporte, humedecimiento, extensión, conformación y compactado sobre una superficie preparada, esta es colocada entre la subrasante y base granular. Los equipos que se utilizan para transporte del material son las volquetas, equipo de humectación y compactación, así como herramientas menores.

En la ejecución se supervisa que la superficie sobre el cual se va asentar tenga la compactación adecuada, además que la capa Subbase granular cumpla con la estructura dada por infraestructura en los siguientes frentes: Cooservicios 17J, San Rafael 7A, Santa Rita 5 A, de esta manera el material es instalado con motoniveladora de tal manera que la capa se encuentre uniforme, sin segregaciones, por otro lado se compacta con vibro compactador ajustándose razonablemente para alcanzar la densidad seca específica.

Figura 15. Registro de instalación, nivelación y compactación de mejoramiento sub base y base



Fuente: Autor, 2023.

Toma de densidades de Sub base

Se realiza toma de densidades de la capa Subbase, de acuerdo a esta actividad se registra en campo el abscisado y el costado. De lo anterior se basa en las siguientes normas.

- según la norma de ensayo INV E- 730 “Selección al azar de sitios para la toma de muestras”.
- Para la toma de densidades se tiene como referencia la metodología que da el INV 161-13, norma por el cual se determina el ensayo de cono y arena, como resultado el lote se acepta con el 95% (INVIAS, 2013b). Este seguimiento se realiza en los frentes Cooservicios 17 A, 17j, Antonia Santos 20 A, Mesopotamia 10 A, San Rafael 7 A.

Figura 16. Toma de densidades capa Subbase



Fuente: Autor, 2023.

Instalación de Geomalla

Se supervisa la instalación de Geomalla con el fin de que se encuentre en buenas condiciones y que en su instalación esté sujeta ganchos corrugados por tal razón para evitar movimientos y en dado caso se cuantifica empalme. Este material es suministrado y supervisado en los frentes Santa Rita 5 A, Cooservicios 17 J, Antonia Santos 20 A.

Figura 17. Instalación Geomalla



Fuente: Autor, 2023.

Suministro e instalación de material mejoramiento Base

Esta actividad consiste en el suministro, instalación, humectación, conformación y compactación de la base granular sobre una superficie preparada. El equipo que es necesario para realizar esta actividad son volquetas para el transporte, motoniveladora para extensión, vibro compactador para la compactación del material, así como herramientas menores.

En la ejecución se supervisa que donde se va a instalar el material base granular sobre el cual se va asentar tenga la compactación adecuada, en la extensión que la capa base granular se verifica que cumpla con la estructura dada por infraestructura en los siguientes frentes: Cooservicios 17J, Cooservicios 17 A, San Rafael 7A, San Rafael 7B, Mesopotamia 10A, de esta manera el material es instalado con motoniveladora, de igual manera una vez extendido y humedecido de manera adecuada, se ajusta a los lineamientos compactado con vibro compactador.

Figura 18. Registro de instalación, nivelación y compactación de mejoramiento base



Fuente: Autor, 2023.

Toma de densidades de capa Base

Se realiza toma de densidades de la capa base, de acuerdo a esta actividad se registra en campo el abscisado y el costado. De lo anterior se basa en las siguientes normas.

- según la norma de ensayo INV E- 730 “Selección al azar de sitios para la toma de muestras”.
- Para la toma de densidades se tiene como referencia la metodología que da el INV 161-13, norma por el cual se determina el ensayo de cono y arena, como resultado el lote se acepta con el 98% (INVIAS, 2013b). Este seguimiento se realiza en los frentes Cooservicios 17J, 17 A, San Rafael 7 A, 7B, Antonia Santos 20 A.

Como se evidencia en la siguiente figura la toma de densidades se realiza por la empresa Benítez método del cono y arena y Hermanos López prueba por hectómetro.

Figura 19. Toma de densidades por empresa Benítez y Hermanos López



Fuente: Autor, 2023.

Re nivelación de pozo de inspección y Re construcción de sumideros

Para continuar con la instalación de carpeta asfáltica primero se realiza re nivelación con su debido acabado a los pozos que se encuentre en la vías que se estén interviniendo, de igual manera se realiza limpieza del mismo para que no impida el paso del fluido posterior a esto realiza izaje. Por otro lado se re construyen sumideros como es en el caso del frente 17J, dada la actividad de excavación por su mal estado son afectados.

