

Auxiliar de Ingeniería Civil en la Empresa OSN Construcciones S.A.S. Para el Control y Seguimiento en la Planificación del Proyecto Placa Huellas en el Sector la Esperanza del Municipio Sabana de Torres.

Johan Sebastián Duarte Delgado

Trabajo de Grado para Optar al Título de Ingeniería civil

Director

Sandra Milena Cote Vargas

Maestría en Ingeniería Civil

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingeniería Físicomecánicas

Escuela de Ingeniería Civil

Bucaramanga

2024

Dedicatoria

Este proyecto está dedicado a mis padres Rosa Delgado Albarracín y Jairo Alexander Duarte Rincón, a mis hermanos Elkin Fabian y Jaider Estiven, por su amor incondicional, sacrificios y apoyo inquebrantable. Gracias por creer en mí y por enseñarme el valor del esfuerzo y la dedicación.

A mi familia, por su constante motivación y por estar siempre a mi lado, brindándome su aliento y compañía en cada momento difícil.

A mis amigos, con todos los que compartí dentro y fuera de las aulas, por su compañía, apoyo y por hacer de este viaje una experiencia más llevadera y enriquecedora. especialmente a Yorman Torres, Yesid Orduz, Carlos Castro y Gabriel Villamizar por demostrarme que podemos ser grandes amigos y compañeros a la vez.

Agradecimientos

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a todas las personas que hicieron posible la realización de este trabajo de grado y que, de una manera u otra, contribuyeron a mi formación académica y personal. Siempre estará presente en mi memoria.

A mi familia, por su amor incondicional, su apoyo constante y por creer en mí en todo momento. Su ejemplo de dedicación y esfuerzo ha sido mi mayor inspiración.

A mis profesores y mentores, en especial a Sandra Milena Cote Vargas por su guía, paciencia y valiosos conocimientos impartidos a lo largo de mi formación. Sus enseñanzas y consejos han sido fundamentales para mi desarrollo académico.

A mis amigos y compañeros de clase, por su colaboración, camaradería y por los momentos compartidos que han hecho de esta etapa una experiencia inolvidable.

A todos los miembros de Universidad Industrial de Santander por brindar los recursos y el entorno adecuado para mi formación y desarrollo.

Tabla de Contenido

	Pág.
Introducción	12
1. Objetivos	14
1.1 Objetivo General.....	14
1.2 Objetivos Específicos.....	14
2. Marco de referencias.....	14
2.1 Marco conceptual.....	15
2.1.1 Ciclo de vida del proyecto	15
2.1.2 Gestión de cronograma	15
2.1.3 Gestión del alcance	15
2.1.4 Procesos de planificación.....	15
2.1.5 Presupuesto de obra	16
2.1.6 Análisis de precios unitarios (APUS)	16
2.1.7 Relación entre fases	16
2.1.8 Departamento Nacional de Planeación (DNP)	16
2.1.9 Placa-huella.....	17
2.2 Marco legal	17
2.2.1 OSN Construcciones S.A.S.....	17
2.2.1.1. Misión	17
2.2.1.2. Visión.....	18
3. Planteamiento del problema.....	18

4. Diseño metodológico	19
5. Resultados de la práctica.....	20
5.1 Apoyo en la elaboración de diseños y planos del proyecto	21
5.1.1 Diseño geométrico	23
5.1.2 Planos	28
5.2 Apoyo en la elaboración de memorias de cantidades, presupuestos y cronogramas.....	31
5.2.1 Cantidades.....	32
5.2.2 Presupuestos.....	34
5.2.3 Cronograma.....	37
5.3 Revisión de la documentación y registro de los aspectos técnicos y administrativos.....	37
6. Conclusiones	39
7. Recomendaciones	40
Referencias Bibliográficas	41
Apéndices.....	42

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1. Coordenadas tramos, la Esperanza. Sabana de Torres.....	23
Tabla 2. Localización de los 6 Tramos, la Esperanza. Sabana de Torres.	25
Tabla 3. Propiedades de la varilla 3/8 pulgadas.....	33
Tabla 4. Factor multiplicador.....	34
Tabla 5. Factor prestacional.....	35

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1. Plano topográfico del tramo 1 municipio Sabana de Terees sector La Esperanza.....	21
Figura 2. Localización de los 6 Tramos, la Esperanza. Sabana de Torres.....	22
Figura 3. Ancho de calzada, la Esperanza. Sabana de Torres.....	26
Figura 4. Sección transversal.	27
Figura 5. Planta general de la placa huella.	28
Figura 6. Datos obtenidos de CivilCAD.	29
Figura 7. Plano placa huella del tramo 1.....	30
Figura 8. Modulo con una leve desviación.	31

Lista de Apéndices

	pág.
Apéndice A. Planos estructurales de la placa huella de 5 metros. Sabana de Torres.	42
Apéndice B. Tablas de cálculos para el tramo 1 para definir el número de cantidades por material requerido	43
Apéndice C. Listado de requerimientos generados por la formulación de proyectos del Departamento Nacional de Planeación.	46

Glosario

AutoCAD: software de diseño asistido utilizado para dibujo 2D y 3D (Autodesk, 2023)

Bordillo: es un elemento de concreto que delimita y protege los bordes de calzadas o aceras, ayudando a guiar el tráfico y a canalizar el agua. riostra (Instituto Nacional de Vías, 2017, p. 14).

Concreto: el concreto es un material de construcción hecho de cemento, agregados, agua y, a veces, aditivos. Es usado por su resistencia y durabilidad, y puede ser reforzado con acero para soportar tensiones en estructuras (Instituto Nacional de Vías, 2017, p. 12)

Cuneta: es un elemento de drenaje superficial construido en concreto reforzado, fundido de manera monolítica y estructuralmente integrado con la riostra (Instituto Nacional de Vías, 2017, p. 14).

Piedra pegada: es una capa de concreto ciclópeo de 15 centímetros de espesor. Su función principal es reducir los costos de construcción del pavimento y canalizar el tránsito, ya que su alta rugosidad disuade a los conductores de circular fuera de las placas huella, que están diseñadas para soportar el peso de los vehículos (Instituto Nacional de Vías, 2017, p. 14)

Riostra: la riostra es una viga transversal de concreto reforzado, cuyo acero de refuerzo se entrelaza tanto con el de la placa huella del módulo anterior como con el del módulo siguiente (Instituto Nacional de Vías, 2017, p. 13)

Resumen

Título: Auxiliar de ingeniería civil en la empresa OSN Construcciones S.A.S. Para el control y seguimiento en la planificación del proyecto placa huellas en el sector la Esperanza del municipio Sabana de Torres.*

Autor: Johan Sebastián Duarte Delgado **

Palabras Clave: control, planificación, diseños, cronogramas, memorias de cantidades

Descripción:

Durante la etapa de planificación de proyectos, se establecen criterios iniciales para el proceso y control del alcance, tiempo y costo. Estas son esenciales para las empresas tanto nacionales como internacionales en Colombia que buscan aumentar sus tasas de éxito y rentabilidad en sus proyectos.

En la práctica empresarial desarrollada en OSN Construcciones se propusieron enfoques relacionados con métodos y recursos orientados a optimizar la definición del alcance y la programación de los procesos en el ciclo de vida del proyecto de construcción vial. “Placa huellas en el sector la Esperanza del municipio Sabana de Torres”. Se llevaron a cabo actividades vinculadas a la administración de proyectos, cronogramas, el uso de programas de diseño utilizando el software AutoCAD y aplicación del programa de Excel para lograr las memorias de cantidades y así identificar el tiempo de ejecución del proyecto, promoviendo la aplicación de la nivelación de recursos como fundamento para determinar las cuadrillas necesarias en un proyecto de obra, así como los factores clave para el monitoreo del proyecto.

Finalmente, se elaboró un documento de soporte para la implementación de las diferentes etapas del ciclo de vida del proyecto, fundamentado en la metodología del marco lógico establecida por el DNP. Además, se brindó apoyo en diversas actividades vinculadas con la formulación de los proyectos.

* Trabajo de Grado

** Facultad de Ingeniería Fisicomecánicas. Escuela de Ingeniería Civil. Director: Sandra Milena Cote Vargas. Maestría en Ingeniería Civil.

Abstract

Title: Civil engineering assistant at the company OSN Construcciones S.A.S. For the control and follow-up in the planning of the fingerprint plate project in the La Esperanza sector of the municipality of Sabana de Torres. *

Author(s): Johan Sebastián Duarte Delgado **

Key Words: Control, planning, designs, schedules, quantity memories.

Description:

During the project planning stage, initial criteria are established for the process and control of the scope, time and cost. These are essential for both national and international companies in Colombia that seek to increase their success rates and profitability in their projects.

In the business practice developed at OSN Construcciones, approaches related to methods and resources aimed at optimizing the definition of the scope and programming of the processes in the life cycle of the road construction project were proposed. “fingerprint plate in the La Esperanza sector of the Sabana de Torres municipality”. Activities related to project management, schedules, the use of design programs using AutoCAD software and application of the Excel program were carried out to achieve the quantities memories and thus identify the execution time of the project, promoting the application of resource leveling as a basis for determining the necessary crews in a construction project, as well as the key factors for project monitoring.

Finally, a support document was prepared for the implementation of the different stages of the life cycle of the project, based on the methodology of the logical framework established by the DNP. In addition, support was provided in various activities related to the formulation of the projects.

* Degree Work

** School of Physicomechanical Engineering. School of Civil Engineering. Director: Sandra Milena Cote Vargas. Master's Degree in Civil Engineering.

Introducción

Lograr con eficiencia las actividades planteadas en cada fase no solo garantiza el cumplimiento del alcance, sino que también contribuye a la reducción de costos y tiempos por debajo de los inicialmente previstos. En la gestión de proyectos, se ha identificado que la mayoría de los problemas que surgen durante su desarrollo tienen lugar en la fase de planificación. Esto se debe a la posibilidad de errores en los presupuestos, los cronogramas y, en ocasiones, a la carencia de una comunicación sólida con el público objetivo. La frecuencia y la forma de esta comunicación, sea presencial o remotamente, pueden también afectar significativamente el desarrollo del proyecto (Pérez et al., 2022).

Tener un déficit en cualquier fase del ciclo de vida de un proyecto puede ocasionar retrasos en los tiempos estimados para su entrega o generar gastos imprevistos que deben cubrir la empresa o el contratante. Durante la práctica empresarial en oficina, se identifica que OSN Construcciones, se identificó la necesidad crítica en la preciso y calidad de los estudios topográficos, donde el topógrafo proporciona información base de los levantamientos y elabora los respectivos planos de localización. En este contexto, se identificaron diversas oportunidades de mejora en la fase de planificación, particularmente en la etapa inicial del ciclo de vida de la construcción. Se observaron posibles revisiones adicionales necesarias en los estudios topográficos de los planos desarrollados durante el diseño, lo que podría resultar en trabajos adicionales y, por lo tanto, en un aumento del tiempo de ejecución y los costos del proyecto.

