



**Plan constructivo de pavimento tipo placa huella en el municipio de Betulia, Antioquia a través de la supervisión de obra**

Christian Andrés Benjumea Gil

Informe de práctica para optar al título de Ingeniero Civil

Asesor

Asesor interno: Gustavo Alberto Uribe Wills (Ing. Civil)

Asesor externo: Jefry Zea Buritica. Especialista (Esp)

Universidad de Antioquia

Facultad de Ingeniería

Ingeniería Civil

Medellín, Antioquia, Colombia

2023

---

Cita

(Benjumea Gil, 2023)

---

Referencia

Benjumea Gil, C., (2023). *Plan constructivo de pavimento tipo placa huella en el municipio de Betulia, Antioquia a través de la supervisión de obra* [Trabajo de grado profesional]. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.

Estilo APA 7 (2020)

---



Centro de Documentación Ingeniería (CENDOI)

**Repositorio Institucional:** <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - [www.udea.edu.co](http://www.udea.edu.co)

**Rector:** John Jairo Arboleda Céspedes

**Decano/Director:** Julio Cesar Saldarriaga Molina

**Jefe departamento:** Lina María Berrouet Cadavid

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

## **Dedicatoria**

A mi madre, abuela, hermana y amigos por acompañarme, motivarme y compartir el proceso de alcanzar mi mayor logro.

## **Agradecimientos**

A mi madre Martha quien con su fortaleza y amor no dejó de apoyarme en este proceso.

A mi abuela Mercedes quien siempre me acompañó y me inspiró a darlo todo de mí. A mi hermana Sandra, por ser la persona que nunca soltó mi mano y confió en mí en todo momento, además, me motivó a ser la persona en la cual me he convertido.

A la Universidad de Antioquia, mi alma mater, por apoyarme en mi proceso académico y brindarme espacios para formarme como un profesional competente con pensamiento sistémico.

Al profesor Gustavo Alberto Uribe Will, asesor de este proyecto, quien me guió con su experiencia y sabiduría. A la empresa Consicor S.A.S que me dio la oportunidad de aplicar los conocimientos adquiridos en pro del desarrollo de la sociedad.

## Tabla de contenido

### Contenido

Resumen .....	9
Abstract .....	10
Introducción .....	11
1 Objetivos .....	13
1.1 Objetivo general .....	13
1.2 Objetivos específicos.....	13
2 Marco teórico .....	14
2.1 Pavimento.....	14
2.2 Placa huella .....	15
2.3 Concreto hidráulico .....	15
2.4 Sub rasante .....	16
2.5 Sub base.....	16
2.6 Acero de refuerzo .....	17
2.7 Obras de drenaje transversal (ODT).....	17
2.8 Concreto ciclópeo.....	18
2.9 Señalización vertical .....	18
3 Metodología .....	19
3.1 Planear .....	19
3.2 Analizar la información.....	20
3.3 Supervisar la obra.....	20
3.4 Cerrar la auditoría.....	20
4 Resultados .....	21
4.1 Diagnostico de la vía .....	21

4.2 Estudio hidrológico .....	22
4.3 Estudio de suelos .....	23
4.4 Diseño de la estructura de pavimento.....	24
4.5 PMT (Plan de manejo de tránsito).....	26
4.6 PAGA (Plan de adaptación a la guía ambiental).....	27
4.7 Fases del proceso constructivo .....	29
4.7.1 Localización y replanteo .....	29
4.7.2 Excavación mecánica en material común .....	29
4.7.3 Conformación de la calzada existente.....	31
4.7.4 Instalación de filtro alveodren colector.....	32
4.7.5 Construcción de obras de drenaje transversal.....	33
4.7.6 Colocación de sub base granular.....	36
4.7.7 Construcción de placa en concreto hidráulico .....	38
4.7.8 Construcción de drenaje longitudinal (cunetas - bordillos) .....	40
4.8 Calidad de la obra.....	42
4.9 Imprevistos en obra .....	43
5 Análisis.....	47
6 Conclusiones .....	51
Referencias .....	53
Anexos.....	54

## Lista de tablas

<b>Tabla 1</b> Requisitos de los agregados para sub-bases granulares .....	16
<b>Tabla 2</b> Diagnóstico del tramo vereda La Ceibala .....	21
<b>Tabla 3</b> Periodo de retorno según tipo de obra.....	23
<b>Tabla 4</b> Características de los suelos según clasificación SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos) .....	24
<b>Tabla 5</b> Evidencia en la implementación del PMT en la vereda La Ceibala.....	26
<b>Tabla 6</b> Evidencia de la implementación del PAGA en la vereda La Ceibala.....	28
<b>Tabla 7</b> Lista de chequeo de la actividad: excavación mecánica en material común .....	30
<b>Tabla 8</b> Lista de chequeo de la actividad: Adecuación y conformación de la calzada existente ..	31
<b>Tabla 9</b> Lista de chequeo de la actividad: construcción de obras de drenaje transversal (ODT)..	34
<b>Tabla 10</b> Lista de chequeo de la actividad: colocación de sub base granular .....	37
<b>Tabla 11</b> Lista de chequeo de la actividad: construcción de placas en concreto hidráulico .....	39
<b>Tabla 12</b> Lista de chequeo de la actividad: construcción de cuneta-bordillo.....	41
<b>Tabla 13</b> Imprevistos ocurridos en la construcción de la placa huella.....	43

## Lista de figuras

<b>Figura 1</b> Elementos que integran el pavimento con placa-huella .....	15
<b>Figura 2</b> Partes principales de una alcantarilla con poceta .....	17
<b>Figura 3</b> Distribución del refuerzo para placa huella y sección de la vía en placa huella.....	25
<b>Figura 4</b> Instalación de filtro alveodren colector .....	33

## **Siglas, acrónimos y abreviaturas**

<b>INVIAS</b>	Instituto Nacional de Vías
<b>SENA</b>	Servicio Nacional de Aprendizaje
<b>ODT</b>	Obras de Drenaje Transversal
<b>SUCS</b>	Sistema Unificado de Clasificación de Suelos
<b>CBR</b>	California Bearing Ratio: Ensayo de Relación de Soporte de California
<b>PMT</b>	Plan de manejo de tránsito
<b>PAGA</b>	Plan de adaptación a la guía ambiental
<b>Esp.</b>	Especialista

---

## Resumen

El proyecto se basó en la intervención de una vía rural a través de la construcción de quinientos metros de pavimento tipo placa huella en la vereda La Ceibala ubicada aproximadamente a 11 km de la cabecera municipal de Betulia, Antioquia. Mediante el constante apoyo en la supervisión de obra y respecto a la información suministrada inicialmente por el contratista, se observó la falta de planificación y coordinación en el proceso constructivo relacionado a cada una de las actividades que conllevaba el proyecto, las cuales se pueden mitigar a través de un correcto estudio preliminar y un plan de trabajo enfocado en la eficiencia de las actividades. Desde la gestión del control y supervisión de obra se identificaron factores que ponían en riesgo el curso normal de las actividades, tomando como referencia el desconocimiento de las condiciones iniciales del frente de trabajo, el acceso vial para el suministro de material y maquinaria, la interacción y/o socialización con los propietarios de los predios que limitan con el proyecto y la comunicación con la comunidad en general. De acuerdo a lo anterior, a través de la supervisión se estableció en crear un plan constructivo en referencia a las problemáticas y/o dificultades que interfirieron a lo largo de la construcción del pavimento, teniendo en cuenta las especificaciones técnicas, planos constructivos y demás estudios preliminares, y así poder caracterizar la información recolectada para armar un plan en pro de prevenir inconvenientes en la ejecución de proyectos de pavimento tipo placa huella.

*Palabras clave:* pavimento tipo placa huella, supervisión, plan constructivo.

### **Abstract**

The Project was based on the intervention of a rural road through the construction of five hundred meters of “placa huella” pavement in the La Ceibala hamlet, located approximately 11 km from the municipal center of Betulia, Antioquia. Through constant support in construction supervision and with respect to the information initially provided by the contractor, a lack of planning and coordination in the construction process related to each of the project’s activities were observed. These issues can be mitigated through a proper preliminary study and a work plan focused on the efficiency of the activities. From the perspective of construction control and supervision, factors that put the normal course of activities at risk were identified. These factors include the lack of knowledge of the initial conditions at the work site, the road access for material and machinery supply, interaction and communication with the property owners adjoining the project, and communication with the community in general. Based on the above, a construction plan was established through supervision in reference to the problems and difficulties encountered throughout the pavement construction, taking into account the technical specifications, construction plans and other preliminary studies. This approach allows for the characterization of the collected information to create a plan aimed at preventing issues in the execution of “placa huella” pavement projects.

*Keywords:* “placa huella” pavement, supervision, construction plan.

---

## Introducción

En el año 2022, bajo el gobierno del presidente Iván Duque Márquez, se realizó una inversión por \$ 5,6 billones en vías rurales para garantizar la conectividad y llevar progreso al campo. Por medio de esta inversión se logró la intervención de 12.400 kilómetros con obras de construcción y el mantenimiento de 15.000 kilómetros en los 32 departamentos. Además, se impulsó el desarrollo social por medio de la vinculación de personas de las comunidades influyentes a los diferentes proyectos, generando 86.000 empleos. Para el año 2023 y según la página del INVIAS, el Gobierno Nacional, bajo el liderazgo del ministerio de transporte y a través del Instituto Nacional de vías, abrió postulaciones para que las entidades sin ánimo de lucro y juntas de acción comunal se inscriban en el programa Caminos Comunitarios de la paz cuyo objetivo es el mejoramiento y construcción de vías regionales y/o caminos ancestrales, para impulsar la productividad del campo en las distintas regiones del país.

Para el municipio de Betulia donde se localiza la obra de interés, se han implementado planes de retorno de las comunidades, mejorando sus condiciones de vida y permanencia en el territorio. Uno de estos planes es el mejoramiento de las vías en las diferentes veredas; en el año 2019 se entregó una placa huella en sector la gruta y vereda Las Ánimas, en el mismo año también se construyó una placa huella en la vereda San Mateo. La mayor fuente de ingresos en el municipio de Betulia es la siembra, recolección y distribución del café, por tanto, para garantizar la salida de los cultivos en época de cosecha y bajo condiciones climáticas desfavorables es preciso disponer de corredores viales que permitan el tránsito normal de vehículos. Así pues, la empresa contratante en conjunto con el municipio de Betulia y la empresa contratista, ejecutaron el proyecto de construcción de pavimento tipo placa huella en la vereda La Ceibala, el cual consiste en la construcción de 500 metros lineales pavimentada en concreto hidráulico.

Por medio de la supervisión de obra se identificaron situaciones desfavorables que ponían en riesgo la ejecución del proyecto. De este modo se plantearon alternativas que puedan fortalecer el proceso constructivo de proyectos similares al de interés. Además, apoyó e inspeccionó todo el proceso de la obra con el fin de lograr su correcta ejecución, respetando las normas técnicas de construcción vial vigentes en el territorio colombiano y todos los requisitos técnicos que esta conllevaba. Cuando

se llegó a la obra esta se encontraba en la fase inicial, así, se comenzó a recolectar información por medio de chequeos específicos a partir de la actividad de excavación manual en material común. Anterior a esto ya se había realizado la localización y replanteo por medio de estación total de topografía para hacer un levantamiento de la vía. La supervisión se logró hacer hasta la fase de construcción de berma-cuneta ya que no se había cumplido el objetivo de la fase final que incluía el vaciado de las placas centrales en concreto ciclópeo y la instalación de señales verticales a lo largo de la vía y según las especificaciones en el plan de manejo de tránsito. Al final con base a los hallazgos encontrados en el proceso de supervisión y control de obra se planteó un plan constructivo enfocado en buscar una secuencia de actividades que favorezcan a la eficiencia de proyectos de placa huella, además se clasificó la información referente a la normatividad en los procesos que componen el proyecto y se construyó desde cero un cronograma de obra con base en la secuencia del plan constructivo planteado.

## **1 Objetivos**

### **1.1 Objetivo general**

Determinar un plan constructivo en el proyecto “construcción del pavimento tipo placa huella en la vereda La Ceibala en el municipio de Betulia, Antioquia”, mediante el control de actividades y la verificación de los aspectos técnicos y financieros. Teniendo en cuenta las especificaciones establecidas en los documentos técnicos del proyecto, el marco presupuestal y la guía de diseño de pavimentos con placa-huella (INVIAS).