Figura 20. Re nivelación y limpieza de pozos de inspección



Fuente: Autor, 2023.

Figura 21. Izaje de tapa de pozo de inspección



Fuente: Autor, 2023.

Figura 22. Re construcción de sumideros



Fuente: Autor, 2023.

Suministro e instalación de carpeta asfáltica

Antes de realizar tal actividad, se supervisa que el frente este imprimado para luego suministrar e instalar carpeta asfáltica, de tal manera que se verifica: temperatura de instalación tomada en insitu, compactación (temperatura de compactación), sellado

Figura 23. Instalación de carpeta asfáltica





Fuente: Autor, 2023.

Pavimento Rígido

En la rehabilitación se supervisa dos frentes en el Barrio la Esperanza 31 A, 31B, que tiene como fin ejecutar pavimentos rígidos por su condición de pendiente, su estructura se base en una capa base estabilizada, placa de concreto suministrada por dos empresas COLCONCRETOS Y HOLCIM.

Demolición y excavación

Se realiza demolición de carpeta asfáltica y parte de concreto simple en los dos frentes, se realiza excavación y retiro de material hasta la cota determinada según el diseño, la actividad se realiza con motoniveladora en el caso del frente 31 B y con excavadora en el frente 31 A.

Figura 24. Demolición y excavación del frente



Autoría propia, 2023.

Suministro e instalación de Base granular y compactación

Se realiza suministro de material de base granular y cemento Tequendama; se dosifica estos materiales “in situ” con el fin de tener como resultado material base estabilizada, la máquina de apoyo para el proceso es la retroexcavadora

En el caso para el frente 31 A, el material es suministrado de la planta ya estabilizada, se supervisa que la instalación cumpla con la estructura y con el estándar de compactación.

Figura 25. Suministro e instalación de base estabilizada



Autoría propia, 2023.

Suministro e Instalación de Sardinel

Para el suministro de sardinel es importante que este llegue en buenas condiciones para que no afecte la estética, su instalación se basa en la excavación manual de 0.25m con aplicación de mortero de 0.02m y como acabado final es emboquilla.

Figura 26. Reforzamiento de pozos



Fuente: Autor, 2023.

Fundido de placa de concreto hidráulico

Para el fundido de placa de concreto se realiza en primera instancia reforzamiento de pozos de inspección, (véase figura 26) y cuantía de acero (Anexo 3), se verifica el suministro e instalación de dovelas con su respectivo engrase (figura 27), colocadas en las juntas con el fin de que no se restrinja el movimiento horizontal de las losas. Se tendrá en cuenta durante la instalación de dovelas lo siguiente:

- Se revisa que las canastillas están en buen estado
- El engrasado de las dovelas se realiza antes de empezar el fundido.
- Se revisa la existencia de material de fijación de las canastillas para que el movimiento de estas sea mínimo.

Figura 27. Reforzamiento de pozos



Autoría propia, 2023.

Figura 28. Instalación de dovelas



Autoría propia, 2023.

Posteriormente se funde el concreto, para tal actividad se debe tener cuidado para no afectar la homogeneidad, de igual manera evitar retrasos la cual el concreto puede perder fluidez, segregación, desperdicios, (véase figura 28). Para la fundida se verifica lo siguiente:

- Se realizará limpieza y humedecimiento de la superficie.
- En lo posible las descargas de concreto se realizan de tal forma que no caiga directamente sobre las dovelas.

Por otro lado se tiene en cuenta los ensayos para verificar la calidad de la mezcla, es decir el moldeo de vigas de concreto para determinar la resistencia a flexotracción del concreto, (véase figura 29) .

Figura 29. Suministro de concreto COLCONCRETO Y HOLCIM



Autoría propia, 2023.

Figura 30. Ensayo de vigas y cono



Autoría propia, 2023.

Vibro compactación

En esta actividad se supervisa que el concreto sea vibrado con el equipo correspondiente (vibrador neumático), esto con el fin de eliminar los vacíos.

Figura 31. Vibrado de concreto



Autoría propia, 2023.

Allanado y Texturizado de concreto

Se realiza allanado la superficie del concreto, posteriormente se realiza el micro- texturizado, teniendo en cuenta la pérdida de brillo.