Presentar diseños incompletos o con pocos detalles puede causar estancamientos en las diferentes fases del proyecto. Con el propósito de apoyar los procesos y detectar oportunidades de mejora, es necesario dedicar más tiempo al diseño y aclarar las especificaciones que los diseños

deben cumplir. Un área de mejora se encuentra en la planificación y ejecución de los cálculos para las memorias de cantidades.

Durante la práctica empresarial, se brindó apoyo en la elaboración de tablas y factores en los presupuestos, y en la preparación de diversa documentación necesaria para proyectos educativos y viales. Esta documentación incluye documentos técnicos que respaldan el diagnóstico, el Plan de Manejo Ambiental (PMA), el Plan de Manejo de Tránsito (PMT), especificaciones técnicas, memorias arquitectónicas y diseño de pavimentos.

1. Objetivos

1.1 Objetivo General

Contribuir con el control y seguimiento en la planificación de diseños, Cantidades, costos y tiempos, para el desarrollo del proyecto Placa huellas en el sector la Esperanza del municipio Sabana de Torres a cargo de OSN CONSTRUCCIONES S.A.S.

1.2 Objetivos Específicos

Apoyar en la elaboración de diseños y planos, verificando las dimensiones requeridas y asegurando el cumplimiento de la normativa, para el proyecto Placa huellas en el sector la Esperanza del municipio Sabana de Torres.

Colaborar en la elaboración de memorias de cantidades, presupuestos, APU's y cronogramas de obra, para detectar discrepancias con el fin de preservar el control económico y asegurar la eficacia en la realización del proyecto.

Revisar la correcta documentación y registro de todos los aspectos técnicos y administrativos del proyecto de ingeniería civil en OSN Construcciones S.A.S., asegurando la trazabilidad y la calidad de la información.

2. Marco de referencias

En este capítulo se presentan los conceptos y variables claves relacionados con el desarrollo de la práctica en la empresa OSN Construcciones.

2.1 Marco conceptual

2.1.1 Ciclo de vida del proyecto

El ciclo de vida de un proyecto comprende una secuencia de fases desde su comienzo hasta su culminación, integrando la fase inicial y los procesos de gestión del proyecto: inicio, ejecución, planificación, seguimiento, control y cierre. Estas fases están interconectadas de forma lógica y culminan con la finalización de uno o varios entregables. Las fases pueden ser secuenciales, iterativas o superpuestas según el Project Management Institute (PMI, 2013).

2.1.2 Gestión de cronograma

La Gestión del Cronograma del Proyecto engloba los procesos esenciales para garantizar la culminación puntual del proyecto. Estos procedimientos comprenden la planificación de su gestión, la definición, secuenciación y estimación de la duración de las actividades, así como el desarrollo y control del cronograma. (PMI, 2013).

2.1.3 Gestión del alcance

La gestión del alcance de un proyecto se centra en definir y controlar qué elementos están dentro y fuera de los límites del proyecto. Los procesos de gestión del alcance del proyecto comprenden: planificar la gestión del alcance, recopilar requisitos, definir el alcance, crear la Estructura de Desglose del Trabajo (EDT/WBS), validar y controlar el alcance. (PMI, 2013).

2.1.4 Procesos de planificación

El Conjunto de Procesos de Planificación abarca aquellos procedimientos que delimitan el alcance total del trabajo, definen y mejoran los objetivos, y establecen la secuencia de acciones necesarias para lograr dichos objetivos. Estos procesos desarrollan los elementos del plan para dirigir el proyecto y los documentos utilizados para su ejecución. (PMI, 2013).

2.1.5 Presupuesto de obra

El presupuesto de obra representa la estimación del costo total para llevar a cabo un proyecto de construcción, que puede abarcar desde obras de edificación hasta pavimentación u otras obras públicas. Este presupuesto es un componente esencial del expediente técnico, siendo crucial para la ejecución adecuada de la obra (Rojas, 2020).

2.1.6 Análisis de precios unitarios (APUS)

La descripción y análisis minucioso de una parte específica de una obra con el propósito de comprender sus características constructivas y los elementos que componen sus costos, con el fin de estimar su valor antes de la construcción. Este proceso se lleva a cabo siguiendo las condiciones establecidas en el contrato, así como los planos y especificaciones técnicas del proyecto, adaptándose a las condiciones particulares de la obra a realizar (Rojas, 2020).

2.1.7 Relación entre fases

Las fases en un proceso secuencial aseguran el control del proyecto para lograr el resultado deseado. Hay dos relaciones básicas entre fases: Secuencial, donde una fase comienza después de terminar la anterior, y de superposición, donde una fase empieza antes de finalizar la anterior. (PMI,2013)

2.1.8 Departamento Nacional de Planeación (DNP)

El Departamento Nacional de Planeación se encarga de dirigir y coordinar servicios, así como de proporcionar la información necesaria para la toma de decisiones. Su función es promover el manejo adecuado y la asignación de inversiones públicas, asegurando el cumplimiento de los planes, programas y proyectos del gobierno. Esta entidad forma parte de la rama ejecutiva del poder público y está directamente subordinado a la Presidencia de la República. (Departamento Nacional de Planeación, 2020).

2.1.9 Placa-huella

El pavimento con Placa-huella es una solución adecuada para vías terciarias rurales con bajo volumen de tránsito, donde predominan automóviles, camperos y motocicletas, con pocos buses y camiones al día. Sus principales atributos son proveer condiciones de circulación satisfactorias a lo largo de un extenso período de servicio, requerir únicamente acciones de mantenimiento mínimas como la limpieza de obras de drenaje y la rocería de las zonas laterales, reducir los costos de construcción y mantenimiento en comparación con un pavimento convencional, y permitir el uso de materiales y mano de obra locales. (Instituto Nacional de Vías, 2017).

2.2 Marco legal

2.2.1 OSN Construcciones S.A.S

OSN Construcciones es una empresa dedicada a la arquitectura e ingeniería y otras actividades conexas de consultoría técnica, siendo esta su actividad principal. De igual manera desarrolla actividades relacionadas con la construcción de obras de ingeniería civil, proyectos de servicio público, carreteras y vías de ferrocarril. Se encuentra ubicada en la ciudad de Bucaramanga y fue fundada el 17 de septiembre de 2010. También cuenta con valores corporativos de cumplimiento, profesionalismo y perfección (OSN Construcciones S.A.S., 2010).

2.2.1.1. Misión. Ofrecemos a nuestros clientes, productos y servicios relacionados con el sector de la construcción, la tecnología, formulación, evaluación y gerencia de proyectos en todo el territorio colombiano.

Como empresa brindamos un alto nivel de calidad, responsabilidad social y cumplimiento de todas las normas y requisitos, legales, técnicos y reglamentarios basados siempre en la

excelencia y el reconocimiento de todos los programas, planes y proyectos que se participe o ejecuten.

Nos distinguimos por ser visionarios, innovadores y comprometidos con la calidad del producto, apoyados siempre en nuestro valioso talento humano (OSN Construcciones S.A.S., 2010).

2.2.1.2. Visión. Ser dentro de pocos años, una empresa líder en la formulación, gerencia y construcción de proyectos de obras civiles en el territorio Nacional.

Caracterizándonos siempre por una excelente calidad, responsabilidad y cumplimiento, con un equipo altamente comprometido, generando productos innovadores que satisfagan las necesidades de los clientes y las de nuestros trabajadores, para esto contaremos con una cultura organizacional sólida y unificada, centrada en el desarrollo personal (OSN Construcciones S.A.S., 2010).

3. Planteamiento del problema

La constructora OSN, empresa colombiana, supervisa con detalle todas las fases de sus proyectos, desde el análisis inicial hasta el mantenimiento. A pesar de esto, han enfrentado inconsistencias durante la planificación en el proyecto Placa huellas en el sector la Esperanza del municipio Sabana de Torres, lo que influye en los presupuestos de la construcción. Reconociendo la importancia de un control estricto en los tiempos, se busca medir las dificultades en cada actividad para solucionar deficiencias. De dejar pasar estas dificultades impactaría también en la comunicación entre los responsables del proyecto, generando retrasos en los plazos de entrega.

Se pretende mejorar la supervisión de la etapa de planificación en la constructora OSN mediante el apoyo en sitio de un auxiliar de ingeniería que acompañe. Se plantea reforzar el diseños

y memorias de cantidades con fin de esto repercutan en la mejora de recursos, tiempos y secuencias de actividades, utilizando programas especializados para evitar retrasos. Además, se propone agregar tiempos de holgura de las diferentes actividades para así no presentar retrasos en el proyecto.

La actividad realizada en la práctica social, empresarial y solidaria exige una meticulosa organización en la estructuración del diseño geométrico para pavimentos con placa-huella. Para lograr esto, se deben utilizar guías que apoyen en la elaboración del diseño geométrico, la cual es la guía de diseño de pavimentos con placa-huella (2017).

4. Diseño metodológico

En la etapa de planificación se desarrolla el plan de gestión del proyecto, una herramienta crucial que guía tanto la ejecución como el control de este. Este plan facilita la comunicación efectiva y establece los criterios para medir el desempeño del proyecto. Partiendo de los objetivos, entregables y expectativas documentadas en el chárter, que indican lo que se pretende lograr, se inicia el desarrollo del plan del proyecto, el cual incluye las estrategias y esquemas sobre cómo se alcanzarán dichos objetivos. El resultado es un documento que abarca las nueve áreas del conocimiento, sirviendo como una guía completa y coherente para la ejecución y el control del proyecto en su totalidad. (PMBOK, 2017)

Dado el tipo de investigación, se busca implementar la información recopilada en las actividades realizadas en OSN Construcciones S.A.S., específicamente en la elaboración del diseño geométrico con placa-huella. Esta investigación se desarrolló en tres fases distintas, cada una abarcando los procedimientos necesarios para alcanzar el propósito de la actividad. Las fases

se definieron de acuerdo con los parámetros y normas establecidas por las guías de diseño geométrico para placa-huella y los requisitos del departamento de planeación del municipio.

La primera fase se centró en la elaboración del diseño geométrico con placa-huella, utilizando la información obtenida del levantamiento topográfico realizado en los tramos a intervenir en el Municipio de Sabana de Torres, con el fin de identificar las características del terreno.

La segunda fase abarcó la elaboración de cantidades de materiales, distancias y presupuestos. En esta sección se obtuvieron las memorias de cantidades en Excel, basadas en los diseños geométricos definidos y en cumplimiento con todos los parámetros y normas. Se analizaron los seis tramos a intervenir, y se tomaron decisiones respecto a las propiedades que debía tener la placa-huella para su adecuación a la vía.

La tercera fase comprendió la documentación del trabajo realizado, incluyendo información sobre el municipio, antecedentes de la problemática, soluciones, impacto ambiental y social, procesos del proyecto, beneficios del proyecto y normativa aplicable. Esta fase determinó la trazabilidad del proyecto, asegurando una gestión integral y efectiva.