### **1.2 Objetivos específicos**

- Realizar un seguimiento a la programación y flujograma de inversión inicial de obra durante el proceso constructivo, para establecer parámetros de control que ayuden a la correcta distribución de actividades y recursos en la pavimentación tipo placa-huella.
- Identificar problemáticas en cada fase del proyecto (planificación, ejecución, seguimiento y finalización) de la pavimentación tipo placa-huella que afecten los objetivos preestablecidos.
- Recomendar acciones necesarias por medio de los resultados obtenidos en el proyecto con el fin de mejorar la ejecución de actividades en la construcción de pavimento tipo placa-huella, apuntando a su optimización presupuestal, técnica, social y ambiental.

---

## 2 Marco teórico

Para facilitar la comunicación entre las comunidades es preciso disponer de un sistema de conexión vial que permita el flujo seguro del tránsito de vehículos de baja, mediana y alta capacidad. El numeral 1.2 denominado CLASIFICACIÓN DE LAS CARRETERAS, contenido en el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras del 2008, adoptado como Norma Técnica para los proyectos de la Red Vial Nacional, mediante la Resolución número 0744 del 4 de marzo del 2009, establece la clasificación de las carreteras según su funcionalidad y según el tipo de terreno (INVIAS, 2016). En Colombia se dispone de tres tipos de sistema vial según su funcionalidad, para el caso de los espacios rurales en los cuales el tránsito de vehículos es bajo se construyen corredores generalmente en pavimento rígido o en pavimento tipo placa huella.

La construcción del pavimento tipo placa huella es conveniente para vías terciarias ya que este tipo de estructura puede soportar pendientes mayores al 10%, es decir, factible para zonas con difícil acceso, además de esto representa una alternativa más económica que la pavimentación asfáltica. Dependiendo de su buen uso y correcto mantenimiento puede llegar a durar más de 10 años en funcionamiento. (Mejía Forigua, 2021).

El intervenir estos corredores viales por medio del mejoramiento con pavimentos de concreto hidráulico representa una solución para los habitantes de las diferentes veredas de los municipios de Colombia, ya que pueden disponer de caminos amplios, transitables y seguros para así impulsar el desarrollo económico, social y cultural (Camargo Beltrán, 2020).

### 2.1 Pavimento

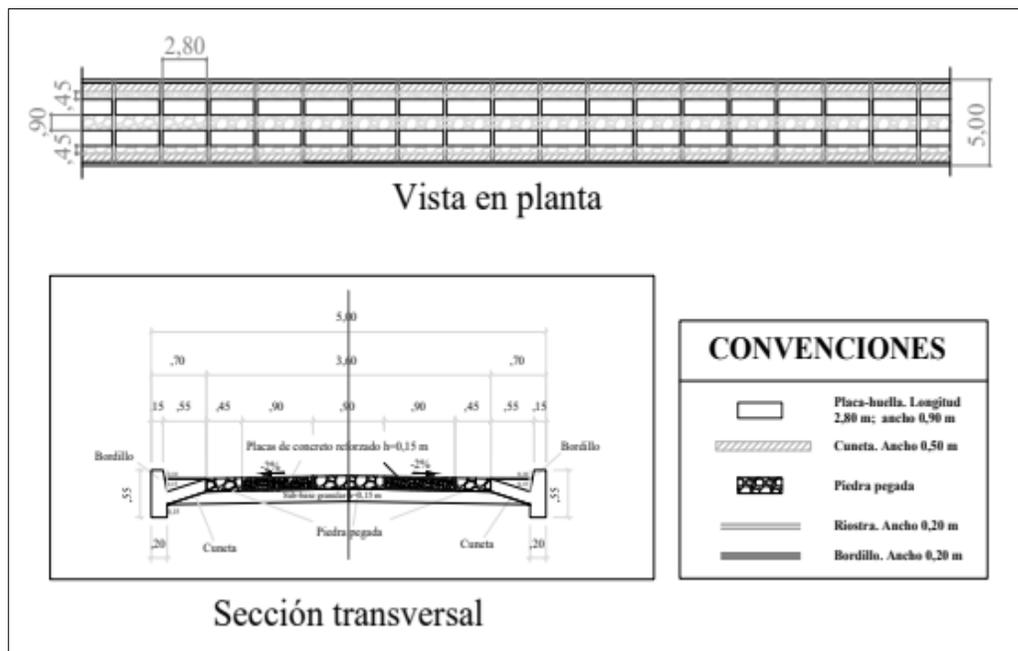
Conjunto de capas superpuestas, que se diseñan y construyen con materiales apropiados compactados. Estas estructuras se apoyan sobre la sub rasante de una vía y deben resistir los esfuerzos de las cargas repetitivas que trasmite el tránsito durante el periodo de diseño de la estructura y el efecto de los agentes climáticos (INVIAS 2008).

## 2.2 Placa huella

Tipo de pavimento usado en vías rurales cuya sección transversal está conformada principalmente por dos rieles en concreto hidráulico reforzado, separadas entre sí por una franja central de concreto ciclópeo, rocas distribuidas y pegadas con concreto (Moyano Villamil, 2018).

El pavimento con Placa-huella representa una solución para vías terciarias de carácter veredal que presentan un volumen de tránsito bajo con pocos buses y camiones al día, siendo los automóviles, los camperos y las motocicletas el mayor componente del flujo vehicular. (INVIAS, 2017)

**Figura 1** Elementos que integran el pavimento con placa-huella



Nota. Fuente: Guía de diseños de pavimentos con placa huella – INVIAS.

## 2.3 Concreto hidráulico

Es una mezcla homogénea compuesta por arena, grava, cemento, agua y en algunos casos se utilizan aditivos. Es actualmente el material más empleado en la industria de la construcción por su duración, resistencia, impermeabilidad, facilidad de producción y economía. (Povea Fuentes, 2020).

## 2.4 Sub rasante

La subrasante es el terreno que conforma la superficie final de la explanación de una vía. La subrasante comprende por lo general los últimos 50 cm de relleno o el corte proveniente del movimiento de tierras, que sirve de soporte a una estructura de pavimento (García Martín, 2016).

## 2.5 Sub base

En pavimento rígido, es la capa que se ubica debajo de la estructura de las placas de concreto, su función es proporcionar un cimiento uniforme y constituir una adecuada plataforma de trabajo. La sub base debe ser un elemento permeable para que cumpla una función drenante (Romero, R & Zagaceta, I.D., 2008).

**Tabla 1** Requisitos de los agregados para sub-bases granulares

CARACTERÍSTICA	NORMA DE ENSAYO INV	SUB-BASE GRANULAR		
		CLASE C	CLASE B	CLASE A
<b>Dureza (O)</b>				
Desgaste en la máquina de los Ángeles (Gradación A), máximo (%) - 500 revoluciones (%)	E-218	50	50	50
Degradación por abrasión en el equipo Micro-Deval, máximo (%)	E-238	-	35	30
<b>Durabilidad (O)</b>				
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos, máximo (%) - Sulfato de sodio - Sulfato de magnesio	E-220	12 18	12 18	12 18
<b>Limpieza (F)</b>				
Límite líquido, máximo (%)	E-125	25	25	25
índice de plasticidad, máximo (%)	E-125 y E-126	6	6	6
Equivalente de arena, mínimo (%)	E-133	25	25	25
Contenido de terrones de arcilla y partículas deleznable, máximo (%)	E-211	2	2	2
<b>Resistencia del material (F)</b>				
CBR (%): porcentaje asociado al valor mínimo especificado de la densidad seca, medido en una muestra sometida a cuatro días de inmersión, mínimo.	E-148	30	30	40

Nota. Fuente: Norma y especificaciones 2012, artículo 320-13 – INVIAS.

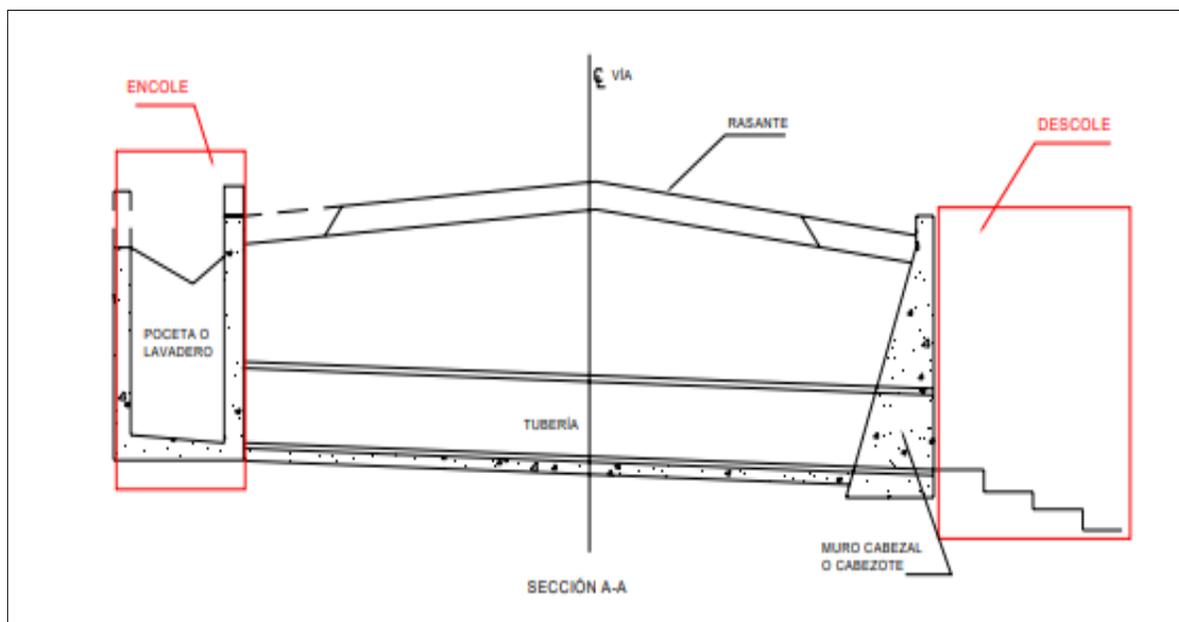
## 2.6 Acero de refuerzo

En las estructuras de pavimento de concreto, el acero de refuerzo cumple la función de resistir las fuerzas de tracción a las que el concreto se encuentra sometido y adicionalmente restringe el desarrollo de grietas, mejorando así la resistencia y la capacidad de deformación (Ramírez & Rojas Leal, 2019).

## 2.7 Obras de drenaje transversal (ODT)

Los sistemas de drenaje transversal son aquellos elementos que transportan agua cruzando 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. Las obras de drenaje conllevan actividades de excavación manual y/o mecánica para la instalación de tubería e instalación de bordillos, construcción de cunetas, actividades de relleno con recebo (una vez instalada la tubería), empalme de acero de refuerzo para la construcción de las alcantarillas y el vaciado de estas con concreto hidráulico (INVIAS, 2006).

**Figura 2** Partes principales de una alcantarilla con poceta



*Nota.* Fuente: Estudio e investigación del estado actual de las obras de la red nacional de carreteras – Convenio interadministrativo 0587-03.

## **2.8 Concreto ciclópeo**

Mezcla de concreto simple y agregado grueso seleccionado con tamaños entre los 150 y 300 mm, utilizada para la construcción de elementos estructurales que trabajan predominantemente a compresión. (SENA, 2012).

## **2.9 Señalización vertical**

Son dispositivos instalados a nivel de la vía o sobre ella que reglamentan el tránsito e informan a los conductores mediante simbología o palabras. La ubicación de las señales estará dada de acuerdo a la velocidad de diseño del proyecto y deberán quedar en posición vertical a 90° con respecto al eje de la vía (Cepeda Ocampo, 2019).

### 3 Metodología

El desarrollar un plan constructivo indica establecer el desarrollo de una secuencia de actividades desde la planeación hasta la finalización del proyecto de modo que garantice un método eficaz y costo efectivo para obtener un resultado favorable. El planteamiento de dicha metodología fue mixto al relacionar aspectos cualitativos y cuantitativos.