Figura 32. Nivelación y Cepillado del concreto



Autoría propia, 2023.

Curado del concreto

Para su posterior curado las placas se les aplican Anti-sol con el fin de reducir la evaporación de agua y evitar los agrietamientos de tal forma que este debe ser aplicado uniformemente y en menor tiempo posible.

Figura 33. Aplicación de Anti-Sol



Autoría propia, 2023.

Corte de juntas y Sellado de Juntas transversales

Se realiza corte no superior a los 4 ml, luego de esta actividad y antes del sellado se debe limpiar la junta; medio por el cual será el soplado a presión. Desde luego se aplica el material sellado “Laubrea”, este se aplica antes de la apertura de tráfico.

Figura 34. Corte y Sellado de Juntas transversales



Autoría propia, 2023.

DESARROLLO DEL PRODUCTO

“El producto que se presenta implementa una cartilla guía del acero de transferencia de los pavimentos rígidos que será dirigida a los pasantes, adicionalmente se expone el proceso constructivo del pavimentos rígidos realizado en la rehabilitación de la Malla Vial”. Juan Rodríguez, 2023.

Es importante contar con una cartilla guía del acero de transferencia de los pavimentos rígidos para los pasantes, principalmente porque ayuda a comprender cómo es el proceso de la selección del acero y su estructura. Esta cartilla se hace con el fin de supervisar de manera confiable y tener criterio de lo que se ejecuta, ya que, es una herramienta útil que contribuye a la formación y capacitación técnica de los pasantes. Permite adquirir conocimientos y habilidades específicas sobre el acero y su aplicación en la construcción de pavimentos rígidos, lo que puede ser fundamental en la toma de decisiones y el éxito de los proyectos.

Finalmente, se implementa el proceso constructivo del pavimento rígido el cual se llevó a cabo en la rehabilitación de la malla vial en todas sus etapas de ejecución. El aporte de la realización de esta actividad contribuye significativamente a conocer cómo es el proceso que se lleva a cabo para la construcción de este tipo de pavimento.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

1.6 Cognitivos

Con la pasantía se abarcan conocimientos respecto al desarrollo de los dos tipos de pavimentos rígido y flexible, de igual manera se complementa con el control de cada una de las actividades relacionadas con aspectos de interventoría.

1.7 A la comunidad

De las intervenciones que se realizan anteriormente descritas en el desarrollo de actividades, se manifiestan satisfacción e inconformidad con la ejecución de los frentes.

La satisfacción de la comunidad en algunos casos lo manifiesta esto debido a que hace muchos años no se intervenía zonas viales alejadas del centro de Tunja. Por otro lado las inconformidades se dan por los retrasos de las actividades y daños en los servicios públicos, como ejemplo se toma el frente 7-A en el barrio San Rafael; en él se presenta daños en la red de gas continuamente por la actividad de excavación y por lo tanto es afectado al sector y en especial a la planta de lácteos.

CONCLUSIONES

- Se supervisa el proceso constructivo respecto a los dos tipos de pavimentos (flexible y rígido) dando cumplimiento de reporte de cada una de las actividades que se ejecutaban en cada uno de los frentes. Durante este proceso se pudo conocer de manera práctica cada una de las fases implicadas en lo que respecta a la rehabilitación vial, de igual manera se pudo ver la importancia de llevar a cabo la supervisión adecuada, ya que se garantiza la calidad de la ejecución de la obra.
La experiencia que se adquirió permite mejorar la capacidad de análisis y toma de decisiones en situaciones de complejidad.
- Se apoya a interventoría y a la supervisión con la cuantificación del suministro de mejoramiento de tal forma que se identificaba las placas de los vehículos (volquetas) y la cantidad proporcionada, se cuantifica los materiales como geomalla y tubería con sus respectivas accesorias por el cuál era necesario para la reparación de acometidas, se cuantifica las sobreexcavación por fallos, se verifica las densidades en lo que corresponde a la capa de Sub base y base de tal manera que cumplan con el porcentaje óptimo de igual manera se apoya con la verificación del cumplimiento de la estructura. Con la cuantificación garantizan la calidad del proyecto, la transparencia en el manejo de los recursos y eficacia de la gestión de las obras
- El proceso constructivo del pavimento rígido se expone mediante un poster, de tal manera que se muestran las etapas que se realizaron en la rehabilitación vial. Adicionalmente se implementa el cálculo de las cantidades de acero de transferencia tomadas in situ, esto expresado como una cartilla guía del acero de transferencia.