5. Resultados de la práctica

Esta práctica se llevó a cabo según un cronograma de actividades dividido en tres fases para un mejor desarrollo. De esta manera, se determinó que el tipo de investigación apropiado para el proyecto y la actividad a realizar es de carácter propositivo. La organización de cada fase se llevó a cabo según los criterios establecidos por las guías específicas utilizadas para cumplir con el objetivo de esta actividad. Las tres fases se dividieron en apoyar: elaboración del diseño

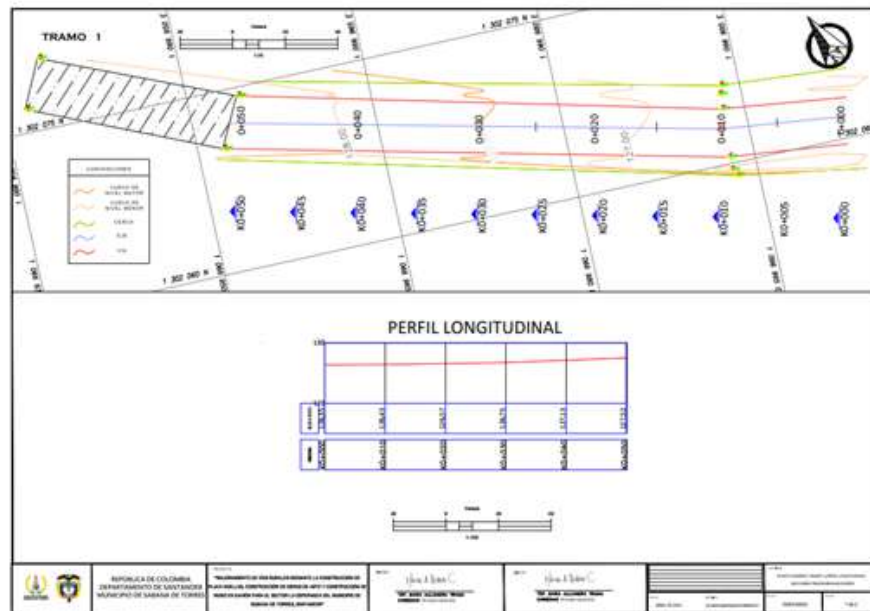
geométrico con placa-huella, elaboración de memorias de cantidades y elaboración de la documentación.

5.1 Apoyo en la elaboración de diseños y planos del proyecto

Para cualquier obra vial, es fundamental realizar un levantamiento topográfico que permita identificar las características de la vía a intervenir. Con los datos recolectados por el equipo de topografía asignado en la empresa para la infraestructura del municipio de Sabana de Torres, procedí a elaborar el dibujo topográfico. Utilicé el software de diseño AutoCAD para unir los puntos, permitiendo identificar gradualmente la forma y características de los tramos donde se desarrollará la construcción.

Figura 1.

Plano topográfico del tramo 1 municipio Sabana de Torres sector La Esperanza.



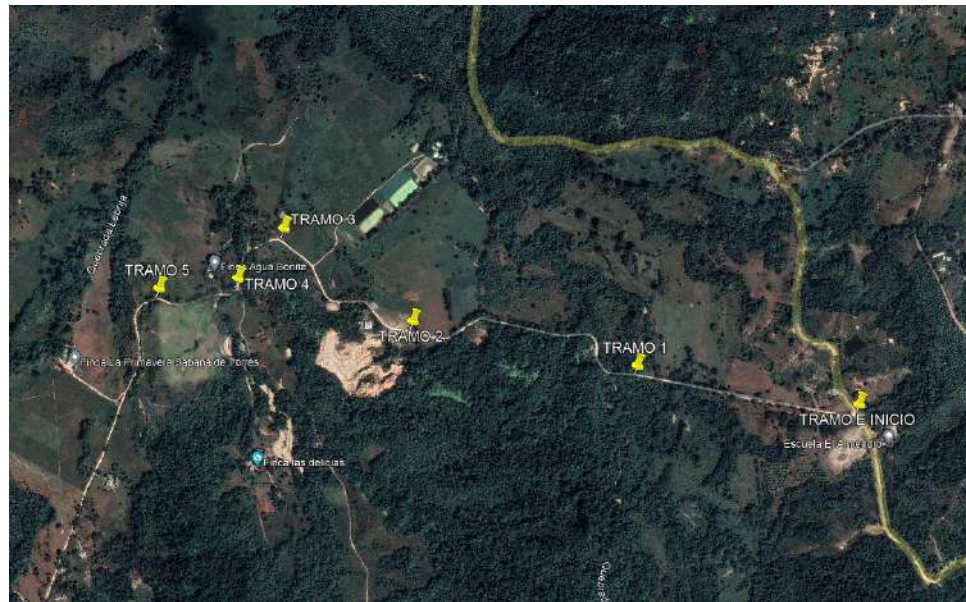
Nota. En la imagen se observa Plano topográfico del tramo 1 y su perfil longitudinal del terreno. En el plano se identifica las líneas rojas como la vía de la placa huella, las líneas verdes son el ancho toda de la carretera y las líneas naranjas son las curvas de nivel. Fuente propia.

Para llevar a cabo este diseño geométrico, se determinó inicialmente la cantidad de tramos a intervenir en el proyecto (seis), la longitud aproximada de los tramos a ejecutar y las memorias de cantidades proyectadas. Luego, se evaluaron los diseños a realizar y, en función de esto, se definió la viabilidad de la construcción y se asignó el costo de la obra para que la agencia pueda dar inicio al proyecto.

El proyecto se localiza en el municipio de Sabana de Torres (Figura 2) en el departamento de Santander y tiene una extensión territorial de 1428 Km², se encuentra ubicado entre las coordenadas 7°23'29" latitud norte y 73°29'44" longitud al oeste con respecto al meridiano de Greenwich. Su Altitud es de 110 metros sobre el nivel del mar.

Figura 2.

Localización de los 6 Tramos, la Esperanza. Sabana de Torres.



Nota. En la imagen se observa la ubicación donde inicia los tramos y que tan alejados está el uno del otro, el tramo E es el tramo que une la vía principal con la vía del proyecto. Fuente Google Earth.

Tabla 1.

Coordenadas tramos, la Esperanza. Sabana de Torres.

SECTOR	TRAMO	LONGITUD POR INTERVENIR	ABSCISA INICIAL	COORDENADAS	ABSCISA FINAL	COORDENADAS
LA ESPERNZA	E	30	k0+000	7°19'30.05"N 73°27'52.96"O	k+30	7°19'30.16"N 73°27'53.96"O
	1	53	k0+000	7°19'33.76"N 73°28'4.47"O	k+53	7°19'36.48"N 73°28'13.24"O
	2	102	k0+000	7°19'42.45"N 73°28'29.99"O	k+102	7°19'44.20"N 73°28'32.64"O
	3	109	k0+000	7°19'51.89"N 73°28'39.90"O	k+109	7°19'51.02"N 73°28'43.08"O
	4	80	k0+000	7°19'48.20"N 73°28'44.41"O	k+80	7°19'47.92"N 73°28'46.88"O
	5	346	k0+000	7°19'48.28"N 73°28'51.21"O	k+346	7°19'39.12"N 73°28'55.88"O

Nota. Tabla de distancias y coordenadas por cada tramo por intervenir. La longitud total es 720 metros lineales. Fuente propia.

5.1.1 Diseño geométrico

El diseño geométrico de la placa-huella debe seguir los lineamientos establecidos en la Guía de Diseño de Pavimentos, asegurando una vida útil mínima de 20 años. Durante este tiempo, el mantenimiento se limitará a la limpieza de las obras de drenaje y el desbroce de las áreas laterales.

El camión tipo C-3 es el vehículo de diseño adoptado, dado que la vía pavimentada deberá permitir la circulación de camiones destinados al transporte de productos agropecuarios, forestales, mineros o industriales propios de la región.

El espesor de la subbase granular se ha definido en 15 centímetros, conforme a las Especificaciones Generales de Construcción del Instituto Nacional de Vías (INVIAS). Este espesor tiene como objetivo asegurar una base de apoyo adecuada para las placas de concreto,

contribuyendo a la nivelación de la superficie y a una compactación correcta, especialmente cuando los suelos de apoyo presentan baja calidad.

El espesor de la placa-huella se ha fijado en 15 centímetros, de acuerdo con los estudios realizados mediante modelación por elementos finitos para el paso de ejes tándem del camión C-3, que soporta un peso total de 22 toneladas. Aunque el espesor necesario podría ser menor, se ha adoptado esta medida por razones constructivas y para asegurar un recubrimiento adecuado del acero de refuerzo.

El concreto utilizado en la construcción de los elementos estructurales deberá tener una resistencia mínima de 210 kg/cm² a los 28 días, conforme a las especificaciones indicadas en la Guía.

Para garantizar la seguridad y el confort de los usuarios, la sección transversal en tramos en tangente deberá tener un ancho de 5 metros. Además, se deberán ajustar las características geométricas de la vía en planta, perfil y sección transversal, cumpliendo con las especificaciones de la Guía para asegurar una operación segura y eficiente de la vía.

Luego detallar algunos de los criterios fundamentales de la placa huella pasamos a la elaboración del diseño geométrico, se debieron definir los parámetros correspondientes basados tanto en el manual de diseño geométrico de carreteras como en la guía de diseño de pavimentos con placa-huella. Se procedió a verificar en el manual de diseño geométrico de carreteras, específicamente en el Capítulo N°2, "Controles para el diseño geométrico", ítem 2.1, "Velocidad de diseño"(Tabla 2), para definir el tipo de vía en la cual se realizará la obra vial. En este caso, el proyecto se ejecutará en una vía terciaria.

Tabla 2.

Localización de los 6 Tramos, la Esperanza. Sabana de Torres.

CATEGORÍA DE LA CARRETERA	TIPO DE TERRENO	VELOCIDAD DE DISEÑO DE UN TRAMO HOMOGÉNEO V_{TR} (km/h)											
		20	30	40	50	60	70	80	90	100	110		
Primaria de dos calzadas	Plano												
	Ondulado												
	Montañoso												
	Escarpado												
Primaria de una calzada	Plano												
	Ondulado												
	Montañoso												
	Escarpado												
Secundaria	Plano												
	Ondulado												
	Montañoso												
	Escarpado												
Terciaria	Plano												
	Ondulado												
	Montañoso												
	Escarpado												

Nota. Se evidencian los valores de la Velocidad de Diseño de los Tramos Homogéneos (VTR) en función de la categoría de la carretera y el tipo de terreno. La velocidad seleccionada es de 30 km/h ya que el terreno es montañoso. Fuente: Manual de Diseño Geométrico del INVIAS, 2008.