En el proceso de ejecución de la obra y mediante un acompañamiento diario en el desarrollo de cada una de las actividades o ítems que componen el proyecto, se recolectó información de los procesos constructivos y de las diferentes problemáticas que se presentaron y que influyeron en el atraso de las diferentes actividades afectando de manera directa la programación de obra. Desde la supervisión del proyecto, se hizo un control en base a lo establecido en los chequeos técnicos, diseño estructural, proceso constructivo y demás documentos que fueron necesarios implementar de modo que se pudiera ejecutar satisfactoriamente la construcción de la placa huella. Al momento de intervenir en el proyecto, este se encontraba en su etapa inicial y las actividades que se habían logrado ejecutar eran la excavación mecánica en material común y la adecuación y conformación de la calzada existente. El desarrollo de estas actividades se verificó por medio de fotografías en las cuales se podía visualizar el proceso de la explanación del terreno natural. Para las demás actividades se establecieron unas fases que se describen a continuación:

**3.1 Planear:** En esta fase se identificaron los objetivos y el alcance de la supervisión de obra partiendo de los antecedentes del problema, motivo por el cual se estaba realizando la construcción del pavimento tipo placa huella. Al recibir los documentos del proyecto suministrados por el contratista sobre los aspectos técnicos (especificaciones técnicas, diseño geométrico, planos de construcción, diseño de estructura de pavimento ), estudios preliminares (estudio de suelos, estudio hidrológico, estudios de movilidad,) y documentos legales del proyecto, se construyó un modelo básico de lista de chequeo específica, con el objetivo de controlar el cumplimiento de las actividades de obra y recolectar información puntual sobre el desarrollo de estas, también, evidenciaríamos el cumplimiento de la labor por medio de un registro fotográfico. La recolección de datos debe estuvo fundamentada en el diseño estructural, en las normas y especificaciones del INVIAS 2012 y en la guía de diseño de pavimentos con placa-huella del INVIAS.

**3.2 Analizar la información:** Se revisaron aspectos del proyecto como el alcance, recursos, costos y el cronograma de obra, para identificar cuáles eran las problemáticas que podrían ocasionar un atraso desde la fase de planeación del proyecto. A partir del desarrollo de las actividades de obra se fue construyendo una lista de chequeo donde se evaluaron las actividades preliminares (excavación mecánica, relleno, adecuación de la calzada), estructuras de pavimento (Suministro y colocación de acero, vaciado de placa huella con concreto hidráulico), estructuras de drenaje (instalación de emparrillado para estructuras de drenaje, vaciado con concreto hidráulico) y en general todo lo que conllevan la ejecución total de la placa huella.

**3.3 Supervisar la obra:** Se realizó un acompañamiento en obra para evaluar y/o controlar las actividades que se iban desarrollando por medio de chequeos técnicos y recolección de muestras fotográficas que respaldarían el proceso constructivo. También se apoyó en cada una de las actividades en las que era necesario realizar ensayos de calidad de los materiales según las Normas de ensayo de materiales para carreteras (INVIAS), verificando su correcto procedimiento. También se notificó cada una de las eventualidades del proyecto para tomar medidas de respaldo que favorecieran a su ejecución.

**3.4 Cerrar la auditoría:** Se tabuló la información del desarrollo de cada uno de los ítems (preliminares, estructura del pavimento, estructuras y drenajes) y se realizaba una comparación constante con la guía de diseño de pavimentos con placa-huella (INVIAS). Además, se realizó una retroinformación de los hallazgos encontrados en obra para desarrollar estrategias en pro de minorizar y/o solucionar los inconvenientes desde la planeación hasta el cierre del proyecto.

## 4 Resultados

### 4.1 Diagnóstico de la vía

Este documento contiene una descripción del tipo de carretera que se pretende construir georreferenciada con varios puntos de la sección donde se describe si hay o no obras existentes, ancho de la calzada y espesor del afirmado existente.

**Tabla 2** Diagnóstico del tramo vereda La Ceibala

CODIGO VIA:			NOMBRE VIA: Tramo Vereda La Ceibala 500m				
Abcisa Ajustable Según GPS	Punto critico	PUNTOS GPS	Abcisa carro	Ancho calzada (m)	Pavimento (m)	Afirmado (m)	Notas
km 0+00	-	6°10'27.7"N 75°58'33.88"W Altitud 1843m	km 0+00	4,30	-	0,05	No hay obras de drenaje longitudinal
km 0+40	-	6°10'29.2"N 75°58'34.2"W Altitud 1833m	km 0+40	4,00	-	0,05	No hay obras de drenaje longitudinal
km 0+60	Cambio en la sección Transversal	6°10'30.1"N 75°58'33.9"W Altitud 1828m	km 0+60	3,10	-	0,05	No hay obras de drenaje longitudinal
km 0+110	-	6°10'31.1"N 75°58'33.2"W Altitud 1835m	km 0+110	3,50	-	0,05	No hay obras de drenaje longitudinal
km 0+200	Curva con alta pendiente	6°10'33.7"N 75°58'33.5"W Altitud 1828m	km 0+200	4,50	-	0,05	No hay obras de drenaje longitudinal
km 0+230	-	6°10'34.5"N 75°58'32.9"W Altitud 1835m	km 0+230	4,30	-	0,05	No hay obras de drenaje longitudinal
km 0+250	-	6°10'34.9"N 75°58'33.3"W Altitud 1828m	km 0+250	3,40	-	0,05	No hay obras de drenaje longitudinal
km 0+270	-	6°10'35.6"N 75°58'33.6"W Altitud 1820m	km 0+270	3,80	-	0,05	No hay obras de drenaje longitudinal
km 0+310	-	6°10'36.5"N 75°58'34.6"W Altitud 1805m	km 0+310	4,00	-	0,05	No hay obras de drenaje longitudinal
km 0+370	-	6°10'38.5"N 75°58'34.67"W Altitud 1805m	km 0+370	3,20	-	0,05	No hay obras de drenaje longitudinal
km 0+410	-	6°10'39.7"N 75°58'34.2"W Altitud 1813m	km 0+410	3,80	-	0,05	No hay obras de drenaje longitudinal

km 0+440	-	<b>6°10'40.5"N 75°58'33.8"W Altitud 1816m</b>	km 0+440	3,90	-	0,05	No hay obras de drenaje longitudinal
km 0+470	-	<b>6°10'41.6"N 75°58'35.2"W Altitud 1805m</b>	km 0+470	3,30	-	0,05	No hay obras de drenaje longitudinal
km 0+540	-	<b>6°10'42.9"N 75°58'36"W Altitud 1796m</b>	km 0+540	3,80	-	0,05	No hay obras de drenaje longitudinal
km 0+570	-	<b>6°10'43.7"N 75°58'36.5"W Altitud 1791m</b>	km 0+570	4,00	-	0,1	No hay obras de drenaje longitudinal

*Nota.* Tomado de informes Consicor S.A.S

De acuerdo a la tabla se establecen puntos de interés como km 0+60, km 0+250, km 0+370, km 0+470, donde el ancho de la calzada es menor a 3,50 m lo que corresponde a realizar una excavación de vía de más de 1 metro de longitud. Con base al estudio preliminar e identificando las necesidades de la comunidad, la alternativa de construcción para el mejoramiento del tramo de vía terciaria se puede resumir en lo siguiente:

- Placa huella según norma INVIAS con enrocado central (Concreto ciclópeo) y dos rieles a lo largo de toda la sección.
- Espesor de rieles de 0,15 m.
- Acero longitudinal y transversal para las placas de rodadura y para las cunetas, según el diseño establecido.
- Cunetas laterales en concreto reforzado según diseño INVIAS
- Construcción de obras de drenaje transversal

#### **4.2 Estudio hidrológico**

En este estudio se describen las obras requeridas para el tramo y la estimación de los caudales según la precipitación que se presenta en la vereda La Ceibala. Para la construcción de las alcantarillas el estudio hidrológico se tiene en cuenta varios aspectos como:

- Localización de cauces y/o flujos naturales de agua
- Arrastre de sedimentos
- Facilidad en el mantenimiento

Para el diseño de las alcantarillas se tomó como periodo de retorno 10 años y para cunetas 5 años, esto con el fin de garantizar una proyección a futuro de las variaciones en el clima como se había mencionado. Según el estudio hidrológico se plantea la construcción de una alcantarilla compuesta en su entrada por una poceta colectora, una tubería con diámetro mínimo de 0,90 m y una estructura de salida (descole) compuesta por un muro y aletas.

**Tabla 3** *Periodo de retorno según tipo de obra*

TIPO DE OBRA	PERIODO DE RETORNO (AÑOS)
Cunetas	5
Zanjas de coronación	10
Estructura de Caída	10
Alcantarillas de 0.90 m de diámetro	10
Alcantarillas mayores a 0.90 m de diámetro	20
Puentes menores luz menor a 10 m)	25
Puentes de luz mayor o igual a 10 m y menor a 50 m	50
Puentes de luz mayor o igual a 50 m	100
Drenaje subsuperficial	2

*Nota.* Tomado de informes Consicor S.A.S

### 4.3 Estudio de suelos

Revisando los estudios de suelos para el sector de la vereda La Ceibala, se identifican las características desde el punto de vista geotécnico de la subrasante (capa del suelo natural). Para construir el estudio de suelos se realizó una visita de campo con el fin de verificar las condiciones iniciales y tomar muestras de suelo por medio de apiques (excavación por método manual) a 150 cm de profundidad definiendo así el estrato de la estructura actual de soporte. De acuerdo a los resultados de los ensayos, se logró clasificar el suelo de la vía con una capa superficial de afirmado contaminado con un espesor de 0.15 m y bajo esta capa un limo de baja plasticidad. Este dato es importante al momento de planificar la conformación de la vía y las excavaciones ya que si el suelo es rocoso pueden presentarse eventualidades al momento de intervenir con maquinaria. También,

para tomar decisiones respecto al remplazo de suelos y al espesor en la colocación de la sub base granular.

En el estudio de suelos se realizó un análisis respecto a la metodología INVIAS INV-E-148-07, con el cual se pudo obtener el CBR de diseño. Así, para este proyecto se presentan suelos tipo: ML, con comportamientos mecánicos de buena a excelente y capacidad de drenaje aceptable a mala.

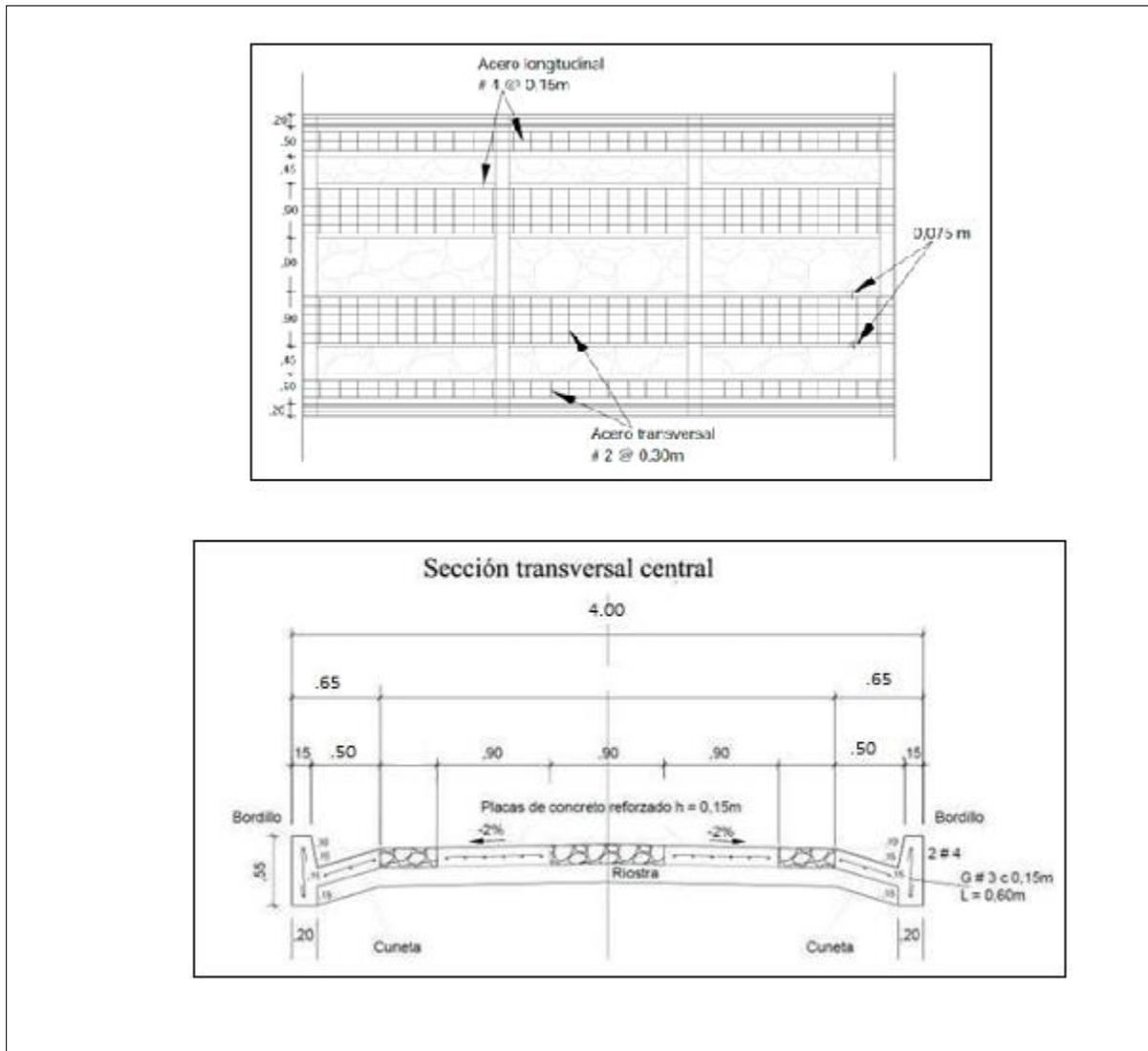
**Tabla 4** Características de los suelos según clasificación SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos)