RECOMENDACIONES

- Establecer un plan de supervisión claro y detallado que contemple todas las actividades y procesos de la rehabilitación vial, de igual manera verificar la calidad de los materiales y equipos utilizados en la obra para asegurar que cumplen con los requisitos y especificaciones técnicas.
- Tener buena comunicación con el personal de trabajo para que haya colaboración en los procesos de obra de igual forma recomendarles el uso de elementos de seguridad, ya que el estado personal es valioso.
- Comunicar de forma transparente y oportuna los avances de ejecución de cada frente como también actualizar constantemente los conocimientos sobre nuevas técnicas, tecnologías y metodologías aplicables a la rehabilitación vial, para así poder guiar y supervisar de la mejor manera.

REFERENCIAS

- (s/f). *DENSIDAD Y PESO UNITARIO DEL SUELO EN EL TERRENO POR EL MÉTODO DEL CONO Y ARENA*. Da-lab.co. Recuperado el 11 de abril de 2023, de <https://www.da-lab.co/wp-content/uploads/2021/04/INV-161-13.pdf>
- Alberto, F., & Burgos, G. (2010). Flujos peatonales en infraestructuras continuas: marco conceptual y modelos representativos. *Revista Virtual Universidad Católica Del Norte*, 1(29), 179–203.
- Cambios, C. D. E., Aaaa, M. M., & Civiles, O. (2017). *Norma de construcción pavimento asfáltico*. 1–9.
- ECLUID Group, T. (2016). *Guía básica para el curado del concreto*. 1, 0–7. http://www.toxement.com.co/media/3391/gui-a-ba-sica-para-el-curado_concreto.pdf
- Euclid Gruop Toxement. (2019). *Guía Básica para Juntas en Pavimentos de Concreto*. 1, 17. https://www.toxement.com.co/media/3897/spec_juntas_en_pavimento-comprimido.pdf
- Hovstadius, G., & Steven Bolles. (2018). Manual de optimización de sistemas de bombeo. *Eficiencia Energética Industrial*, 183. https://www1.upme.gov.co/DemandaEnergetica/EEIColombia/Manual_sistemas_bombeo.pdf
- INVIAS. (2013a). *Alcantarilla . Tipo de obra de cruce o de drenaje transversal, que tienen por objeto dar paso rápido al agua que, por no poder desviarse en otra forma, tenga que cruzar de un lado a otro del camino*. 1–8.
- INVIAS. (2013b). INV 330-13 Base Granular. *Invias*, 1–17. https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos?task=doc_download&gid=2740
- Manuela, A., Reina, G., & Hern, L. Y. (n.d.). *Allison Manuela Garzon Reina. Leicy Yaimir Hernández Mendez*.
- Monetti, J., Contreras, M., Navarro, M., & Sevillano, G. (2018). *XX Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación* 838. 838–842.