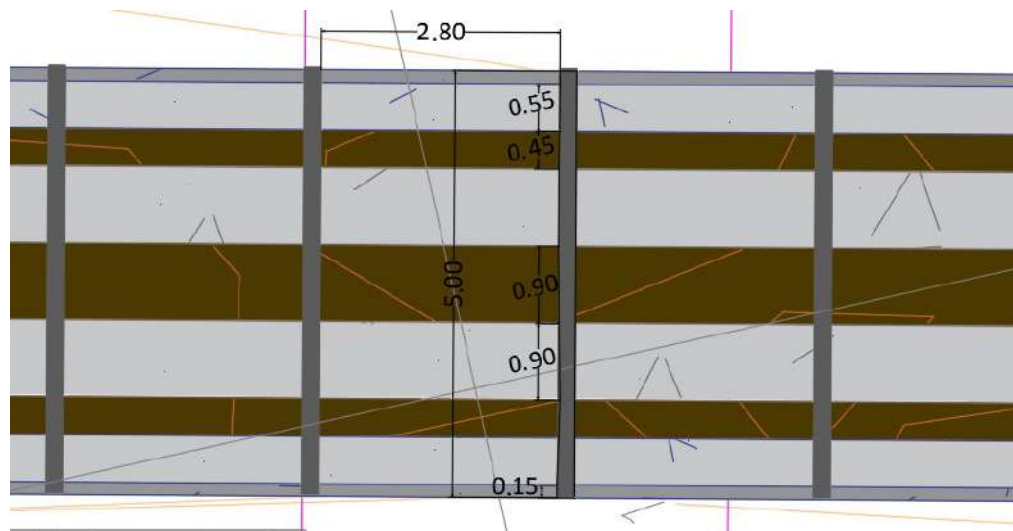
A continuación, se define el "ancho de calzada" según las recomendaciones del Instituto Nacional de Vías (INVIAS) en la Guía de Diseño de Pavimentos con Placa Huellas, resolución 04401 del 17 de octubre de 2017. La guía sugiere un ancho típico de cinco metros (5m) y hasta seis metros con ochenta centímetros (6.8m) en zonas de cruce, para facilitar las maniobras de adelantamiento y encuentro.

El ancho de cinco metros (5m) se recomienda para limitar la circulación de camiones y buses, que pueden dañar la piedra pegada y reducir su vida útil. Un ancho mayor permite una circulación más libre y constante, protegiendo la piedra pegada y prolongando su durabilidad.

Luego de estipular el ancho de calzada se prosigue a definir el Radio de Curvatura y Peralte Máximo, en donde El Instituto Nacional De Vías en la Guía De Diseño De Pavimentos Con Placa huellas, sugiere un peralte único de 2%.

Figura 3.

Ancho de calzada, la Esperanza. Sabana de Torres.



Nota. Medidas de ancho de la calzada y sus divisiones de piedra pegada y ciclope. Fuente propia.

A continuación, se presentan los "criterios de diseño de la sección transversal". El ancho de la calzada debe ser de cinco metros (5m), adecuado para el tránsito de camiones y buses, evitando el desgaste de la piedra pegada. Este ancho permite las maniobras necesarias para el conductor.

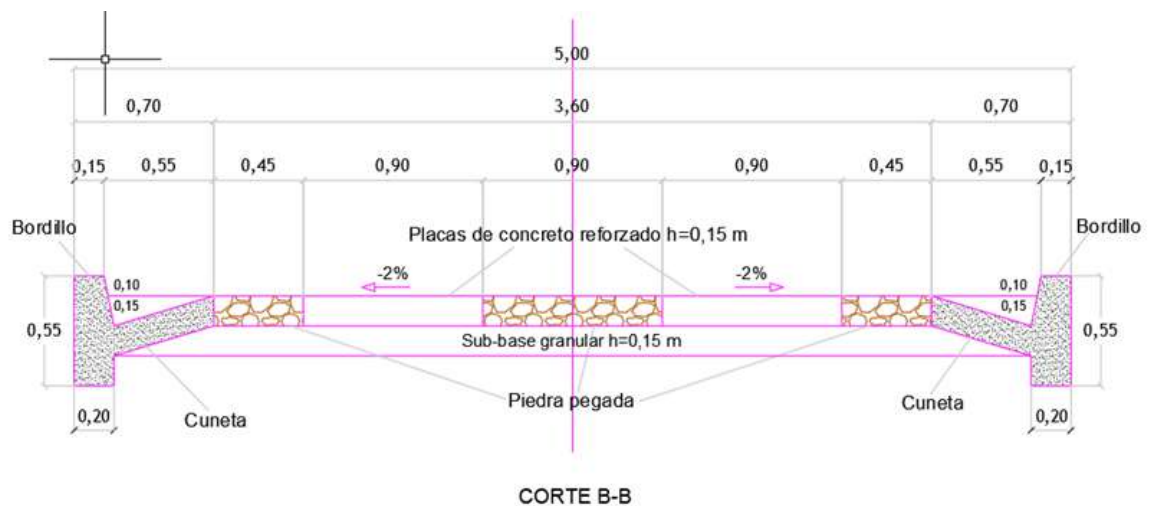
Para facilitar la construcción, se han establecido franjas de placa-huella con un ancho de 0,90 m. En curvas horizontales con baja deflexión y gran radio, el ancho adicional requerido se obtiene reduciendo el ancho de la piedra pegada y añadiéndolo a la placa-huella adyacente.

A medida que la deflexión aumenta o el radio disminuye, la franja central de piedra pegada se elimina, y su ancho se añade a la placa-huella exterior e interior. Hasta este punto, no se ha incrementado el ancho de la calzada, manteniéndose en cinco metros (5m).

La siguiente gráfica (Figura 4) muestran el tipo de sección según lo determina el INVIAS, para un diseño de placa huella de 5 metros.

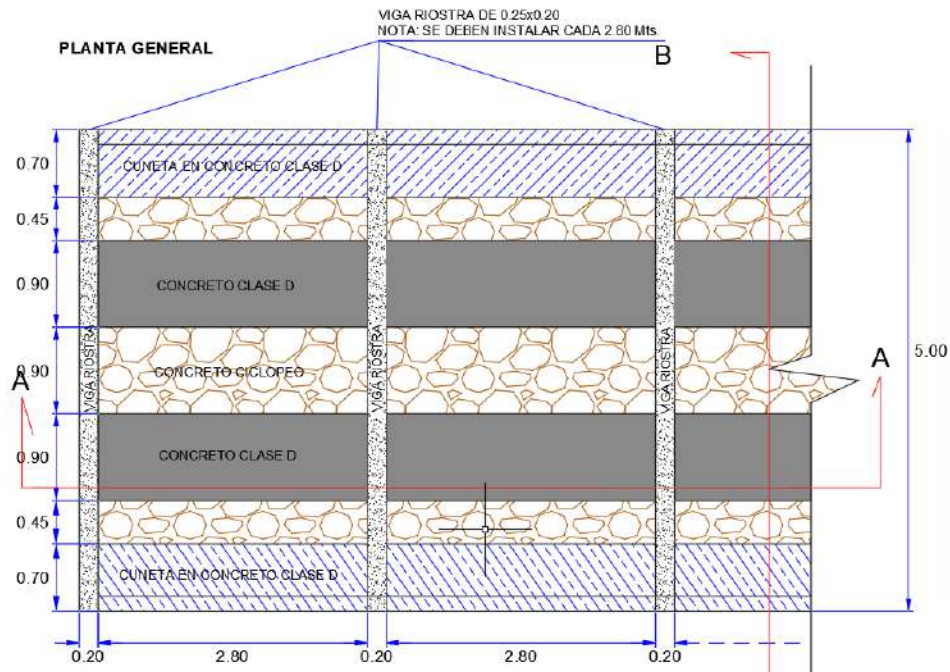
Figura 4.

Sección transversal.



Nota. Medidas de las divisiones de piedra pegada, ciclópeo, cunetas y bordillos. Fuente propia.

La placa huella se realizará con cintas o placas de concreto reforzado en módulos de 3 metros. Se construirá una franja central de empedrado de 0.9 metros de ancho y 0.15 metros de espesor. A ambos lados de esta franja, se colocarán placas de concreto reforzado de 0.90 metros de ancho y 0.15 metros de espesor. Además, se construirán franjas de empedrado de 0.45 metros de ancho hacia los extremos de los carriles y una cuneta de 0.70 metros con un bordillo de 0.15 metros de ancho. Todas las cintas serán arriostradas con vigas reforzadas de 0.25 metros de alto por 0.20 metros de ancho cada 3 metros.

Figura 5.*Planta general de la placa huella.*

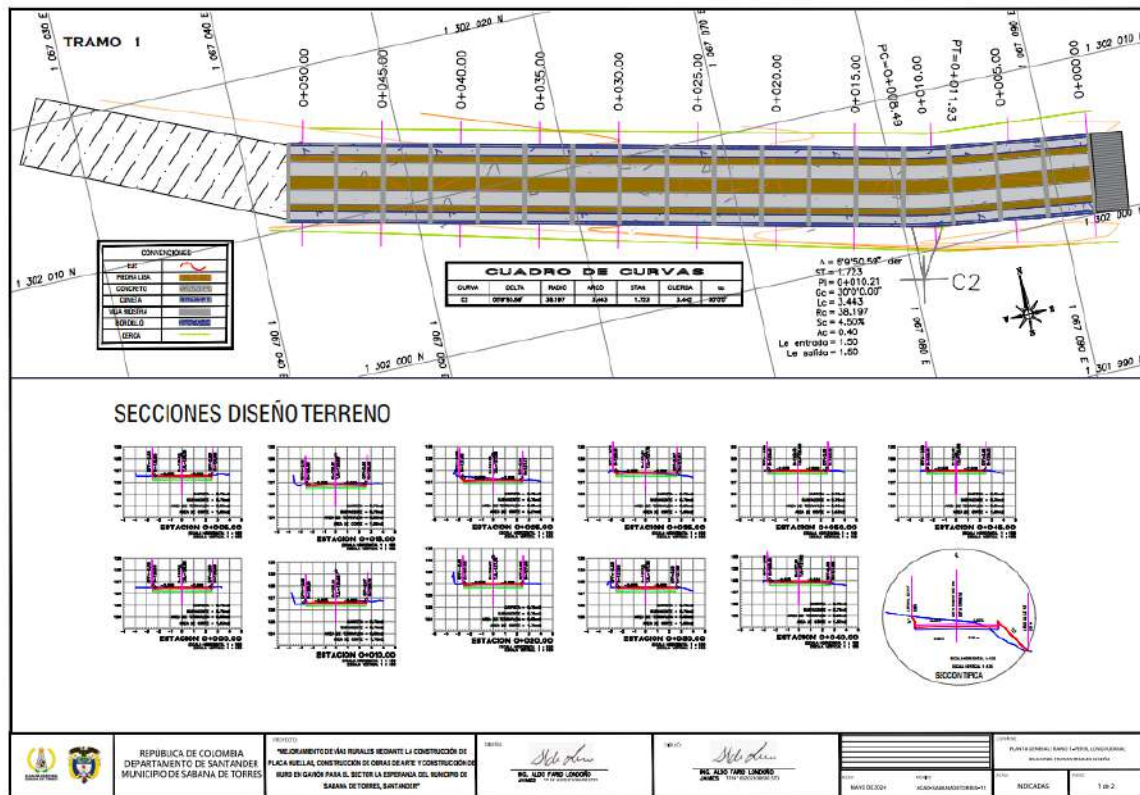
Nota. Espesor de la placa-huella requerido de concreto para soportar los esfuerzos producidos por el eje de diseño es de quince (15) centímetros. Fuente propia.