DIVISIONES PRINCIPALES	SÍMBOLO	COMPORTAMIENTO MECÁNICO	CAPACIDAD DE DRENAJE	
SUELOS DE GRANO GRUESO	Gravas	GW	Excelente	Excelente
		GP	Buena a excelente	Excelente
		GM <sub>d</sub>	Buena a excelente	Aceptable a mala
		GM <sub>u</sub>	Buena	Mala a impermeable
	GC	Buena	Mala a impermeable	
	Arenas	SW	Buena	Excelente
		SP	Aceptable a buena	Excelente
		SM <sub>d</sub>	Aceptable a buena	Aceptable a mala
		SM <sub>u</sub>	Aceptable	Mala a impermeable
		SC	Mala a aceptable	Mala a impermeable
SUELOS DE GRANO FINO	Limos y arcillas (L < 50)	ML	Mala a aceptable	Aceptable a mala
		CL	Mala a aceptable	Casi impermeable
		OL	Mala	Mala
	Limos y arcillas (L > 50)	MH	Mala	Aceptable a mala
		CH	Mala a aceptable	Casi impermeable
		OH	Mala a muy mala	Casi impermeable
SUELOS ORGÁNICOS	Pt	Inaceptable	Aceptable a mala	

Nota. Tomado de informes Consicor S.A.S

#### 4.4 Diseño de la estructura de pavimento

A partir de la resolución 0004401 de 2017 se adoptó la “Guía de Diseño de Pavimentos con Placa Huella”, como alternativa de pavimentación para el diseño y construcción de vías terciarias. La figura 2 describe las características típicas de la sección transversal recomendada por el Instituto Nacional de Vías para pavimentos en placa huella, además, se pueden apreciar las dimensiones de cada uno de los elementos que componen este sistema estructural. Sin embargo, dependiendo de las características propias de cada proyecto, estos valores de referencia pueden cambiar sin perder de vista la viabilidad, y el desempeño funcional y estructural del pavimento.

**Figura 3** Distribución del refuerzo para placa huella y sección de la vía en placa huella

Nota. Tomado de informes Consicor S.A.S

De acuerdo a la figura 2 se establecen varios parámetros de diseño que fueron la base para la construcción de la placa huella en la vereda La Ceibala y se mencionan a continuación:

- El espesor de la subbase granular fue de 15 centímetros igual al espesor de la placa huella.
- Para el dimensionamiento de las riostras se tuvo una longitud de 2.70 metros, ancho de 0.20 m y altura de 0.30; embebidas 0.15 m bajo la subrasante.

- El acero de refuerzo se colocó en la mitad del espesor de la placa-huella, garantizando un recubrimiento de 7.5 centímetros (0.075 m) tanto en la cara superior como en la inferior.

#### 4.5 PMT (Plan de manejo de tránsito)

Por medio del plan de manejo de tránsito se establecía el tipo de señalización horizontal y vertical que se implementaba en la obra para la jornada diurna y la jornada nocturna. La instalación de las señales de tránsito se realizaba en base al *“Manual de señalización vial, Dispositivos uniformes para la regulación del tránsito en calles, carreteras y ciclorruta de Colombia”*.

Los tipos de señalizaciones en obra se instalaban según las diferentes necesidades que se requerían en la obra y el mensaje que se quería transmitir al transeúnte, así debían permanecer en el lugar indicado solamente las que fueran aplicables según la condición existente. Al momento de la instalación de las señales verticales se debía tener en cuenta las especificaciones técnicas del “Manual de Señalización vial del Ministerio de Transporte de 2015”.

Las señales instaladas cumplían la función de reflectividad para que estas se pudiesen visualizar una vez el ocaso. De igual modo, si sobre la vía quedaba maquinaria impidiendo el paso se garantizaba que todo quedara debidamente cercado y señalizado.

Durante el desarrollo del proyecto se concluyó que la vía tenía un bajo volumen de tránsito, sin embargo, era preciso disponer de señalización básica como el pare y siga,

**Tabla 5** Evidencia en la implementación del PMT en la vereda La Ceibala

<b>ACTIVIDAD:</b>	Implementación del PMT				
<b>NOMBRE DEL TRAMO VIAL:</b>	Conexión puente tierra - vereda La Ceibala				
<b>CATEGORIA VIAL:</b>	Vía terciaria	<b>INICIO TRAMO:</b>	K0+000	<b>FIN TRAMO:</b>	K0+500
<b>COORDENADAS:</b>	K0+000: 6.1744N 75.9760 W; K0+500: 6.1779N 75.9762W				
<b>EVIDENCIAS</b>					



#### OBSERVACIONES

Cuando se realizaban cierres parciales y totales de la placa huella se colocaba cinta reflectiva (ancho 10 cm) con demarcación impresa que indicaban la señal de peligro, dado el caso en el que se quería señalar una zona de peligro también se utilizaba esta cinta reflectiva. La comunidad de la vereda La Ceibala tenía a su disposición el paso en motocicletas ya que las actividades se desarrollaban alternando el sentido de la vía y asignando un carril para el desplazamiento de los habitantes de la vereda.

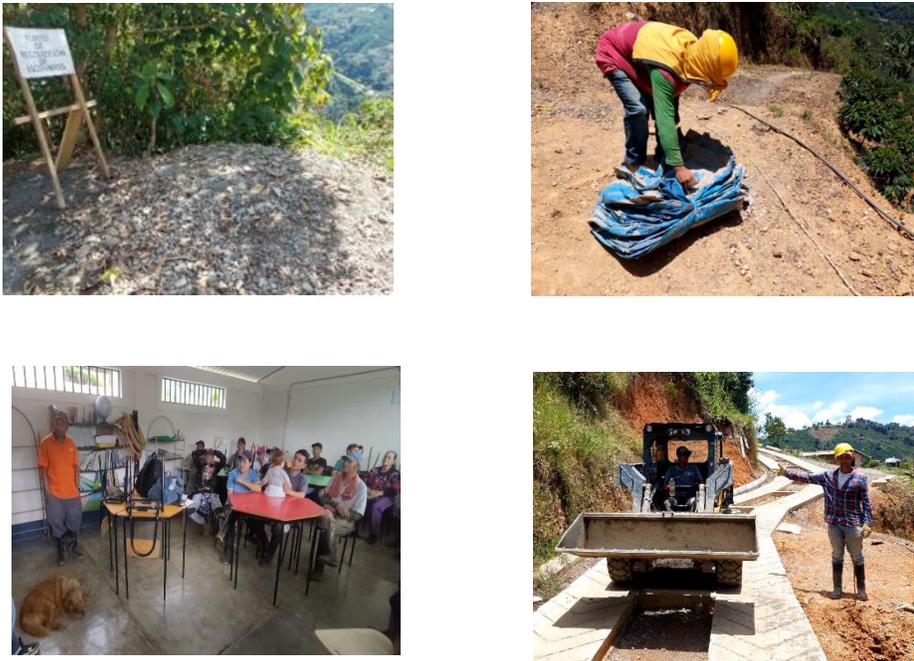
#### 4.6 PAGA (Plan de adaptación a la guía ambiental)

El PAGA contempla las medidas en el manejo ambiental enfocadas en prevenir, mitigar y compensar todos los impactos ambientales que se pueden generar en la pre construcción y construcción.

Durante la ejecución del proyecto de placa huella se gestionaron los diferentes permisos ambientales, permisos de botadero, permisos de aprovechamiento de recursos; por otro lado, se llevó un control en los aspectos ambientales como el consumo del agua, el aporte de residuos a fuentes hídricas, la emisión de gases por parte de la maquinaria, la intervención de suelos, consumo de energía, entre otros. También se implementaron medidas para el control de emisiones y ruido, almacenamiento de materiales de construcción, protección del suelo.

En cuanto a los aspectos sociales, se logró el objetivo de interactuar directamente con la junta de acción comunal de la vereda y elaborar comités de socialización donde se informaba a la comunidad sobre la importancia de la obra en el desarrollo económico de la vereda, la interacción entre el transeúnte y la construcción del proyecto y los avances que se van generando semanal y/o mensualmente.

**Tabla 6** Evidencia de la implementación del PAGA en la vereda La Ceibala

<b>ACTIVIDAD:</b>	Implementación del PAGA				
<b>NOMBRE DEL TRAMO VIAL:</b>	Conexión puente tierra - vereda La Ceibala				
<b>CATEGORIA VIAL:</b>	Vía terciaria	<b>INICIO TRAMO:</b>	K0+000	<b>FIN TRAMO:</b>	K0+500
<b>COORDENADAS:</b>	K0+000: 6.1744N 75.9760 W; K0+500: 6.1779N 75.9762W				
<b>EVIDENCIAS</b>					
					
<b>OBSERVACIONES</b>					
<p>Además de lo ya mencionado, en la implementación del plan de adaptación de la guía ambiental se tuvo en cuenta el acompañamiento que se realizó para la elaboración de las actas de entorno y vecindad en la vereda la ceiba, además, de la recolección y transporte de escombros y residuos provenientes de la construcción de la placa huella. Por último, las indicaciones para establecer parámetros de control en el uso de la maquinaria pesada en obra.</p>					

## **4.7 Fases del proceso constructivo**

### **4.7.1 Localización y replanteo**

Por medio de esta actividad se realizó la ubicación y referenciación del terreno que se iba a intervenir, así como también de los inmuebles que hacen parte de la zona y que limitan con el proyecto. Para realizar la localización y replanteo se tuvo la presencia de un topógrafo y un cadenero los cuales estuvieron en la fase inicial del proyecto verificando los niveles de la subrasante para posteriormente establecer las condiciones que se requerían en el momento de la intervención con maquinaria para la adecuación de la vía. La importancia de un buen replanteo en estas estructuras radica en lograr la descarga efectiva de las obras de drenaje longitudinal hasta las alcantarillas y así evitar generar zonas de empozamiento, además de garantizar que la estructura de pavimento conserve el nivel adecuado para el tránsito cómodo y seguro de los diferentes vehículos que recorren la vía.

Adicional a este informe de prácticas, se muestra el **Anexo 1. levantamiento topográfico para la sección de 500 m en la vereda La Ceibala**, que realizó el profesional (topógrafo) en la etapa preliminar para la sección entre k0+000 y k0+500.

### **4.7.2 Excavación mecánica en material común**

Por medio de esta actividad se realizó la nivelación y remoción de materiales existentes en la vía para la implementación de la sub base granular y la estructura de pavimento. Al escarificar el terreno con el espesor y hasta la cota indicada se procedió a realizar acopio y transporte del material sobrante a puntos destinados como botadero. Para la ejecución de la excavación mecánica se dispuso de una motoniveladora la cual por medio de su hoja vertedera le da una nivelación a la vía con un ancho de 4,50 metros y una profundidad de 0,15 metros, en base a los diseños establecidos para el proyecto. Al supervisar esta actividad se reportó y tomó evidencia respecto al estado inicial en el que se encontraba la calzada y el estado después de la intervención con maquinaria., de modo que se pueda visualizar los cambios en pro del cumplimiento de las actividades. Se tomó reporte sobre el avance que representa la ejecución de esta actividad para el proyecto y se dio el aval en el cumplimiento de esta según los diseños establecidos inicialmente en los documentos técnicos del proyecto. También, se gestionó los permisos necesarios para tomar

acciones necesarias dado el caso que el desarrollo de la excavación afecte directa y significativamente las condiciones en las que se encuentran los predios aledaños al proyecto. De acuerdo a el recorrido inicial de obra se establecen puntos críticos en los cuales se encuentre la presencia de sistemas de alcantarillas, acueducto, energía, gas, entre otros, ya que afectarlos podría implicar el atraso de la actividad y de la obra en conjunto. Además, se pueden ocasionar incidentes de mayor envergadura.

A continuación, se muestra la lista de chequeo específica que se realizó en base a la ejecución de esta actividad.