- NORMAS IMT.MX. (n.d.). *CTR. CONSTRUCCIÓN CAR. CARRETERAS 2 de 25 B.2. CAPAS DE RODADURA POR EL SISTEMA DE RIEGOS. 1*, 1–25.
- Zornberg, J. G. (2013). Sistemas de pavimentos reforzados con geosinteticos. *Geosynthetic-Reinforced Pavement Systems*, 171, 5–25.
- Alberto, F., & Burgos, G. (2010). Flujos peatonales en infraestructuras continuas: marco conceptual y modelos representativos. *Revista Virtual Universidad Católica Del Norte*, 1(29), 179–203.
- Cambios, C. D. E., Aaaa, M. M., & Civiles, O. (2017). *Norma de construcción pavimento asfáltico*. 1–9.
- ECLUID Group, T. (2016). *Guia básica para el curado del concreto. 1*, 0–7.
http://www.toxement.com.co/media/3391/gui-a-ba-sica-para-el-curado_concreto.pdf
- Euclid Gruop Toxement. (2019). *Guía Básica para Juntas en Pavimentos de Concreto. 1*, 17. https://www.toxement.com.co/media/3897/spec_juntas_en_pavimento-comprimido.pdf
- Hovstadius, G., & Steven Bolles. (2018). Manual de optimización de sistemas de bombeo. *Eficiencia Energética Industrial*, 183.
https://www1.upme.gov.co/DemandaEnergetica/EEIColombia/Manual_sistemas_bombeo.pdf
- INVIAS. (2013a). *Alcantarilla . Tipo de obra de cruce o de drenaje transversal, que tienen por objeto dar paso rápido al agua que, por no poder desviarse en otra forma, tenga que cruzar de un lado a otro del camino*. 1–8.
- INVIAS. (2013b). INV 330-13 Base Granular. *Invias*, 1–17.
https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos?task=doc_download&gid=2740
- Manuela, A., Reina, G., & Hern, L. Y. (n.d.). *Allison Manuela Garzon Reina. Leicy Yaimir Hernández Mendez*.
- Monetti, J., Contreras, M., Navarro, M., & Sevillano, G. (2018). *XX Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computaci´on* 838. 838–842.
- NORMAS IMT.MX. (n.d.). *CTR. CONSTRUCCIÓN CAR. CARRETERAS 2 de 25 B.2. CAPAS DE RODADURA POR EL SISTEMA DE RIEGOS. 1*, 1–25.
- Zornberg, J. G. (2013). Sistemas de pavimentos reforzados con geosinteticos.

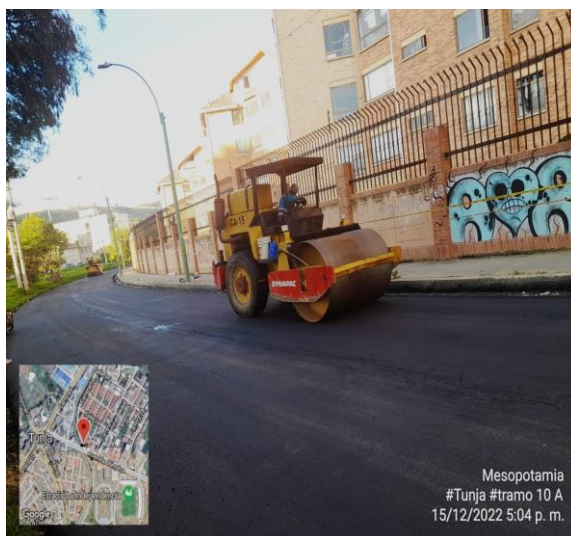
Geosynthetic-Reinforced Pavement Systems, 171, 5–25.

ANEXOS

Anexo 1. Resultado de pavimento Rígido



Anexo 2. Resultado de pavimento flexible



Anexo 3. Cuantía de material de acero

DOVELAS con pasadores (10) de 1pulg	46
-------------------------------------	----

Tabla 3. Cantidad de acero para refuerzo de pozos

varilla 3/8" - 0.20x0.20				
costado izquierdo-centro				
abscisa	longitudinales		transversales	
	Cantidad Und	medida (m)	Cantidad Und	medida (m)
0+004	4	3.8	11	1.02
	2	0.84	1	0.84
	2	1.06	1	0.74
			2	0.7
			1	0.71
			1	0.83

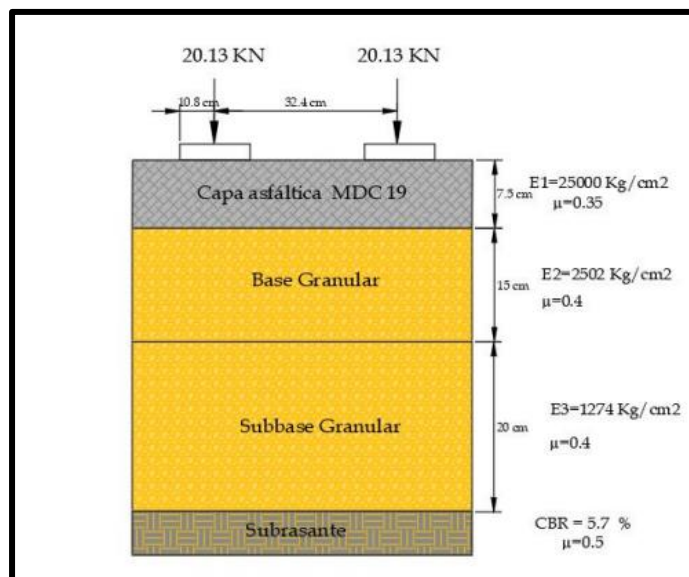
abscisa	longitudinales		transversales	
	Cantidad Und	medida (m)	Cantidad Und	medida (m)
0+032	1	1.33	10	2.86
	1	1.2	1	1.5
	2	1.09	1	1.36
	2	1.02	2	1.3
	2	1.3	1	1.35
	1	1.24	2	1.33
	6	2.84	1	1.65
	6	3.15	1	1.8
	1	1.05	15	1.03
	1	0.92		
	3	0.85		
	1	0.92		
	1	1		
	1	1.3		