5.1.2 Planos

Una vez obtenidos los diseños geométricos para cada tramo, utilizamos la extensión de AutoCAD, CivilCAD, para generar las secciones transversales del terreno cada 5 metros, incluyendo los valores correspondientes de corte y terraplén. Esta herramienta también permite obtener el perfil del terreno y una tabla resumida con el total de corte y terraplén. Finalmente, se genera un cuadro de curvas horizontales con sus valores reflejados en el plano.

Figura 7.

Plano placa huella del tramo 1.



Nota. Plano con el Diseño geométrico, secciones terreno del tramo 1. Fuente propia.

Además de los planos de las placas huellas para cada tramo, se elaboraron los planos estructurales de una placa huella de cinco metros, los cuales se pueden encontrar en el Apéndice A.

Es importante señalar que los diseños experimentaron varias modificaciones debido a que algunos tramos fueron alterados, ya que los encargados de la topografía inicialmente tomaron puntos en zonas que se encontraban en buen estado y no requerían la construcción de placa huella. Esto causó retrasos, ya que fue necesario volver a tomar los puntos, esperar, y reiniciar el diseño geométrico de ciertos tramos desde cero. Por lo tanto, se recomienda a la empresa que la toma de

datos topográficos sea una de las actividades con mayor regulación y verificación, ya que esto afecta significativamente los tiempos del proyecto.

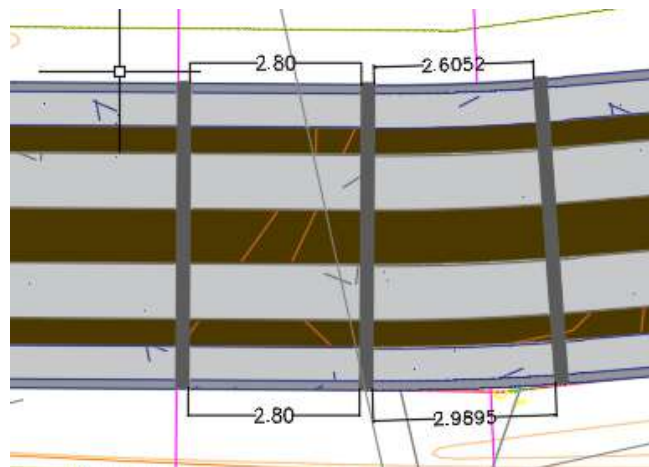
5.2 Apoyo en la elaboración de memorias de cantidades, presupuestos y cronogramas.

En los proyectos de OSN Construcciones, se elaboran paquetes de entregables que incluyen preliminares, movimiento de tierra, aceros, estructuras de concreto, ciclópeo, pintura, entre otras actividades, según las necesidades específicas del proyecto. Para ello, se utilizan hojas de Excel donde se registran datos de las placas huella por módulos. Estos módulos, que se extienden de viga riostra a viga riostra, tienen una distancia de 2.8 metros e incluyen concreto clase D y concreto ciclope.

El objetivo es medir con precisión las distancias de cada módulo, ya que las placas huella no presentan curvas horizontales pronunciadas y, por lo tanto, no requieren achurado. Sin embargo, si un módulo se modifica ligeramente, las distancias pueden variar como se ve en la Figura 8. Este enfoque busca obtener los valores más precisos posibles para las cantidades de materiales, lo que garantiza que los presupuestos sean exactos y no se inflen o contengan errores.

Figura 8.

Modulo con una leve desviación.



Nota. Se evidencia las modificaciones que tiene la placa en un modulo por una leve curva lo que hace que las distancias cambien en cada extremo.

5.2.1 Cantidades

Una vez definidos el número de módulos para cada tramo y determinadas las modificaciones necesarias en algunos de ellos, se procede a ingresar los datos en una hoja de Excel, organizada en seis tablas. Estas tablas tienen como función proporcionar valores para:

- Localización y replanteo
- Excavaciones varias sin clasificar
- Subbase granular
- Concreto clase D (210 kg/cm² o 3000 psi)
- Acero de refuerzo
- Pintura para bordillos

Cada tabla está vinculada a los datos de los módulos de cada tramo. La tabla principal en este caso es la cuarta, ya que contiene datos específicos extraídos de AutoCAD para cada módulo, incluyendo la franja de cuneta, piedra pegada, concreto y viga riostra, con sus respectivas medidas de ancho, longitud y sección transversal. Con estos valores, se calcula el volumen en metros cúbicos de piedra pegada y concreto necesarios para el tramo, así como la longitud de la placa, que se utilizará en otros cálculos en las tablas siguientes, como la de localización y replanteo, que depende de la longitud y el ancho de la placa, lo que permite calcular con mayor precisión el total de las excavaciones. En cuanto a la subbase granular, el volumen se determina multiplicando la longitud y el ancho total del tramo por el espesor de la base granular, que en este caso se estableció en 0.15 metros.

Para calcular el acero de refuerzo, se utilizan dos tablas que separan el cálculo del refuerzo longitudinal y el refuerzo transversal. Se opta por varillas de 3/8 pulgadas de diámetro para ambos tipos de refuerzo. Es necesario realizar cálculos detallados (Tabla 3) para determinar el número de barras que se utilizarán en cada sección, de acuerdo con los criterios normativos y las propiedades de la varilla. Finalmente, se suman las cantidades de acero de ambos refuerzos para obtener el total en kilos necesario para el tramo.

Tabla 3.

Propiedades de la varilla 3/8 pulgadas.

Acero de Refuerzo Longitudinal

Cuneta

Diámetro Acero Longitudinal Cuneta	<u>3/8</u>	Pulgadas
Peso Unitario Acero Longitudinal Cuneta	<u>0,56</u>	Kg/m
No. Varillas Acero Longitudinal / Cuneta	<u>5,00</u>	Varillas
Long Traslapo Acero Longitudinal Cuneta	<u>0,54</u>	m

Riostra

Diámetro Acero Longitudinal Riostra	<u>3/8</u>	Pulgadas
Peso Unitario Acero Longitudinal Riostra	<u>0,56</u>	Kg/m
No. Varillas Acero Longitudinal / Riostra	<u>4,00</u>	Varillas

Huellas y Rampa

Diámetro Acero Longitudinal Huellas y Rampa	<u>3/8</u>	Pulgadas
Peso Unitario Acero Longitudinal Huellas y Rampa	<u>0,56</u>	Kg/m
Separación Unitario Acero Longitudinal Huellas y Rampa	<u>0,20</u>	m
Long Traslapo Acero Longitudinal Huellas	<u>0,54</u>	m

Nota. Todos lo datos sobre el diseño del acero se encuentra con sus especificaciones en el apéndice

A. Fuente propia.

Una vez que se han completado todas las memorias de cálculo por tramo, se procede a programar otra hoja de Excel en la que se sumarán todos los datos obtenidos. Esto permitirá calcular la cantidad total de materiales necesarios para toda la obra, lo cual es el punto de partida para comenzar a elaborar los presupuestos. En el Apéndice B se presenta todas las tablas que se utilizaron para la obtención de cantidades.

5.2.2 Presupuestos

Al elaborar el presupuesto de la obra, es fundamental considerar que este se realizará utilizando los precios oficiales establecidos para la contratación de obras civiles y eléctricas de la empresa, específicamente para la infraestructura de Sabana de Torres. Es crucial tener claro qué tipo de obra se está ejecutando y en qué categoría se enmarca; en este caso, se trata de una vía terciaria, por lo que nos enfocamos en el capítulo "Vías: Obras preliminares". Para esta sección, se contó con el apoyo en la verificación de porcentajes y la actualización de precios.

Para el presupuesto, fue necesario desarrollar ciertos factores, incluyendo la elaboración de una hoja de cálculo para determinar el factor multiplicador del salario del personal profesional, lo cual contribuirá a los presupuestos presentados a la interventoría durante la etapa de formulación del proyecto. Además, se calculó el factor prestacional para respaldar el AIU (Administración, Imprevistos y Utilidades) de la obra. En la

Tabla 4 y Tabla 5 se detallan cada ítem y su respectivo porcentaje.

Tabla 4.

Factor multiplicador.

FACTOR MULTIPLICADOR INTERVENTORIA				
LIT	FACTOR	BASE	PARCIAL	VALOR (%)
A.	VALOR BASE			1,0000
B.	PRESTACIONES SOCIALES			0,7381
B.1.	Cesantías	A/12	0,0833	
B.2.	Intereses sobre cesantías	A*1%	0,0100	
B.3.	Prima anual	A/12	0,0833	
B.4.	Caja de compensación	A*4%	0,0400	
B.5.	SENA	A*2%	0,0200	
B.6.	ICBF	A*3%	0,0300	
B.7.	Seguridad Social - Salud	A*8,5%	0,0850	

B.8.	Seguridad Social - Pensión	A*12%	0,1200
B.9.	ARP Personal en Obra	A*6,96%	0,0696
B.10.	ARP Personal en Oficina	A*0,52%	0,0052
B.11.	Vacaciones	A/24	0,0417
B.12.	Ausencias justificadas	A*1 %	0,0100
B.13.	Auxilio de Transporte	A*11 %	0,1100
B.14.	Indemnizaciones	A*1 %	0,0100
B.15.	Viaticos y hospedaje	A*2 %	0,0200
C. COSTOS INDIRECTOS			0,1140
C.1.	Estampillas		
C.1.1.	Departamentales Pro-UIS	A*2 %	0,0200
C.1.2.	Departamentales Pro-Hospitales	A*2 %	0,0200
C.1.3.	Pro Anciano	A*4 %	0,0400
C.1.4.	Pro Cultura	A*1.5 %	0,0150
C.1.5.	Ordenanza 0,12	A*0.4 %	0,0040
C.1.6.	Pro Deporte	A*1.5 %	0,0150
D. SUBTOTAL			1,85
E. UTILIDAD		D*10%	10,0%
			0,19
FACTOR MULTIPLICADOR FINAL			2,04

Nota. El valor final para el factor multiplicador es de 2.05 este sale de la suma de todos los otros porcentajes. Fuente propia.

Tabla 5.

Factor prestacional.