**Tabla 7** Lista de chequeo de la actividad: excavación mecánica en material común

<b>LISTA DE CHEQUEO ESPECIFICA</b>					
<b>ACTIVIDAD:</b>	Excavación mecánica en material común				
<b>NOMBRE DEL TRAMO VIAL:</b>	Conexión puente tierra - vereda La Ceibala				
<b>CATEGORIA VIAL:</b>	Vía terciaria	<b>INICIO TRAMO:</b>	K0+000	<b>FIN TRAMO:</b>	K0+500
<b>COORDENADAS:</b>	K0+000: 6.1744N 75.9760 W; K0+500: 6.1779N 75.9762W				
Verificación en base a las Normas y especificaciones del INVIAS 2012 Capitulo 2 - Explanaciones/Artículo 600-13/600.4.3 Excavaciones para alcantarillas					
<b>A. MAQUINARIA</b>					
¿Qué maquinaria se va a utilizar para ejecutar esta actividad?			Motoniveladora		
¿Qué herramienta se utilizó en esta actividad?			Ninguno		
<b>B. DIMENSIONES</b>					
Longitud de la vía			500 m		
Ancho de excavación			4.50 m		
Espesor de excavación			0.15 m		
<b>C. EVIDENCIA</b>					
<div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div>					

#### D. OBSERVACIONES

La excavación de la explanación se realizó con base a las secciones transversales del proyecto en las cuales el ancho variaba entre 0.12 a 0.15 metros, conservando las medidas necesarias para garantizar las condiciones de drenaje, resistencia y estabilidad de la sub rasante. Durante la ejecución de la actividad no se presentaron eventos desfavorables como la inestabilidad en taludes o deslizamientos provocados por el descale del pie de la excavación. Para el proyecto de interés solo se necesitó la operación de una motoniveladora. Al final, se cumplió con el objetivo planeado.

#### 4.7.3 Conformación de la calzada existente

La conformación de la calzada se logra por medio de un proceso de escarificado, ampliación, conformación y compactación de la subrasante al cual se le debe determinar el CBR para establecer la calidad del material que va a recibir la capa de relleno granular. Esta actividad se realiza con una motoniveladora o una retroexcavadora tipo pajarita y consiste en la ampliación de la calzada existente hasta alcanzar el ancho de vía según lo diseños, para la placa huella el manual del INVIAS indica que la vía debe tener un ancho mínimo de 4,50 metros a lo largo de la sección de intervención, y así garantizar las condiciones necesarias para la construcción del pavimento tipo placa huella. Desde la gestión en el control de obra es indispensable gestionar con los propietarios de los predios que fueron intervenidos la autorización en el aprovechamiento de los taludes, ya que dado el caso en que la vía no cumpla con el ancho requerido se debe realizar corte de talud por medios mecánicos.

A continuación, se muestra la lista de chequeo que se realizó en base a la ejecución de esta actividad.

**Tabla 8** *Lista de chequeo de la actividad: Adecuación y conformación de la calzada existente*

LISTA DE CHEQUEO ESPECIFICA					
<b>ACTIVIDAD:</b>	Adecuación y conformación de la calzada existente				
<b>NOMBRE DEL TRAMO VIAL:</b>	Conexión puente tierra - vereda La Ceibala				
<b>CATEGORIA VIAL:</b>	Vía terciaria	<b>INICIO TRAMO:</b>	K0+000	<b>FIN TRAMO:</b>	K0+500
<b>COORDENADAS:</b>	K0+000: 6.1744N 75.9760 W; K0+500: 6.1779N 75.9762W				
Verificación en base a las Normas y especificaciones del INVIAS 2012 Capitulo 2 - Explanaciones/Articulo 600-13/600.4.3 Excavaciones para alcantarillas					
A. MAQUINARIA					
¿Qué maquinaria se va a utilizar para ejecutar esta actividad?			Motoniveladora		
¿Qué herramienta se utilizó en esta actividad?			Ninguno		
B. DIMENSIONES					
Longitud de la vía			500 m		
Ancho de adecuación			4.50 m		

**C. EVIDENCIA****D. OBSERVACIONES**

Esta actividad se realizó en conjunto con la excavación mecánica en material común. Desde la supervisión se gestionó la autorización a los propietarios de los predios para intervenir los taludes con el objetivo de ampliar la calzada. Al costado interno del talud se encontraban cultivos de café, los cuales son el sostenimiento primordial de los habitantes de la vereda La Ceibala.

**4.7.4 Instalación de filtro alveodren colector**

Esta actividad fue una modificación a la planeada inicialmente en el presupuesto y consiste en un sistema de drenaje denominado alveodren colector. Este es un geo compuesto alveolar preensamblado, este sistema de drenaje ejecutaba la misma función de un filtro francés y no requería el uso de grava, ni tubería. Su instalación se realizó fácilmente aumentando el rendimiento en obra. Para realizar la instalación del alveodren colector se excavó una sección de 0,6 metros de ancho y 0,6 metros de profundidad a lo largo de los 500 metros de vía en la vereda La Ceibala. Se instala el alveodren colector con la resina impermeable hacia la parte baja sobre unas de las caras y se coloca sobre el perfil más cercano al talud, luego se cuñó con estacas de madera y se rellena con el mismo material de sitio.

Para su instalación se realizó el proceso descrito en las fichas técnicas del alveodren, las cuales se recibieron por parte de la empresa que suministró el filtro.

**Figura 4** *Instalación de filtro alveodren colector*



#### **4.7.5 Construcción de obras de drenaje transversal**

Esta actividad comprendía la excavación mecánica, instalación de tubería tipo PVC, relleno con material de excavación, construcción de pocetas y estructura de descole (muro y aletas). Para la construcción de las ODT (Obras de drenaje transversal) lo primero que se hizo en obra fue instalar la tubería conductora de 36” según la modificación que se le hizo al diseño establecido en el proyecto y que fue motivo de aprobación. El tubo se transportó al frente de obra en una lowboy o también conocida como cama baja, luego su transporte hasta la obra se realizó con una retroexcavadora. Para verificar que la tubería fuera la correcta se tomaron medidas con el flexómetro de la longitud, espesor del tubo, diámetro interno y externo. Luego se realiza una comparación con la ficha técnica y se verificó que las dimensiones fueran las correctas.

Para la instalación de la tubería de PVC fue necesario la operación de maquinaria pesada (retroexcavadora) debido a que las dimensiones y el peso del tubo complicaban la instalación manual, además, la excavación resultaba más ágil con maquinaria. En el proceso de instalación se realizó una excavación perpendicular a la dirección de la vía de unos 7 metros de longitud para facilitar el anclaje de la tubería. En la base de la excavación se verificaron los niveles para conservar la pendiente de la tubería del 2% y asegurar su función de conducción de aguas captadas, luego, se colocó un solado pobre (triturado  $\frac{3}{4}$ ”, arena para concreto y cemento) para que cumpliera la función de atraque en el costado inferior. Posteriormente, se construyó un par de

muros con estopas rellenas con material de excavación cerca del borde del tubo en ambos extremos hasta llegar a la subrasante (suelo natural) y se terminó de rellenar con el material restante de excavación. En el proceso de relleno la retroexcavadora compactaba el material con su cucharón delantero para afirmar el terreno.

Para construir los emparrillados de las pocetas que estarán ubicadas en las abscisas k0+140 m y k0+470 m, se utilizaron varillas de ½” y varillas de ¼”. Por su parte, para el descole (muro y aletas) se utilizaron varillas de ½” de manera transversal y varillas de 3/8” longitudinalmente en base a los diseños de las ODT.

Este emparrillado se instaló en las excavaciones que se habían realizado previamente con la retroexcavadora y se ajustaron las varillas con alambre para darle consistencia a la estructura. En el proceso de construcción del emparrillado se realizaba un análisis comparativo entre lo que se estaba construyendo y los diseños de las obras transversales.

Para los muros de las pocetas y los cabezotes se utilizó una dosificación de 1:2:3 (una parte de cemento, dos partes de arena y tres de grava) con el fin de obtener una resistencia de 21 Mpa. En el proceso de fabricación del concreto hidráulico para alcantarillas se controlaron las cantidades de cemento, triturado y arenar para mantener al margen las condiciones necesarias que garantizaran obtener la mezcla adecuada para estas estructuras, además de los procesos de fabricación, transporte y colocación del concreto hidráulico para estas estructuras se realizó un adecuado vibrado del concreto con el objetivo de eliminar las burbujas contenidas de aire y así darle un acabado homogéneo a la estructura.

**Tabla 9** Lista de chequeo de la actividad: construcción de obras de drenaje transversal (ODT)

LISTA DE CHEQUEO ESPECIFICA					
<b>ACTIVIDAD:</b>	Construcción de obras de drenaje transversal				
<b>NOMBRE DEL TRAMO VIAL:</b>	Conexión puente tierra - vereda La Ceibala				
<b>CATEGORIA VIAL:</b>	Vía terciaria	<b>INICIO TRAMO:</b>	K0+000	<b>FIN TRAMO:</b>	K0+500
<b>COORDENADAS:</b>	K0+000: 6.1744N 75.9760 W; K0+500: 6.1779N 75.9762W				
<b>Verificación en base a las Normas y especificaciones del INVIAS 2012</b> Capitulo 6 - Estructuras y drenajes/Articulo 600-13/600.4.3 Excavaciones para alcantarillas Capitulo 6 - Estructuras y drenajes/Articulo 610-13/Rellenos para estructuras Capitulo 6 - Estructuras y drenajes/Articulo 630-13/Concreto estructural					

Capítulo 6 - Estructuras y drenajes/Artículo 640-13/Acero de refuerzo	
<b>A. MAQUINARIA/EQUIPOS/HERRAMIENTA</b>	
¿Qué maquinaria se va a utilizar para ejecutar esta actividad?	Retroexcavadora tipo pajarita
¿Qué equipos se utilizaron en esta actividad?	Canguro apisonador
¿Cuáles herramientas se utilizaron en esta actividad?	Pala, Zapapico, barra 16 lb, azadón, palín
<b>B. DISEÑO</b>	
¿Se instaló la tubería de concreto reforzado clase D?	No, se instaló tubería de PVC de 36"
¿Se conservó la estructura del diseño para la poceta?	No, se presentaron modificaciones
¿Se conservó la estructura del diseño para el descole?	No, se presentaron modificaciones
¿Se conservó la pendiente de diseño para la tubería?	Sí, se instaló con una pendiente del 2%
<b>C. EVIDENCIA</b>	
	



#### D. OBSERVACIONES

Si bien la actividad no se ejecutó en su totalidad como estaba planeada en los diseños estructurales y en el presupuesto, se logró adaptar a las condiciones en las cuales se encontraba la vía. Las estructuras como poceta, muros y aletas se construyeron siguiendo los lineamientos necesarios que garantizaran eficiencia y calidad. Debido a que por debajo de la subrasante a unos 1.20 metros de profundidad se encontraba la tubería madre de la vereda La Ceibala, la obra ubicada en la abscisa k0+145 m tocó rediseñarla para que se adaptará, ya que no se podía trasladar la tubería para impedir el riesgo de ocasionar algún daño.

#### 4.7.6 Colocación de sub base granular

Para el suministro de la sub base granular se dispuso de volquetas que transportaran el material desde cantera con el fin de asegurar la colocación de la sub base con certificación de calidad, el cual se obtiene con previos ensayos que respaldan el material como apto para su colocación sobre la sub rasante. En el frente de obra se realiza una inspección visual y de contacto para ver las condiciones de los agregados y la humedad con la que el material llega. El material de sub base se acopiaba cada 10 metros aproximadamente a lo largo de la vía con el objetivo de distribuirlo equitativamente por toda la calzada. Para darle movilidad a la vía se reacomoda el material de sub base hacia el talud interior. Una vez dispuesto el total de material se realizaba su extendido con motoniveladora la cual ejecuta este procedimiento con su hoja vertedera. Durante este proceso se verificaba con el flexómetro que el extendido del material cumpliera con un ancho mínimo de 4 metros. Al momento de su colocación el material se encontraba en un estado húmedo debido a las lluvias que se presentan en la zona, por lo tanto, no se realizó proceso de humectación con carrotanque para no alterar de manera significativa las condiciones óptimas del material. Por último, se realizó el sellado y/o compactación con un vibro compactador de 7 toneladas verificando a lo largo de la vía que la capa de sub base granular conservara el espesor de diseño.

Para llevar un reporte sobre esta actividad se elaboró una lista de chequeo en la cual se evidencia su ejecución y las medidas que se tomaron para la colocación de la sub base.