Abscisa	longitudinales		transversales	
	Cantidad Und	medida (m)	Cantidad Und	medida (m)
0+045	6	3.3	17	1.04

Abscisa	longitudinales		transversales	
	Cantidad Und	medida (m)	Cantidad Und	medida (m)
0+068	10	1.85	6	3.48
	1	1.58	1	1.45
	1	1.25	1	1.25
	4	1.04	1	1.15
	1	1.15	1	1.1
	1	1.3	1	0.85
	5	1.42	1	0.7
	1	1.2	1	0.6
	1	1	5	3.25
	2	0.81	1	0.95
	2	0.8	1	1
	1	1	1	1.26
	1	1.21	1	0.65
	4	1.43	1	0.8
			1	1

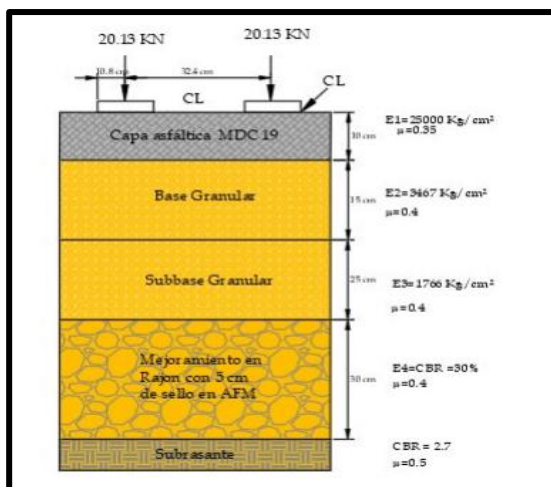
Elaboración propia, 2023

Anexo 4. Estructura de pavimento flexible del frente de San Luis



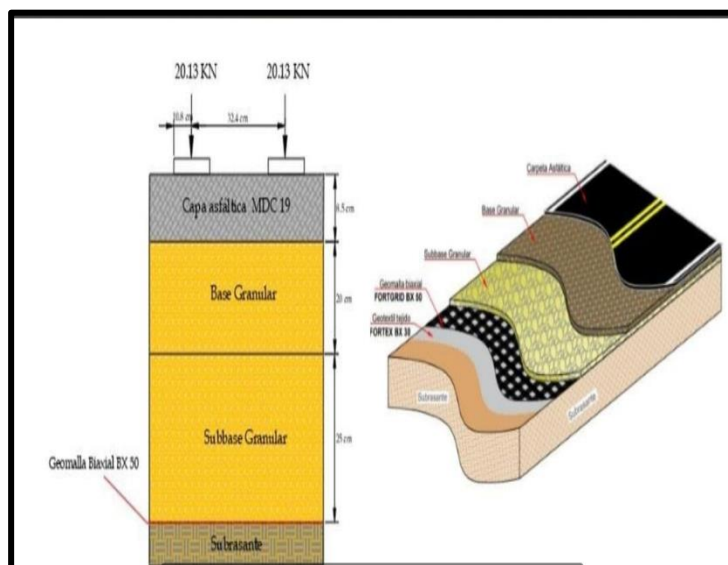
Tomada de: Infraestructura, 2022.