CALCULO DEL FACTOR PRESTACIONAL SOPORTE A.I.U			
SALARIO	VALOR	REFERENCIA	
Sueldo Básico Mensual	\$ 1.300.000,00	A	
Subsidio de Transporte	\$ 162.000,00	B	
Total Salario Mensual = (A) + (B)	\$ 1.462.000,00	C	

Anual (A*360/30) sin subsidio de transportes	\$ 15.600.000,00	D
Anual (C*360/30) con subsidio de transportes	\$ 17.544.000,00	E

CONCEPTO	BASE	FORMULA	VALOR
SALARIO NOMINAL			
Salario Anual	Ref. A	(A)*12	\$ 15.600.000,00
Subsidio de Transportes	Ref. A	(B)*12	\$ 1.944.000,00
PRESTACIONES SOCIALES			
Cesantías Anuales	Ref. A	(E)*8.33%	\$ 1.299.480,00
Intereses sobre las Cesantías	Cesantías	12%*Cesantías	\$ 155.937,60
Prima de Servicios (30 días)	Ref. A	(D)*8.33%	\$ 1.299.480,00
Vacaciones (15 Días)	Ref. A	(D)*4.17%	\$ 650.520,00
SEGURIDAD SOCIAL			
Pensiones	Ref. A	(D)*12%	\$ 1.872.000,00
Salud	Ref. A	(D)*8.5%	\$ 1.326.000,00
ARL	Ref. A	(D)*6,96%	\$ 1.085.760,00
APORTES PARAFISCALES			
Caja de Compensación Familiar	Ref. A	(D)*4%	\$ 624.000,00
FIC (Fondo Nacional de Formación Profesional)		(A)*12/40	\$ 1.560.000,00
ICBF	Ref. A	(D)*3%	\$ 468.000,00
SENA	Ref. A	(D)*2%	\$ 312.000,00
DOTACIÓN + IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD			
Dotación Año 2024			\$ 1.400.000,00
Implementos de Seguridad Año 2024		(D)*18%	\$ 2.808.000,00
VALOR ANUAL DEL SALARIO CON PRESTACIONES (VASCP)			\$ 32.405.177,60

VALOR ANUAL DEL SALARIO SIN PRESTACIONES	Ref E	\$	17.544.000,00
---	-------	----	---------------

VALOR REAL FACTOR PRESTACIONAL		VASCP/(E)	1,85
---------------------------------------	--	-------------------	-------------

FP= (VASCP/(E) - 1)*100%	85%
---------------------------------	------------

Nota. El valor final para el factor prestacional es de 1.85 este sale de la suma de todos los otros porcentajes, los valores están para el salario mínimo de un profesional. Fuente propia.

Para la sección de materiales, se determina el porcentaje de desperdicio, el cual se aplica como un factor multiplicador a la cantidad final de material. En este caso, se estableció un 5% para el acero de refuerzo, el concreto clase D, y la disposición final de los residuos; un 4% para el concreto ciclópeo, y un 3% para el material de la subbase. Estos porcentajes se integrarán en las tablas de los Análisis de Precios Unitarios (APUs).

5.2.3 Cronograma

El aporte en la creación de cronogramas fue limitado debido al tiempo en la empresa, pero se logró realizar una proyección de la duración del proyecto, aprovechando la experiencia de la empresa en este tipo de obras. Se estima que, con una cuadrilla conformada por un maestro, un oficial y cuatro ayudantes, se pueden construir entre 100 y 120 metros lineales de placa huella por mes. Para optimizar el rendimiento, se planea enviar el acero figurado previamente.

Se prevé trabajar con dos frentes de obra: uno comenzando desde el primer tramo y otro desde el último, hasta que ambos se encuentren. Con base en esta estrategia, se estima que la obra podría completarse en aproximadamente tres meses y medio. Sin embargo, se ha decidido extender el plazo a cuatro meses, teniendo en cuenta la posibilidad de lluvias en la zona y otros factores que podrían causar retrasos. Esta es solo una estimación; la empresa deberá elaborar un cronograma más detallado para evitar posibles demoras.

5.3 Revisión de la documentación y registro de los aspectos técnicos y administrativos.

Durante esta práctica, se trabajó principalmente en el Módulo I del DNP, donde se revisaron las principales técnicas y metodologías recomendadas por la Dirección de Inversiones y

Finanzas Públicas para la formulación y estructuración de proyectos de inversión pública. Este módulo cubre las etapas clave del proceso, reflejadas en los capítulos de un documento base para la OSN, que incluye identificación, preparación, evaluación y programación.

- **Identificación:** Se destacaron las problemáticas del proyecto, principalmente la falta de comunicación entre las veredas y el municipio.
- **Preparación:** Se evaluaron los recursos disponibles y la demanda para dimensionar el problema, analizando los costos y beneficios de las posibles soluciones.
- **Evaluación:** Se realizó un análisis de mercado para anticipar costos y seleccionar la mejor alternativa que cumpliera con los objetivos del proyecto.
- **Programación:** Con un diagnóstico claro y las soluciones definidas, se establecieron los entregables y actividades del proyecto.

Esta secuencia de actividades permitirá un control preciso de la ejecución del proyecto, facilitando el seguimiento y la prevención de retrasos. A lo largo de todo el proceso, se consideraron los entregables mencionados en el Apéndice C, así como la etapa contractual correspondiente a cada uno de ellos.

El proceso comienza con la propuesta, que incluye el presupuesto disponible proporcionado por los interesados, seguida de la firma de un contrato adjudicado por el alcalde. Posteriormente, se actualizan las pólizas especificadas en el contrato y se inician las actividades, que comprenden estudios topográficos, análisis de suelos, diseños necesarios, Plan de Manejo Ambiental (PMA), Plan de Manejo de Tránsito (PMT), análisis de riesgos, plan de contingencia, estudio de tránsito, documento técnico, especificaciones técnicas, presupuesto, cantidades, y APU, entre otros.

6. Conclusiones

La creación de diseños a partir de levantamientos topográficos y su posterior aplicación en proyectos como el diseño geométrico de placas-huella requiere tanto un dominio del software AutoCAD como una organización precisa de los elementos. La claridad y accesibilidad de los planos son vitales para que sean útiles tanto para ingenieros como para otros interesados. Para garantizar un diseño preciso y funcional, es indispensable considerar parámetros como las características del terreno, la velocidad de diseño, la vida útil prevista y el tipo de vehículo que utilizará la vía. Además, es esencial seguir los principios de diseño geométrico establecidos para asegurar la seguridad y comodidad de los conductores. Asimismo, se debe definir con exactitud las dimensiones y los materiales de construcción, ajustando el pavimento a las variaciones del trazado, con el fin de garantizar una construcción eficiente y adecuada.

La implementación de hojas de cálculo en Excel fue clave para planificar de manera efectiva las actividades y cantidades del proyecto de construcción gestionado por OSN. Mediante el uso de una matriz principal para los datos de la placa-huella, se generaron diversas tablas que facilitaron la organización y el seguimiento del proyecto. Esta herramienta permitió no solo verificar los paquetes de trabajo, sino también realizar análisis precisos de los precios unitarios basados en las memorias de cantidades.

A lo largo de la fase de planificación del ciclo de vida del proyecto, se elaboraron los anexos requeridos para la entrega final y se creó un documento fundamental para OSN, en conformidad con los lineamientos de formulación de proyectos del DNP. Este enfoque no solo optimizó la gestión del proyecto, sino que también incrementó la eficiencia y precisión en la ejecución de las tareas.

7. Recomendaciones

Los estudios topográficos presentan posibles errores en los planos de diseño, lo que podría causar reprocesos, generar obras adicionales, y aumentar tanto el tiempo de ejecución como los costos del proyecto. Por lo tanto, se propuso que estos levantamientos sean incluidos en las actividades preliminares del proyecto y se basen en revisiones de ingeniería en campo. Esta medida pretende minimizar los reprocesos y asegurar una planificación más eficiente y precisa, reduciendo así los costos y los tiempos de ejecución.

Para optimizar las memorias de cantidades, se propuso emplear plantillas que incluyan la programación de metros a trabajar, excavaciones y cantidades de cada material requerido. Esta estimación preliminar permite calcular las cuadrillas necesarias para el proyecto, basándose en los rendimientos estimados de diversas actividades de obra. Esta alternativa también contribuye a la mejora del cronograma, proporcionando un mayor nivel de detalle en las actividades y especificando los recursos, tiempos, cantidades y secuencias. Además, se establecen márgenes de tiempo para aumentar las posibilidades de evitar demoras en el proyecto, considerando los requisitos de los interesados.

Mi aporte a la empresa se centró en brindar apoyo clave en actividades que requerían un sólido dominio técnico en ingeniería civil, lo que facilitó la agilización de los procesos en las diversas fases de los proyectos. También desempeñé un rol crucial en la revisión y verificación de información, cálculos y datos, optimizando los tiempos de planificación y garantizando precisión en cada etapa.

Referencias Bibliográficas

Autodesk. (2023). *Dynamo*. Autodesk. <https://dynamobim.org/>

Departamento Nacional de Planeación. (13 de agosto de 2020). DNP. <https://www.dnp.gov.co/DNP/Paginas/acerca-de-la-entidad.aspx>

Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (PMBOK). (2017). <https://epub1175b92abf93831e095467757460260a.nubereaderepub.odilo.us/#/e8d8d0e8-341b-46d9-a0ed-7e0293bbf583/f0637597a0c1c96a5136e08ac8446af5525808a0037fc0007c391f297f450293>

Instituto nacional de vías. (2017). Guía de diseño de pavimentos con placa-huella. <https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/documentos-tecnicos/6644-guia-de-diseno-de-pavimentos-con-placa-huella>

Manual de diseño geométrico de carreteras. (2008). <https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/documentostecnicos/especificaciones-tecnicas/985-manual-de-diseno-geometrico>

OSN Construcciones S.A.S. (17 de septiembre de 2010). Bucaramanga, Santander, Colombia