**Tabla 10** Lista de chequeo de la actividad: colocación de sub base granular

<b>LISTA DE CHEQUEO ESPECIFICA</b>					
<b>ACTIVIDAD:</b>	Colocación de sub base granular				
<b>NOMBRE DEL TRAMO VIAL:</b>	Conexión puente tierra - vereda La Ceibala				
<b>CATEGORIA VIAL:</b>	Vía terciaria	<b>INICIO TRAMO:</b>	K0+000	<b>FIN TRAMO:</b>	K0+500
<b>COORDENADAS:</b>	K0+000: 6.1744N 75.9760 W; K0+500: 6.1779N 75.9762W				
Verificación en base a las Normas y especificaciones del INVIAS 2012 Capítulo 3 - Afirmados subbases y bases/Artículo 320-13/Sub-base granular					
<b>A. MAQUINARIA</b>					
¿Qué maquinaria se va a utilizar para ejecutar esta actividad?			Motoniveladora, vibro compactador		
¿Qué herramienta se utilizó en esta actividad?			Ninguno		
<b>B. CALIDAD DEL MATERIAL</b>					
¿El material cuenta con certificación de cantera?			Sí		
¿Se tomaron muestras del material?			No		
<b>C. INSPECCIÓN DEL SUMINISTRO</b>					
¿Qué cantidad de sub base llega a la obra?			300 m3		
¿Se realizó combinación con otro material?			No		
¿En qué estado llega el material a obra?			Húmedo		
<b>D. COLOCACIÓN</b>					
¿Se humedeció el material con carrotanque?			No		
Espesor luego de compactación			0.15 m		
<b>E. EVIDENCIA</b>					
					



#### F. OBSERVACIONES

En la ejecución de esta actividad no se presentó ningún imprevisto. Es importante verificar el estado en el que se encuentra la sub base granular justo antes de su colocación, para poder garantizar un sellado adecuado. Por otro lado, la gestión del PMT Y PAGA en la colocación de la subbase es indispensable, ya que se deben hacer cierres totales y se debe disponer de traslado a zonas de botadero de los residuos o sobrantes de material.

#### 4.7.7 Construcción de placa en concreto hidráulico

Este trabajo consistió en la elaboración, transporte, colocación, vibrado, acabado y curado de una mezcla de concreto hidráulico como estructura de un pavimento, de acuerdo con los alineamientos, cotas, secciones y espesores indicados en los planos del proyecto.

Al realizar la compactación de la sub base granular se procedió a ubicar los perfiles metálicos que servirían de formaleta para el vaciado de los rieles. Para el proyecto en específico se construyeron las vigas riostras previo al vaciado de las placas, así, solo era necesario excavar una zanja tipo cajón para instalar las vigas y luego proceder a instalar el acero de refuerzo longitudinal y transversal de las huellas. Una vez acondicionada la estructura se realizó el vaciado de las placas con concreto según el diseño de mezcla, distribuyéndolo uniformemente y posteriormente se le insertaba la manguera vibrante para liberar las burbujas de aire. Después, se realizaba la nivelación de la superficie con un codal de aluminio y se realizaba el acabado en espina de pescado.

Para asegurar el control del proceso constructivo de las placas se verificaba constantemente las separaciones del acero anclado, el dimensionamiento de las formaletas, la dosificación de la mezcla del concreto, el procedimiento de vibrado del concreto y el texturizado

de las placas. La tabla 5 muestra la lista de chequeo que se desarrolló en base a la construcción de las placas de concreto hidráulico.

**Tabla 11** Lista de chequeo de la actividad: construcción de placas en concreto hidráulico

LISTA DE CHEQUEO ESPECIFICA					
<b>ACTIVIDAD:</b>	Construcción de placas en concreto hidráulico				
<b>NOMBRE DEL TRAMO VIAL:</b>	Conexión puente tierra - vereda La Ceibala				
<b>CATEGORIA VIAL:</b>	Vía terciaria	<b>INICIO TRAMO:</b>	K0+000	<b>FIN TRAMO:</b>	K0+500
<b>COORDENADAS:</b>	K0+000: 6.1744N 75.9760 W; K0+500: 6.1779N 75.9762W				
Verificación en base a las Normas y especificaciones del INVIAS 2012 Capitulo 6 - Estructuras y drenajes/Articulo 630-13/Concreto estructural Capitulo 6 - Estructuras y drenajes/Articulo 640-13/Acero refuerzo					
A. MAQUINARIA					
¿Qué maquinaria se va a utilizar para ejecutar esta actividad?			Minicargador		
¿Qué equipos se utilizaron para ejecutar la actividad?			Concretadora, vibrador de concreto, pulidora, taladro percutor, circular		
¿Qué herramienta se utilizó en esta actividad?			Pala, zapapico, azadón, barra 16 lb, martillo de goma		
B. CALIDAD DEL MATERIAL					
¿Los agregados cuentan con certificación de cantera?			Sí		
¿El cemento cuenta con certificación de calidad?			Sí		
¿El acero cuenta con certificación de calidad?			Sí		
¿Se tomaron muestras del material?			Sí		
C. DIMENSIONES					
Ancho de la placa			0.90 m		
Longitud de placa			3 m		
Espesor de placa			0.15 m		
D. DISEÑO					
Separación de acero longitudinal			0.15 m		
Separación acero transversal			0.30 m		
Recubrimiento			0.07 m		
¿Se conservó el diseño estructural planificado?			Sí		
E. COLOCACIÓN					
¿Se realizó vibrado del concreto?			Sí		
¿Se realizó texturizado de las placas?			Sí		
¿Se realizó curado del concreto?			Sí		
F. EVIDENCIA					
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p style="font-size: small; color: gray;">22 Jun 2023 1:34:54 p.m. 6.1768N 75.9762W 148° SE Altitud: 1830.3m #La Ceibala - Betulia</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p style="font-size: small; color: gray;">22 Jun 2023 1:34:49 p.m. 145° SE Altitud: 1836.1m #La Ceibala - Betulia</p> </div> </div>					



**G. OBSERVACIONES**  
 Se cumple con los diseños, dosificación, procesos constructivos (vibración del concreto y curado). Se evidencia el control de los procesos y la verificación en las dimensiones de la placa huella. En general la actividad se ejecuta satisfactoriamente.

**4.7.8 Construcción de drenaje longitudinal (cunetas - bordillos)**

Antes de realizar la adecuación de las cunetas se fabricaron los bordillos en obra por medio de formaletas metálicas con base en las medidas de diseño. Esto representó un cambio en diseño y fue motivo de un análisis presupuestal, elaboración de análisis de precios unitarios y aprobación por parte de la entidad contratante. Después de fabricar los bordillos se procedió con su instalación, para esto era necesario realizar la excavación manual de una zanja a los extremos de la vía teniendo en cuenta el diseño de la placa huella para determinar cuánto sobresalían los

bordillos sobre el nivel de las placas. Luego de excavar, se fabricaba y colocaba un solado con arena gruesa para que cumpliera la función de base y anclaje para los bordillos. Una vez instalados a unos 3 centímetros el uno del otro, se insertaba en la junta un mortero con arena de pega para que sirviera de unión entre los bordillos.

Teniendo los bordillos fabricados en obra instalados, se inició con la adecuación de la zanja, instalación de acero de refuerzo y vaciado de cunetas con concreto hidráulico según mezcla de diseño. Al momento de realizar esta actividad se verificaba que el anclaje del acero mantuviera la separación longitudinal y transversal, además, se examinaba el ancho de las cunetas y su espesor. Así el diseño de las cunetas se construyó en base a las especificaciones técnicas, estudios hidrológicos y a la guía de pavimentos tipo placa huella.

**Tabla 12** Lista de chequeo de la actividad: construcción de cuneta-bordillo

LISTA DE CHEQUEO ESPECIFICA					
<b>ACTIVIDAD:</b>	Construcción de cunetas-bordillos				
<b>NOMBRE DEL TRAMO VIAL:</b>	Conexión puente tierra - vereda La Ceibala				
<b>CATEGORIA VIAL:</b>	Vía terciaria	<b>INICIO TRAMO:</b>	K0+000	<b>FIN TRAMO:</b>	K0+500
<b>COORDENADAS:</b>	K0+000: 6.1744N 75.9760 W; K0+500: 6.1779N 75.9762W				
Verificación en base a las Normas y especificaciones del INVIAS 2012 Capitulo 6 - Estructuras y drenajes/Articulo 630-13/Concreto estructural Capitulo 6 - Estructuras y drenajes/Articulo 640-13/Acero refuerzo					
A. MAQUINARIA					
¿Qué maquinaria se va a utilizar para ejecutar esta actividad?			Minicargador		
¿Qué equipos se utilizaron para ejecutar la actividad?			Concretadora, vibrador de concreto, pulidora, taladro percutor, circular		
¿Qué herramienta se utilizó en esta actividad?			Pala, zapapico, azadón, barra 16 lb, martillo de goma		
B. CALIDAD DEL MATERIAL					
¿Los agregados cuentan con certificación de cantera?			Sí		
¿El cemento cuenta con certificación de calidad?			Sí		
¿El acero cuenta con certificación de calidad?			Sí		
¿Se tomaron muestras del material?			Sí		
C. DIMENSIONES					
Ancho de la placa			0.90 m		
Longitud de placa			3 m		
Espesor de placa			0.15 m		
D. DISEÑO					
Separación de acero longitudinal			0.15 m		
Separación acero transversal			0.30 m		
Recubrimiento			0.07 m		
¿Se conservó el diseño estructural planificado?			Sí		
D. COLOCACIÓN					
¿Se realizó vibrado del concreto?			Sí		
¿Se realizó texturizado de las placas?			Sí		

¿Se realizó curado del concreto?	Sí
<b>C. EVIDENCIA</b>	
	
<b>D. OBSERVACIONES</b>	
<p>Se fundió berma cuneta, para garantizar el desplazamiento seguro de los vehículos y lograr la descarga de las obras de drenaje longitudinal hacia las ODT. El ancho de las cunetas variaba entre 0.50 m y 0.55 m, con un espesor de 0.15 m.</p>	

Debido a la no finalización de todas las actividades de obra, en las que se incluyen la construcción de las placas centrales con concreto ciclópeo y la colocación de señalización vertical, no se realizaron chequeos y registro, por tal motivo, el alcance de la supervisión de obra solo abarca hasta la construcción de los sistemas de drenaje longitudinal (cuneta-bordillos).

#### 4.8 Calidad de la obra

Supervisar la calidad de los materiales y seguir los lineamientos normativos en los procesos de ejecución de las actividades que componen el proyecto son esenciales para garantizar la seguridad, eficiencia y durabilidad de la infraestructura vial. Para llevar a cabo la calidad de la obra realizó gestión y revisión en lo siguiente:

- Se verificaba que el suministro de los agregados finos y gruesos se realizara directamente de cantera, para asegurar que se pudieran obtener documentos que certificaran el proceso de fabricación y disposición de los agregados de igual modo se realizó con el material de sub base granular.

- Al igual que con los agregados también se verificaba que materiales como el cemento, tubería de PVC instalada, acero y demás, fueran suministrados por compañías que llevaran tiempo en el mercado y pudieran certificar el uso de estos.
- Se realizaba un control para que el contratista fabricara especímenes cilíndricos de concreto en referencia a todas las estructuras del pavimento tipo placa huella en las que se necesitara el concreto hidráulico, para realizar pruebas de compresión en laboratorios certificados con base en la normatividad vigente.
- Se revisaba que los materiales quedaran bien almacenados para que estos no se desperdiciaran excesivamente y no generaran contaminación, deterioro o reacciones en sus propiedades.

La importancia de un buen control de los materiales también influye en los aspectos económicos del proyecto, ya que el desperdicio y el mal uso de estos puede llegar a generar un desbalance financiero para el proyecto. Por medio de un diagrama de afinidad, el cual es una herramienta para organizar las ideas de manera visual, clasifique la normatividad que se tiene en cuenta en los procesos y materiales que son usados en cada fase de construcción de la placa huella. El diagrama se muestra en el **Anexo 2. Diagrama de afinidad en los procesos de calidad para la pavimentación con placa huella**, del presente informe.

#### **4.9 Imprevistos en obra**

En el desarrollo del proyecto se presentaron situaciones inesperadas que no se habían anticipado en la fase de planificación del proyecto. Estos imprevistos tuvieron influencia directamente en la programación y costos de la obra.

Los imprevistos se presentaban debido a condiciones climáticas, problemas en el servicio de acueducto, suministro de materiales, desastres naturales y una ejecución errónea en los procesos constructivos.

La siguiente tabla muestra algunas de las situaciones que se presentaron en el desarrollo del proyecto y que fueron motivo para generar un atraso en la obra.