Anexo 5. Estructura de pavimento flexible del frente de Mesopotamia



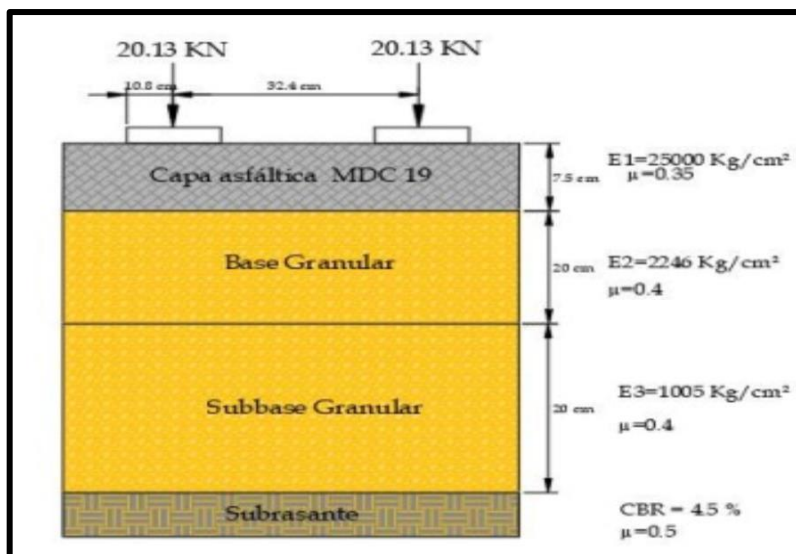
Tomada de: Infraestructura, 2022.

Anexo 6. Estructura de pavimento flexible del frente de Santa Rita



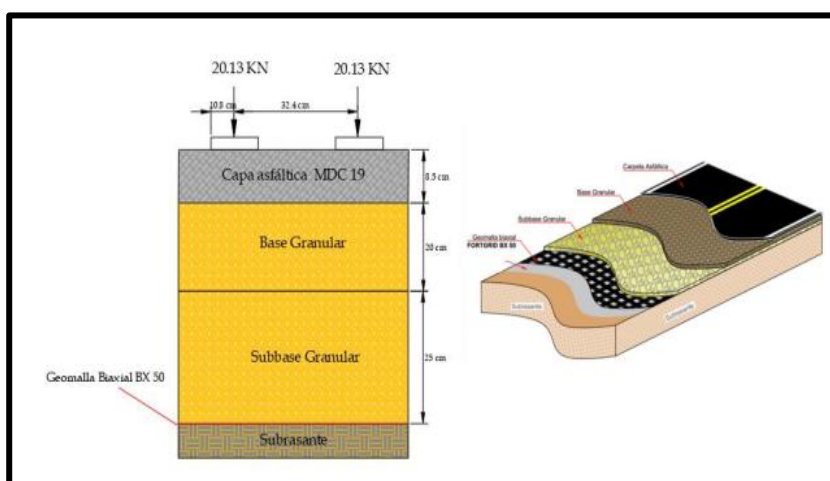
Tomado de infraestructura, 2022

Anexo 7. Estructura de pavimento flexible del frente san Rafael

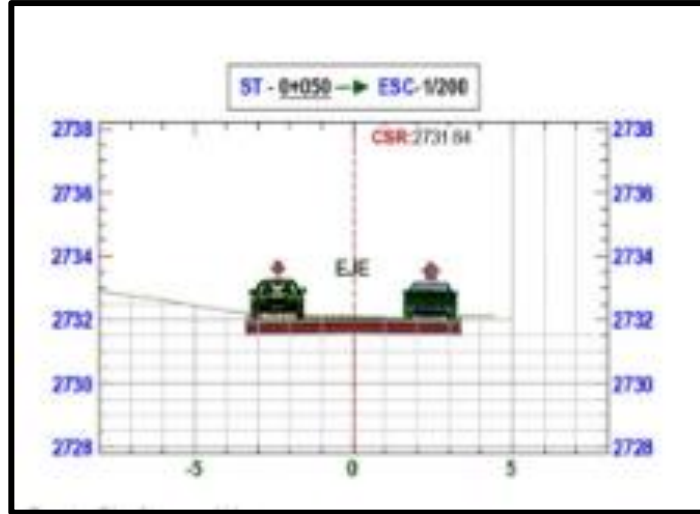


Tomado de infraestructura, 2022

Anexo 9. Estructura de pavimento flexible del frente Antonio Santos



Tomado de infraestructura, 2022



Tomado de infraestructura, 2022