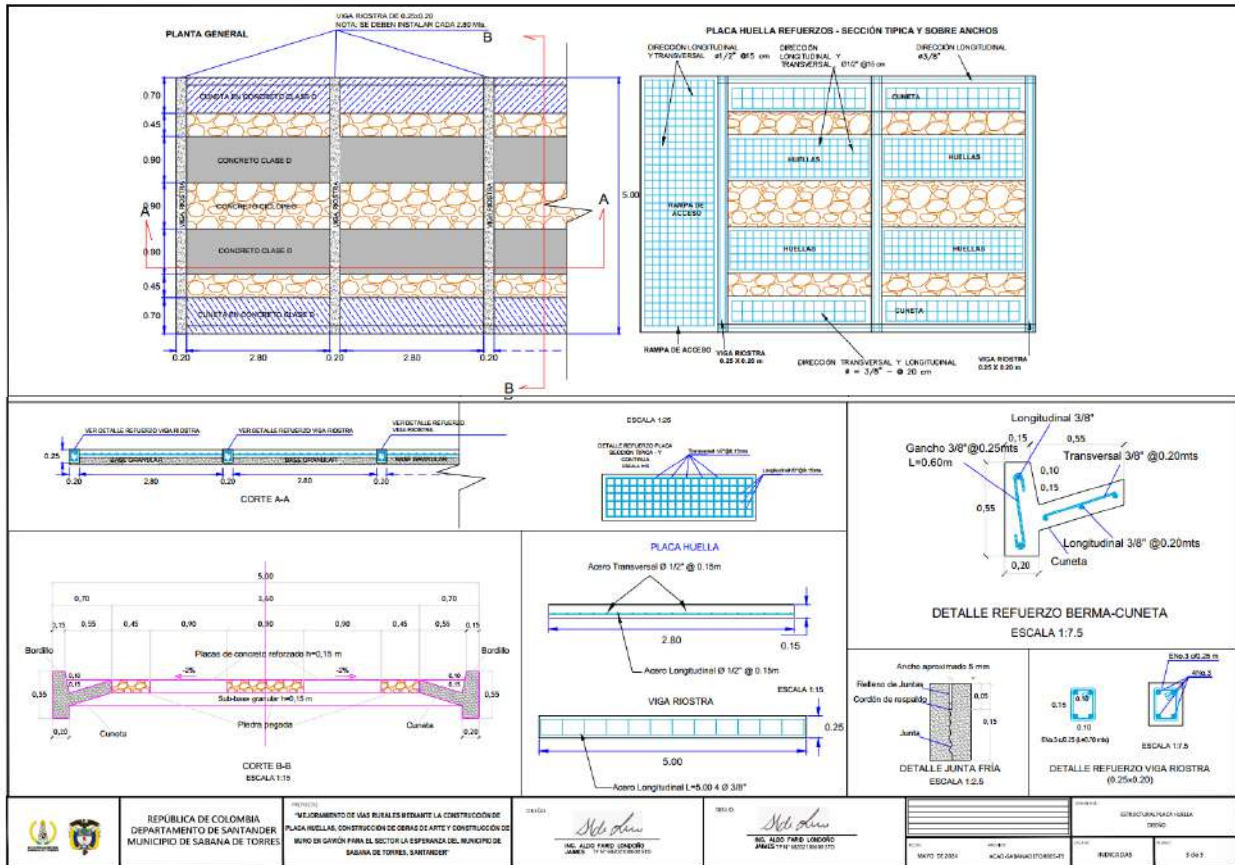
Pérez, P. Y. P., Pérez, R. E. B., & Kacprzyk, J. (2022). *Artificial Intelligence in Project Management and Making Decisions*. Springer Nature.

PMI. (2013). *La guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK)*. EE. UU: Project Management Institute, Inc.

Rojas, J. A. S., Candamil, C. H. C., & Roa, D. E. J. (2020). *Gestión de proyectos aplicada al PMBOK 6ED*. Editorial de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia - UPTC.

Apéndices

Apéndice A. Planos estructurales de la placa huella de 5 metros. Sabana de Torres.



Se usa la configuración de acero que por defecto están definidos en el diseño tipo de la cartilla de obras menores de drenaje y estructuras viales programa Colombia rural, en donde las placas de concreto están reforzadas con acero corrugado de 3/8 pulgada lo que corresponde a barras N°3 al igual que la placa de inicio y fin de la placa huella, y un acero para las cunetas de 3/8 pulgadas correspondiente a barras N°3 como se detallan en los planos estructurales.

Apéndice B. Tablas de cálculos para el tramo 1 para definir el número de cantidades por material

requerido

MEMORIAS DE CANTIDADES DE OBRA TRAMO 1

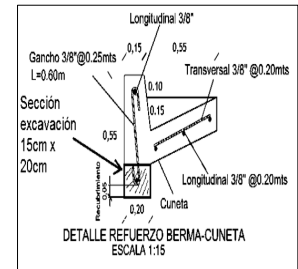
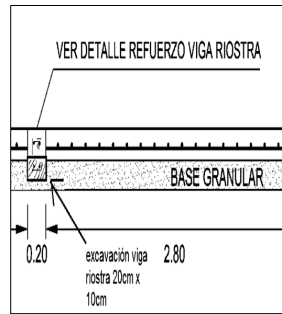
CONSTRUCCIÓN DE PLACA HUELLA

1 Localización y replanteo		
Longitud (m)	Ancho (m)	Total (m2)
53,25	5,00	266,25

2 Excavaciones Varias sin Clasificar

Excavaciones

Descripción	VIGA RIOSTRA			CUNETETA			Cantidad	Cantidad (M3)	
	Longitud (m)	Ancho (m)	Espesor (m)	Longitud (m)	Ancho (m)	Espesor (m)			
Modulo 01	5,00	0,2	0,10	2,80	0,20	0,15	2,00	0,27	
Modulo 02	5,00	0,2	0,10	2,80	0,20	0,15	2,00	0,27	
Modulo 03	5,00	0,2	0,10	2,80	0,20	0,15	2,00	0,27	
Modulo 04	5,00	0,2	0,10	2,80	0,20	0,15	2,00	0,27	
Modulo 05	5,00	0,2	0,10	2,80	0,20	0,15	2,00	0,27	
Modulo 06	5,00	0,2	0,10	2,80	0,20	0,15	2,00	0,27	
Modulo 07	5,00	0,2	0,10	2,80	0,20	0,15	2,00	0,27	
Modulo 08	5,00	0,2	0,10	2,80	0,20	0,15	2,00	0,27	
Modulo 09	5,00	0,2	0,10	2,80	0,20	0,15	2,00	0,27	
Modulo 10	5,00	0,2	0,10	2,80	0,20	0,15	2,00	0,27	
Modulo 11	5,00	0,2	0,10	2,80	0,20	0,15	2,00	0,27	
Modulo 12	5,00	0,2	0,10	2,80	0,20	0,15	2,00	0,27	
Modulo 13	5,00	0,2	0,10	2,80	0,20	0,15	2,00	0,27	
Modulo 14	5,00	0,2	0,10	2,80	0,20	0,15	2,00	0,27	
Modulo 15	5,00	0,2	0,10	2,80	0,20	0,15	2,00	0,27	
Modulo 16	5,00	0,2	0,10	2,80	0,20	0,15	2,00	0,27	
Modulo 17	5,00	0,2	0,10	2,80	0,20	0,15	2,00	0,27	
Volumen de exc: AutoCAD							90%	85,46	76,91
TOTAL								81,60	



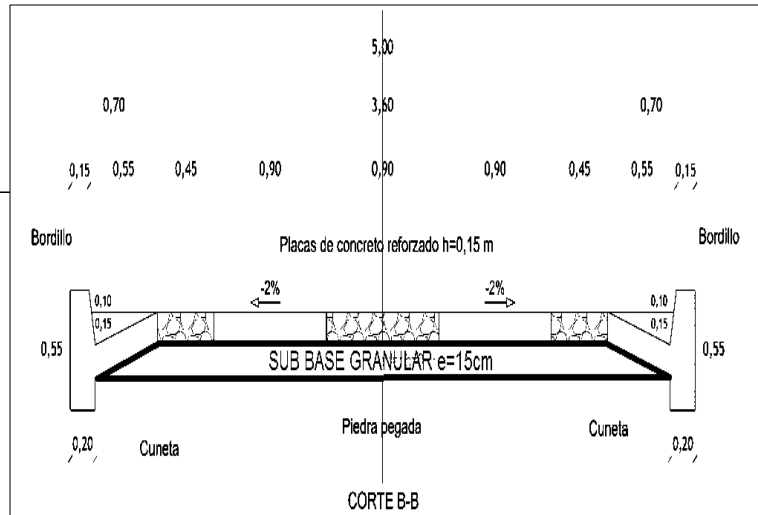
47,60

3 Subbase Granular Clase C

Espesor Sub-Base 0,15 m

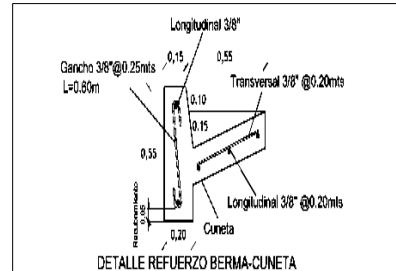
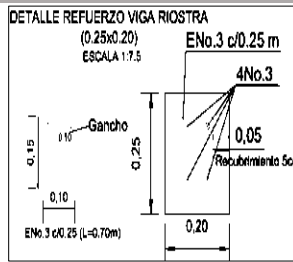
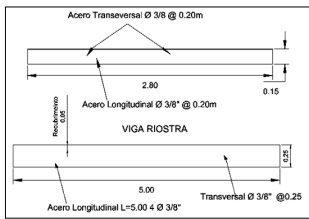
Descripción	#	ng. Promet	Ancho Total	Esp.	Volumen
ACCESO	Rampa	2,00	5,00	0,15	1,5
	Viga riostra R	0,20	5,00	0,15	0,15
MODULO 1	Modulo 01	2,80	5,00	0,15	2,1
	Viga riostra 01	0,20	5,00	0,15	0,15
MODULO 2	Modulo 02	2,80	5,00	0,15	2,1
	Viga riostra 02	0,20	5,00	0,15	0,15
MODULO 3	Modulo 03	2,80	5,00	0,15	2,1
	Viga riostra 03	0,20	5,00	0,15	0,15
MODULO 4	Modulo 04	2,80	5,00	0,15	2,1
	Viga riostra 04	0,20	5,00	0,15	0,15
MODULO 5	Modulo 05	2,80	5,00	0,15	2,1
	Viga riostra 05	0,20	5,00	0,15	0,15
MODULO 6	Modulo 06	2,80	5,00	0,15	2,1
	Viga riostra 06	0,20	5,00	0,15	0,15
MODULO 7	Modulo 07	2,80	5,00	0,15	2,1
	Viga riostra 07	0,20	5,00	0,15	0,15
MODULO 8	Modulo 08	2,80	5,00	0,15	2,1
	Viga riostra 08	0,20	5,00	0,15	0,15
MODULO 9	Modulo 09	2,80	5,00	0,15	2,1
	Viga riostra 09	0,20	5,00	0,15	0,15
MODULO 10	Modulo 10	2,80	5,00	0,15	2,1
	Viga riostra 10	0,20	5,00	0,15	0,15
MODULO 11	Modulo 11	2,80	5,00	0,15	2,1
	Viga riostra 11	0,20	5,00	0,15	0,15
MODULO 12	Modulo 12	2,80	5,00	0,15	2,1
	Viga riostra 12	0,20	5,00	0,15	0,15
MODULO 13	Modulo 13	2,80	5,00	0,15	2,1
	Viga riostra 13	0,20	5,00	0,15	0,15
MODULO 14	Modulo 14	2,80	5,00	0,15	2,1
	Viga riostra 14	0,20	5,00	0,15	0,15
MODULO 15	Modulo 15	2,80	5,00	0,15	2,1
	Viga riostra 15	0,20	5,00	0,15	0,15
MODULO 16	Modulo 16	2,80	5,00	0,15	2,1
	Viga riostra 16	0,20	5,00	0,15	0,15
MODULO 17	Modulo 17	2,80	5,00	0,15	2,1
	Viga confinamiento	0,25	5,00	0,15	0,19
TOTAL					39,9