**Tabla 13** *Imprevistos ocurridos en la construcción de la placa huella*

FASE DEL PROYECTO	HALLAZGO DEL IMPREVISTO	SOLUCIÓN AL IMPREVISTO	ATRASO	EVIDENCIA
<p><b>Instalación de filtro</b></p>	<p>En la instalación del filtro para el talud, la retroexcavadora rompió la tubería madre que se encontraba a 0,50 metros de profundidad sobre el terreno natural en la vereda La Ceibala.</p>	<p>Se contacto al fontanero de la vereda La Ceibala para que realizara la respectiva adecuación de la tubería.</p>	<p>1 día laboral</p>	
<p><b>Fabricación de bordillos</b></p>	<p>Al no darle tiempo suficiente para que el concreto fraguaron se desencofraron algunos bordillos y estos se fracturaron al no fraguar rápido y obtener resistencia.</p>	<p>Se descartaron estos bordillos y se fabricaron los respectivos remplazos.</p>	<p>1 día</p>	
<p><b>Instalación de bordillos fabricados en obra</b></p>	<p>Al no realizarse una buena compactación del material de relleno en la obra transversal ubicada en k0+140 m, el material sufrió un hundimiento provocando el desprendimiento de los bordillos.</p>	<p>Se volvió a excavar, rellenar y compactar el material con un canguro apisonador.</p>	<p>1 día laboral</p>	
<p><b>Instalación de bordillos fabricados en obra</b></p>	<p>Debido a las lluvias y las altas pendientes se socavo el talud donde se colocó el filtro haciendo este visible.</p>	<p>Se relleno el terreno con material de afirmado y se compacto con rana.</p>	<p>2 días laborales</p>	

<p><b>Construcción de la estructura de pavimento</b></p>	<p>Falla mecánica del minicargador, al no realizarle un adecuado mantenimiento preventivo.</p>	<p>Se gestionó el cambio de repuestos que requería la máquina y se instalaron.</p>	<p>1 semana</p>	
<p><b>Construcción de la estructura de pavimento</b></p>	<p>Debido a las fuertes lluvia en la vereda la Ceibala ocurrió un evento de movimiento de masa en la abscisa k0+030 m, aproximadamente 16 m3 de material</p>	<p>Se removió el deslizamiento con la retroexcavadora y se realizó acarreo de este material al punto destinado como botadero.</p>	<p>3 días laborales</p>	
<p><b>Construcción de la estructura de pavimento</b></p>	<p>Debido a las fuertes lluvia ocurrió un movimiento de masa en la abscisa k0+100 m, aproximadamente 10 m3 de material.</p>	<p>Se removió el deslizamiento y se realizó acarreo de este material al punto destinado como botadero.</p>	<p>5 días laborales</p>	
<p><b>Vaciado de cunetas</b></p>	<p>Demolición en los muros de las aletas debido a la toma errónea de niveles para el vaciado de la cuneta.</p>	<p>Se construyó un cajón en los muros de las aletas para garantizar la llegada del nivel de cuneta y se realizó un acabado con mortero.</p>	<p>1 día laboral</p>	

<p><b>Vaciado de cunetas</b></p>	<p>Suministro y descarga del material, a 1 km del frente de trabajo.</p>	<p>Se contrato una volqueta para trasportar el material hasta el punto de fabricación del concreto.</p>	<p>2 días laborales</p>	
<p><b>Construcción Obras de drenaje transversal</b></p>	<p>Debido al constante flujo de agua por el talud adyacente a la excavación de la poceta, se consolido un charco de agua que impedía la colocación de la losa base.</p>	<p>Se colocó triturado 3/4" para que cumpliera la función de filtro y se fabricó el concreto con una consistencia seca.</p>	<p>1/2 día laboral</p>	

---

## 5 Análisis

Aun cuando en los resultados ya se plantearon algunos análisis en base al proceso constructivo del pavimento tipo placa huella, se adiciona a esta sección algunos aspectos fundamentales que se evaluaron a medida que el proyecto avanzaba:

- Para la etapa de socialización del proyecto con la comunidad se debe comprender el funcionamiento en la economía de los habitantes de la vereda. En el municipio de Betulia, la mayor fuente de ingresos es la recolección y posterior venta del café, en la cual para los campesinos de la vereda La Ceibala la cosecha empieza a mediados de agosto, así, dado el caso en que las actividades de obra se crucen con estas fechas, no se podrá disponer del personal interno y el contratista deberá gestionar la vinculación de personal externo, lo que se resume en un incremento de los costos y un posible desequilibrio financiero dado un caso extremo.
- Para la etapa de planeación del proyecto es preciso agregar información en los diagnósticos de la vía donde se especifique los recursos hídricos que se encuentran en la zona tales como yacimientos de agua, arroyos, aguas superficiales, entre otros, para así, al momento de realizar intervenciones manuales o con maquinaria no se generen riesgos ya sea ambientales y/o sociales. Por otro lado, en esta etapa de planeación se definió la cantera que iba a realizar el suministro de agregados a la obra. Evaluando las diferentes posibilidades se encontró que la cantera más cercana se encontraba en las cercanías de Bolombolo, corregimiento del municipio de Venecia que se encuentra a unos 50 km del caso urbano de Betulia y a unos 60 km de la vereda La Ceibala. El contratista aprovechó efectivamente los recursos.
- Para la etapa preliminar, en específico la visita de campo inicial por parte del contratista, se debió hacer un recorrido en conjunto con los propietarios de los predios cercanos al proyecto, con el representante de la comunidad y con el fontanero, para recolectar información de los sistemas de acueducto y de energía en pro de prevenir la interacción con estos en el proceso de construcción de la placa huella, y dado el caso que estos se interpongan en la ejecución del proyecto, se puedan establecer acuerdos para trasladar estos sistemas.

- 
- Continuando con la visita de campo inicial por parte del contratista, en esta etapa se deben establecer puntos de acopio de material. Es importante aclarar que la construcción de la placa huella debe comenzar desde la abscisa final hasta la inicial, es decir, desde K0+500 hasta K+000, debido a que se debe garantizar la entrada de volquetas y demás vehículos de carga que son los que suministran el material hasta el frente de trabajo. Una vez vaciadas las placas de concreto, se prohíbe el paso de vehículos pesados que puedan fracturar las placas, ya que el concreto obtiene su resistencia máxima pasados 28 días después de la fundida.
  - En la etapa preliminar también se gestionaron permisos de botadero, lo cual era necesario para darle un destino final a los escombros y sobrantes de excavaciones que se generaban a raíz de las diferentes actividades. El punto de botadero se encontró en la abscisa K0+100, lo que ayudo bastante en el transporte del material, ya que no se tenían que cargar volquetas para transportarlos, sino que con el minicargador que se encontraba en obra se realizaba el transporte y descarga del material. Para el aprovechamiento de este punto de botadero se solicitó el permiso del dueño del predio por medios escritos, así se tuvo evidencia del acuerdo que inicialmente era de manera verbal. Para el contratista esto represento una ventaja desde el punto de vista económico.
  - En la etapa preliminar también se interactuó con las familias cercanas a la sección de vía de 500 m, para llegar a acuerdos sobre el aprovechamiento de los recursos de energía y agua, ya que para la manipulación de equipos y la fabricación de la mezcla de concreto hidráulico el suministro de estos es necesario. La interacción entre la comunidad y el contratista se dio de manera amistosa.
  - Para la fase de ejecución el contratista evaluó la capacidad de los diferentes espacios que se disponían para el acopio de material de cantera de modo que se controlara el desperdicio por los diferentes agentes. Igualmente, en dicha fase, se realizó un control regular en el uso de la maquinaria, equipos y herramienta menor, así, se logró gestionar en todo momento la llegada oportuna de la herramienta de remplazo con el fin de no bajar el rendimiento.
  - El contratista falló en el suministro oportuno de los materiales, motivo por el cual la obra no mostraba avances físicos representativos. En algunos casos se disponía en la obra de agregados finos y gruesos para vaciar las placas, vigas riostras y cunetas, pero no se tenía acero y/o cemento para ejecutar la actividad. En estos casos para tratar de balancear y

avanzar con la obra se adelantaban otro tipo de actividades que no estaban programadas. Este tipo de situaciones hacen que la obra se atrase y esto se ve reflejado financieramente.

- En la implementación del plan de manejo de tránsito el contratista cumplió con las condiciones mínimas de señalización de los espacios en los cuales se les quería brindar información a los usuarios por medio de cintas reflectivas sobre el peligro al que estaban expuestos o que representaba un perjuicio para el contratista como el caso de las placas recién vaciadas de concreto,
- El contratista estuvo a disposición en todo momento para seguir los lineamientos de calidad de la obra, ya fuera en los procesos constructivos como en la documentación solicitada que certificaba los diferentes materiales como aptos para su colocación, en base a los ensayos notificados en dichos documentos.
- En la fase constructiva tuvieron en cuenta todo lo descrito en los diseños estructurales. Y en el momento de cambiar los diseños se le informo a la entidad encargada por medio de oficios, para que verificaran los cambios regidos por el criterio del ingeniero y diera su respectiva aprobación.
- En la fase constructiva también se llevó un control para no intervenir de manera directa con las viviendas aledañas al proyecto, y así, lograr que las condiciones de estos predios permaneciesen tal y como se encontraban en la etapa inicial del proyecto.
- El contratista cumplió con la implementación del PAGA, al asignar espacios de botadero para la colocación de escombros, recolectar residuos de obra como las bolsas de cemento y transportarlas hasta puntos de reciclaje, realizar mantenimiento preventivo a la maquinaria que estaba permanente en obra, entre otros.

Con base en los datos recolectados en el proceso de supervisión del proyecto “pavimentación tipo placa huella en la vereda La Ceibala”, se estableció que la siguiente secuencia de actividades representa una alternativa eficiente para la ejecución de este tipo de proyectos.

1. Instalación de tubería de concreto reforzado Clase D de 900mm o de tubería de PVC de 36” (criterio del diseñador).
2. Excavación y perfilación manual en material común para la construcción de estructura de encole y descole.

3. Excavación y construcción de filtro, ya sea el filtro tipo francés o la implementación de filtros como el alveodren colector.
4. Construcción de estructura de encole y descole en concreto hidráulico de 21 Mpa, incluye la figuración, adecuación e instalación del acero de refuerzo.
5. Suministro, transporte y colocación de sub base granular, reacomodada y compactada con medios mecánicos.
6. Construcción de placas y vigas riostras monolíticamente, incluye la instalación del acero de refuerzo y demás procedimientos que garanticen la funcionalidad de la estructura.
7. Fundición de cunetas y concreto ciclópeo conjuntamente.
8. Instalación de señalización vertical tipo 1 con lamina retro reflectiva tipo III (75x75) cm.

Adicional se anexa un cronograma que se construyó en referencia a la secuencia de estas actividades, **Anexo 3. Elaboración de un cronograma de obra para pavimentación tipo placa huella.**

---

## 6 Conclusiones

De acuerdo a la gestión de la supervisión realizada para el proyecto de construcción de pavimento tipo placa huella se evidencia la importancia de una buena planificación. A pesar de que los imprevistos pueden no ser parte de la planificación, hay situaciones que se pueden prever con base en una adecuada recolección de información.

Por medio de la supervisión en la obra podemos realizar una gestión eficiente de los recursos, incluyendo materiales, equipos, maquinaria, tiempo y mano de obra, lo que es indispensable para mantener el proyecto dentro del cronograma y presupuesto previsto.

Si bien el contratista es el encargado de ejecutar la obra, se debe lograr una comunicación efectiva entre todos los involucrados en el proyecto, incluyendo ingenieros, entes de autoridad y la comunidad. Una comunicación efectiva garantiza en cierta medida el éxito del proyecto.

Para ejecutar la obra en el plazo contractual, era indispensable contar con un número adecuado de cuadrillas bajo la dirección del ingeniero residente de obra, el cual debía coordinar al personal para que realizaran un trabajo conjunto de manera que se pudiesen integrar todas las actividades y a su vez se respaldaran unas a las otras.

El contratista se enfocó en cumplir la normatividad, asegurar la calidad de obra, solicitar documentos que respaldaran la calidad de los materiales y seguir el proceso constructivo según los documentos técnicos del proyecto analizados en la etapa inicial. Por otro lado, los atrasos en la obra se vieron afectados por la poca constancia en el suministro del material, es bien sabido que, aunque el acceso a las veredas se dificulta por las condiciones precarias de las vías secundarias y terciarias, hace parte de una buena planificación el prever estas situaciones, planteando alternativas para que no escasee el suministro de agregados, acero y cemento en estos proyectos de construcción de placa huella.