53,25



Descripción	GENERAL			CUNETETA		PIEDRA PEGADA		8		PIEDRA PEGADA		HUELLA		PIEDRA PEGADA		CUNETETA		Longitud promedio (m)	Ancho Total (m)	Espesor (m)	Vol. Concreto Clase D (m3)	Vol. Piedra Pegada		
	Longitud (m)	Ancho (m)	Espeor (m)	Longitud (m)	Ancho Total (m)	Sección Transversal (m2)	Longitud (m)	Ancho (m)	Longitud (m)	Ancho (m)	Longitud (m)	Ancho (m)	Longitud (m)	Ancho (m)	Longitud (m)	Ancho (m)	Sección Transversal (m2)							
ACCESO	Rampa	5,00	2,20	0,15														2,20	5,00	0,15	1,50			
	Viga riostra R	5,00	0,20	0,25														0,20	5,00	0,25	0,25			
MODULO 1	Modulo 01				2,80	0,70	0,18	2,80	0,45	2,80	0,90	2,80	0,90	2,80	0,45	2,80	0,70	0,18	2,80	5,00	0,15	1,76	0,76	
	Viga riostra 01	5,00	0,20	0,25														0,20	5,00	0,25	0,25			
MODULO 2	Modulo 02				2,80	0,70	0,18	2,80	0,45	2,80	0,90	2,80	0,90	2,80	0,45	2,80	0,70	0,18	2,80	5,00	0,15	1,76	0,76	
	Viga riostra 02	5,00	0,20	0,25														0,20	5,00	0,25	0,25			
MODULO 3	Modulo 03				2,80	0,70	0,18	2,80	0,45	2,80	0,90	2,80	0,90	2,80	0,45	2,80	0,70	0,18	2,80	5,00	0,15	1,76	0,76	
	Viga riostra 03	5,00	0,20	0,25														0,20	5,00	0,25	0,25			
MODULO 4	Modulo 04				2,80	0,70	0,18	2,80	0,45	2,80	0,90	2,80	0,90	2,80	0,45	2,80	0,70	0,18	2,80	5,00	0,15	1,76	0,76	
	Viga riostra 04	5,00	0,20	0,25														0,20	5,00	0,25	0,25			
MODULO 5	Modulo 05				2,80	0,70	0,18	2,80	0,45	2,80	0,90	2,80	0,90	2,80	0,45	2,80	0,70	0,18	2,80	5,00	0,15	1,76	0,76	
	Viga riostra 05	5,00	0,20	0,25														0,20	5,00	0,25	0,25			
MODULO 6	Modulo 06				2,80	0,70	0,18	2,80	0,45	2,80	0,90	2,80	0,90	2,80	0,45	2,80	0,70	0,18	2,80	5,00	0,15	1,76	0,76	
	Viga riostra 06	5,00	0,20	0,25														0,20	5,00	0,25	0,25			
MODULO 7	Modulo 07				2,80	0,70	0,18	2,80	0,45	2,80	0,90	2,80	0,90	2,80	0,45	2,80	0,70	0,18	2,80	5,00	0,15	1,76	0,76	
	Viga riostra 07	5,00	0,20	0,25														0,20	5,00	0,25	0,25			
MODULO 8	Modulo 08				2,80	0,70	0,18	2,80	0,45	2,80	0,90	2,80	0,90	2,80	0,45	2,80	0,70	0,18	2,80	5,00	0,15	1,76	0,76	
	Viga riostra 08	5,00	0,20	0,25														0,20	5,00	0,25	0,25			
MODULO 9	Modulo 09				2,80	0,70	0,18	2,80	0,45	2,80	0,90	2,80	0,90	2,80	0,45	2,80	0,70	0,18	2,80	5,00	0,15	1,76	0,76	
	Viga riostra 09	5,00	0,20	0,25														0,20	5,00	0,25	0,25			
MODULO 10	Modulo 10				2,80	0,70	0,18	2,80	0,45	2,80	0,90	2,80	0,90	2,80	0,45	2,80	0,70	0,18	2,80	5,00	0,15	1,76	0,76	
	Viga riostra 10	5,00	0,20	0,25														0,20	5,00	0,25	0,25			
MODULO 11	Modulo 11				2,80	0,70	0,18	2,80	0,45	2,80	0,90	2,80	0,90	2,80	0,45	2,80	0,70	0,18	2,80	5,00	0,15	1,76	0,76	
	Viga riostra 11	5,00	0,20	0,25														0,20	5,00	0,25	0,25			
MODULO 12	Modulo 12				2,80	0,70	0,18	2,80	0,45	2,80	0,90	2,80	0,90	2,80	0,45	2,80	0,70	0,18	2,80	5,00	0,15	1,76	0,76	
	Viga riostra 12	5,00	0,20	0,25														0,20	5,00	0,25	0,25			
MODULO 13	Modulo 13				2,80	0,70	0,18	2,80	0,45	2,80	0,90	2,80	0,90	2,80	0,45	2,80	0,70	0,18	2,80	5,00	0,15	1,76	0,76	
	Viga riostra 13	5,00	0,20	0,25														0,20	5,00	0,25	0,25			
MODULO 14	Modulo 14				2,80	0,70	0,18	2,80	0,45	2,80	0,90	2,80	0,90	2,80	0,45	2,80	0,70	0,18	2,80	5,00	0,15	1,76	0,76	
	Viga riostra 14	5,00	0,20	0,25														0,20	5,00	0,25	0,25			
MODULO 15	Modulo 15				2,80	0,70	0,18	2,80	0,45	2,80	0,90	2,80	0,90	2,80	0,45	2,80	0,70	0,18	2,80	5,00	0,15	1,76	0,76	
	Viga riostra 15	5,00	0,20	0,25														0,20	5,00	0,25	0,25			
MODULO 16	Modulo 16				2,80	0,70	0,18	2,80	0,45	2,80	0,90	2,80	0,90	2,80	0,45	2,80	0,70	0,18	2,80	5,00	0,15	1,76	0,76	
	Viga riostra 16	5,00	0,20	0,25														0,20	5,00	0,25	0,25			
MODULO 17	Modulo 17				2,80	0,70	0,18	2,80	0,45	2,80	0,90	2,80	0,90	2,80	0,45	2,80	0,70	0,18	2,80	5,00	0,15	1,76	0,76	
	Viga confinamiento	5,00	0,25	0,30														0,25	5,00	0,30	0,38			
TOTAL																					36,06	12,92		
LONGITUD PLACA HUELLAS																					53,25			

7 Acero de refuerzo de FY = 4.200 Kg/cm 2 (60.000 PSI) KG



Acero de Refuerzo Longitudinal

Cuneta

Diámetro Acero Longitudinal Cuneta	3/8	Pulgadas
Peso Unitario Acero Longitudinal Cuneta	0,56	Kg/m
No. Varillas Acero Longitudinal / Cuneta	5,00	Varillas
Long Traslapo Acero Longitudinal Cuneta	0,54	m

Huellas y Rampa

Diámetro Acero Longitudinal Huellas y Rampa	3/8	Pulgadas
Peso Unitario Acero Longitudinal Huellas y Rampa	0,56	Kg/m
Separación Unitario Acero Longitudinal Huellas y Ram	0,20	m
Long Traslapo Acero Longitudinal Huellas	0,54	m

Riostra

Diámetro Acero Longitudinal Riostra	3/8	Pulgadas
Peso Unitario Acero Longitudinal Rio	0,56	Kg/m
No. Varillas Acero Longitudinal / Rio	4,00	Varillas

Acero de Refuerzo Transversal

Cuneta y Bordillo

Diámetro Acero Transversal Cuneta	3/8	Pulgadas
Peso Unitario Acero Transversal Cuneta	0,56	Kg/m
Separación Varillas / Cuneta	0,20	m
Long Acero Transversal Cuneta	0,55	m

Riostra

Diámetro Acero Transversal Riostra	3/8	Pulgadas
Peso Unitario Acero Transversal Rio	0,56	Kg/m
Longitud. flejes Acero Transversal / F	0,70	m
Separación. flejes Acero Transversal	0,25	m

Diámetro Acero Transversal Bordillo	3/8	Pulgadas
Peso Unitario Acero Transversal Bordillo	0,56	Kg/m
Separación Varillas / Bordillo	0,25	m
Long Acero Transversal Bordillo	0,60	m

Huellas

Diámetro Acero Transversal Huellas	3/8	Pulgadas
Peso Unitario Acero Transversal Huellas	0,56	Kg/m
Separación Acero Transversal Huellas	0,20	m
Long Acero Transversal Huellas	0,90	m

Rampa Acceso

Diámetro Acero Transversal Rampa	3/8	Pulgadas
Peso Unitario Acero Transversal Rampa	0,56	Kg/m
Separación Acero Transversal Rampa	0,20	m
Long Acero Transversal Rampa de /	5,00	m

8 Pintura para bordillos		ML
Longitud (ml)	CANTIDAD	Total (ml)
53,25	2,00	106,50

RESUMEN TRAMO LA PRADERA		
ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD
LOCALIZACION Y REPLANTEO	M2	266,25
EXCAVACIONES VARIAS SIN CLASIFICAR	M3	81,60
SUBBASE GRANULAR	M3	39,9
CONCRETO CLASE D (210 kg/cm2 ó 3000 PSI)	M3	36,05
CONCRETO CICLOPEO (Concreto Clase D f'c = 21 MPa 60% concreto-	M3	12,92
ACERO DE REFUERZO	KG	1544,42
PINTURA PARA BORDILLOS	ML	106,50

Apéndice C. Listado de requerimientos generados por la formulación de proyectos del Departamento Nacional de Planeación.

	REQUISITOS	PRE- CONTRACTUAL	CONTRACTUAL	POST- CONTRACTUAL
Propuesta	Presupuesto disponible por parte de los interesados			
	Contrato Árbol de problemas			
Pólizas	Póliza de cumplimiento			
	Póliza de servicio			
Acta de inicio	Certificado del acta de inicio debidamente firmada			
Actualización de pólizas	Póliza de cumplimiento			
	Póliza de servicio			
Realización de actividades	Estudio topográfico			
	Estudio de suelos			
	Diseño estructural			

	Diseño	
	arquitectónico	
	Diseño pluvial	
	Plan de Manejo Ambiental (PMA)	
	Plan de Manejo de Transito (PMT)	
	Análisis de riesgos	
	Plan de contingencia	
	Estudio de tránsito	
	Diagnóstico	
	Documento técnico que soporta la MGA	
	Especificaciones técnicas	
	Estudio de transito	
	Estudio hidrológico e hidráulico	
	Matriz de riesgos	
	Memoria arquitectónica	
	Memoria estructural	
	Presupuesto	
	Cronograma	
	Actas finales	
Cuenta de cobro	Actas de pago	
	Informe de supervisión	
Acta de liquidación	Contrato firmado por el representante legal de la entidad	

Facturas	Todas las requeridas y debidamente canceladas	
Estampillas	Estampillas departamentales	
	Estampillas municipales	