Se logró el objetivo de establecer una secuencia de actividades que ayuden en la construcción de pavimentos con placa huella, respaldado a su vez por una programación de obra

para el plazo del proyecto. Además de esto, se implementaron conocimientos adquiridos en la academia y se obtuvieron nuevos en el desarrollo de la práctica empresarial.

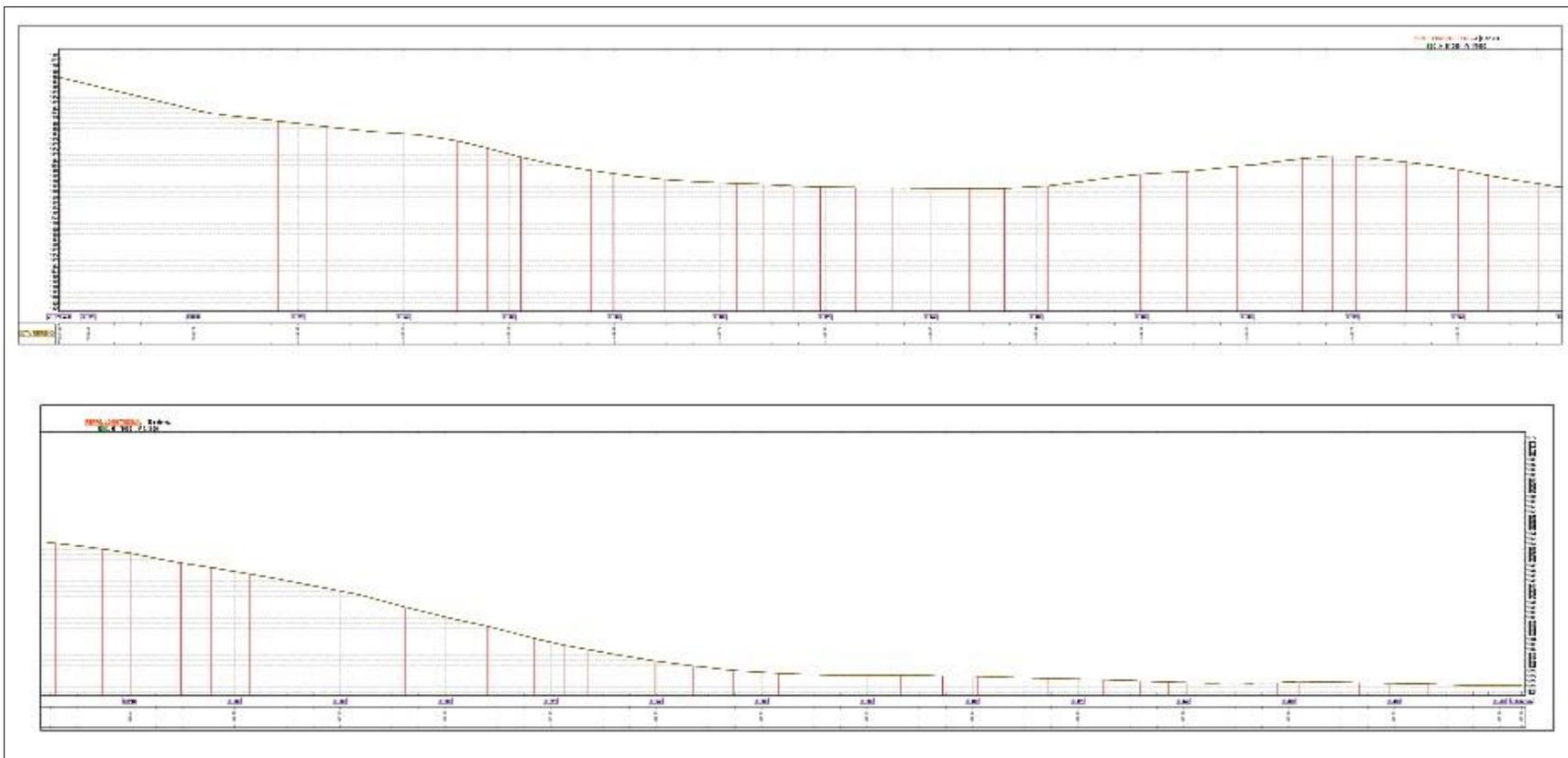
---

## Referencias

- Instituto Nacional de Vías (2017). *Guía de diseños con placa huella*. <https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/documentos-tecnicos/6644-guia-de-disenoo-de-pavimentos-con-placa-huella>
- Departamento Nacional de Planeación (2016). *Mejoramiento de vías terciarias mediante el uso de placa huella*.
- Instituto Nacional de Vías (2022, julio 21). *Gobierno nacional le cumple al campo colombiano con inversión de \$ 5,6 billones en las vías regionales*. <https://www.invias.gov.co/index.php/sala/noticias/4678-gobierno-nacional-le-cumple-al-campo-colombiano-con-inversion-de-5-6-billones-en-las-vias-regionales>
- Villamil Moyano, A.Y. (2018). *Supervisión a la construcción de placa huella y obras de drenaje vial, municipio de Togui*. Universidad pedagógica y tecnológica de Colombia.
- Povea Fuentes, M. A. (2020). *Adecuación del protocolo de ejecución de procesos constructivos aplicado al proyecto de “Mejoramiento de la vía mediante la construcción de placa huella en la vía rural de Majaguito del municipio de Hatonuevo, departamento de la Guajira”. Hacia la comprensión de la retórica como contenido formativo para la configuración de un sujeto deliberativo*. Biblioteca Digital Universidad de Antioquia.
- García Martín, J.P. (2016). *Caso de estudio del método empalizada como mejoramiento de suelos arcilloso fisurados en el K11+000 al K11+600 vía Bogotá-La Vega*. Repositorio Universidad Militar Nueva Granada.
- Zagaceta G., & Romero R. (2008). *El pavimento de concreto hidráulico premezclado en la modernización y rehabilitación de la avenida Arboledas*. Instituto Politécnico Nacional.
- Convenio Interadministrativo (2006). *Estudio e investigación del estado actual de las obras de la red Nacional de carreteras*.
- Mozzo López, A. (2019). *Pre-diseño constructivo de una placa huella en la vereda San Andrés en La Mesa, Cundinamarca*. Universidad Santo Tomas.
- Servicio Nacional de Aprendizaje (2012). *Procesos y procedimientos para la construcción de estructuras en concreto*. Repositorio SENA.
- Cepeda Ocampo, G. (2019). *Lineamientos de seguridad vial para vías terciarias en placa huella incorporando el diseño geométrico, señalización y sistema de contención lateral*. [tesis de maestría, Escuela de ingenieros]. Repositorio Digital Escuela de Ingenieros.

Anexos

Anexo 1 levantamiento topográfico para la sección de 500 m en la vereda La Ceibala

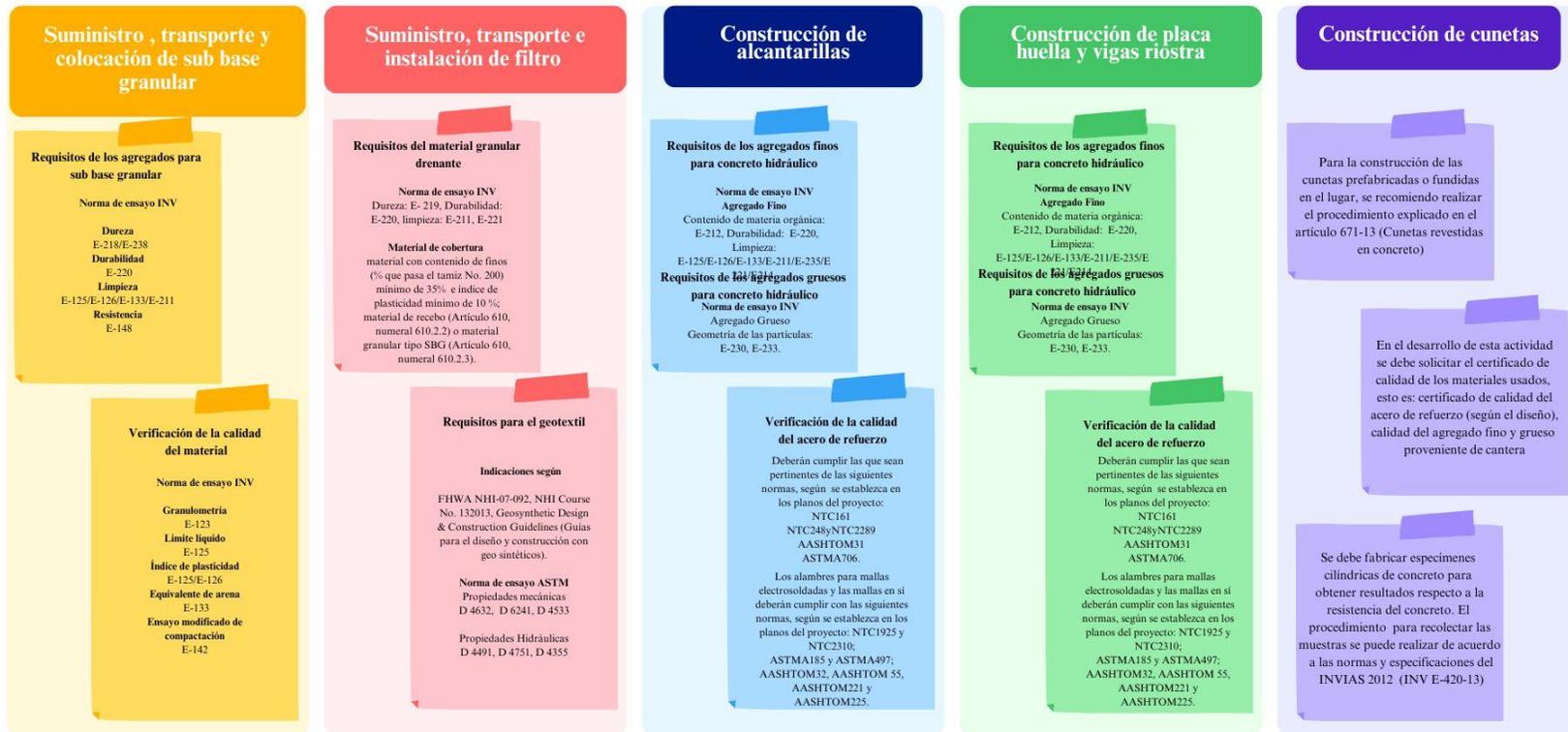




**Anexo 2. Diagrama de afinidad en los procesos de calidad para la pavimentación con placa huella**

# PAVIMENTO TIPO PLACA HUELLA

Control de calidad de la construcción de pavimento tipo placa huella



**Anexo 3. Cronograma de obra para pavimentación tipo placa huella**

Descripción de la Actividad	Und	MES 1				MES 2				MES 3			
		SEM 1	SEM 2	SEM 3	SEM 4	SEM 5	SEM 6	SEM 7	SEM 8	SEM 9	SEM 10	SEM 11	SEM 12
<b>OBRA CIVIL</b>													
<b>PRELIMINARES</b>													
Localización, trazado y replanteo	dia	100%											
Excavación mecánica en material común	m3	100%											
Excavación manual, de material heterogéneo DE 0-2 m	m3			40%			15%	15%	15%	15%			
Adecuación y conformación de la calzada existente	m2	100%											
<b>ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO</b>													
Lleno para cuña de berma cuneta con material proveniente de la excavación	m3										33%	34%	33%
Suministro, transporte y colocación de subbase granular	m3					100%							
Concreto ciclópeo para placa huella	m3										33%	34%	33%
Concreto hidráulico para placa huella y riostras	m3						20%	25%	30%	25%			
Construcción de filtros de 0.6m x 0.6m	m			100%									
Construcción de cunetas en concreto	m3										33%	34%	33%
Suministro, transporte e instalación de acero de refuerzo Fy = 420 Mpa	Kg				2%		10%	14%	15%	15%	15%	15%	15%
<b>ESTRUCTURAS Y DRENAJES</b>													
Rellenos para estructuras con recebo	m3		100%										
Tubería de concreto reforzado	m		100%										
Concreto para construcción de alcantarillas	m3				40%	60%							
<b>SEÑALIZACIÓN</b>													
Suministro e instalación, Señal vertical	Und												100%

**Nota.** Se resalta la semana en la que se va a realizar determinada actividad y el porcentaje de ejecución que se pretende realizar. Así por ejemplo, para la actividad de concreto para construcción de alcantarillas en la semana 4 se tiene programado ejecutar el 40% del total de la actividad y en la semana 6 el porcentaje restante.