

Auxiliar de ingeniería para la gestión de proyectos de infraestructura del grupo Prevesa S.A.S.  
asociados a la construcción del Anillo Vial Externo Metropolitano

Jorge Eduardo Castro Carreño

Trabajo de Grado para Optar al Título de Ingeniero Civil

Director

Álvaro Viviescas Jaimes

PhD en Ingeniería Estructural

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Fisicomecánicas

Escuela de Ingeniería Civil

Bucaramanga

2025

### **Dedicatoria**

Para el ser que siempre ha estado conmigo, que desde antes que naciese me escogió, me dio un nombre y un propósito en esta vida, mi señor Jesús. Él es quien me ha levantado cuando me he caído, me ha hecho sentir que puedo lograr cosas grandes y me ha impulsado a no rendirme por mucho que me cueste continuar.

Liliana Carreño, mi mamá, que me ha brindado un apoyo incondicional y me ha llenado de amor desde el primer día que me conoció. Sé que se siente orgullosa de mí y de mis logros, por eso me ha ayudado siempre a trabajar por ellos. Es la mejor madre que un hijo puede tener.

A mi papá Jorge Eliécer Castro, una mención muy especial, pues me ha ayudado siempre con todo lo que ha tenido y ha podido, nunca me faltó nada, nunca pasé hambre ni frío. Es un papá ejemplar y entregado, que lo demostró conmigo y mis tres hermanos, Jorge Edison, Pilar y Marlon con quienes he contado incondicionalmente también.

Finalmente, se lo quiero dedicar a todos los estudiantes de esta alma máter, a aquellos que se les facilita estudiar y a los que nos cuesta, pero lo damos todo, los que luchan por un sueño, por romper ciclos, por suplir una necesidad, les deseo lo mejor, lleguen donde quieren llegar, seamos todos exitosos y vivamos a la altura de nuestras expectativas. No nos rindamos nunca. La confianza siempre en el Señor, Él traerá la recompensa.

### **Agradecimientos**

Le doy gracias a Dios nuevamente, en primer lugar, que es quien hace todo posible aparejando las personas y las oportunidades en el tiempo y en el lugar adecuado.

Gracias a mi hermana, Nilsa Pilar Castro, quien ha estado pendiente de mí y me ha apoyado económicamente con todo lo que necesité a lo largo de mi vida, no solo durante mi carrera universitaria. Ella también fue la persona que hizo posible contactarme con el ingeniero Joaquín Ardila, quien trabaja con el Grupo Prevesa y me facilitó la vinculación con la empresa.

El ingeniero Edinson Useda es también merecedor de un gran agradecimiento de mi parte, pues él es quien me ha guiado y acompañado a lo largo de estas prácticas universitarias, estando siempre presente y muy pendiente de cualquier inquietud que se me ha presentado.

Le agradezco al profesor Álvaro Viviescas, quien aceptó ser mi director de prácticas y desde el primer momento estuvo dispuesto a ayudarme y estar atento de mi proceso de práctica empresarial, es un gran profesional, una gran persona y ha sido generoso compartiendo su experiencia y tiempo conmigo.

Por último, gracias a la Universidad Industrial de Santander, a todo el personal que me brindó dirección antes y durante este proceso, dándome las herramientas necesarias para completar exitosamente todos los procesos que necesité.

**Tabla de Contenido**

	<b>Pág.</b>
1. Introducción .....	12
2. Objetivos .....	16
2.1 Objetivo General .....	16
2.2 Objetivos Específicos .....	16
3. Marco conceptual .....	17
3.1 Obra de infraestructura vial.....	17
3.2 Contratación pública .....	18
3.2.1 Ley 80 de 1993 .....	18
3.2.2 Decreto 1077 de 2015 .....	18
3.2.3 NTC ISO-9001 .....	19
3.2.4 NTC ISO-10006 .....	19
3.2.5 NTC ISO-21500 .....	20
3.3 Anillo Vial Externo Metropolitano .....	21
3.4 Gestión de proyectos .....	22
3.4.1 Iniciación.....	23
3.4.2 Planificación.....	23
3.4.3 Ejecución.....	23
3.4.4 Seguimiento y control .....	23
3.4.5 Cierre.....	23
3.5 Cronograma.....	23

AUXILIAR DE INGENIERÍA PARA GESTIÓN DE PROYECTOS APLICADA EN EL  
ANILLO VIAL EXTERNO METROPOLITANO

5

3.6 Cantidades de obra .....	24
3.7 Análisis de Precio Unitario (APU).....	24
3.8 Presupuesto.....	25
3.9 Gestión documental.....	26
3.10 Estándares de calidad .....	26
4. Metodología .....	28
4.1 Introducción al proyecto.....	28
4.2 Diseño del cronograma.....	30
4.3 Cálculo de cantidades de obra y APU.....	36
4.4 Seguimiento al cronograma del proyecto.....	41
4.5 Control del presupuesto.....	46
4.6 Monitoreo del cumplimiento de normativas .....	48
4.7 Gestión documental.....	50
5. Resultados .....	52
6. Conclusiones .....	54
6. Recomendaciones.....	55
Referencias Bibliográficas.....	57

### Lista de Figuras

<b>Figura 1.</b> Localización proyecto “Anillo Vial Externo Metropolitano” .....	21
<b>Figura 2.</b> Panorámica oficinas administrativas Prevesa S.A.S. ....	29
<b>Figura 3.</b> Movimiento de tierras vereda Chocoita .....	30
<b>Figura 4.</b> Relación de las áreas de conocimiento con los procesos del modelo de PMI. ....	31
<b>Figura 5.</b> Cronograma tramo K6+650 – K7+850 .....	32
<b>Figura 6.</b> Adición ítems no previstos, entre ellos “Mejoramiento de subrasante con crudo de río” y “Mejoramiento de subrasante con piedra bolo”. ....	34
<b>Figura 7.</b> Adición ítems no previstos, entre ellos “Mejoramiento de subrasante con crudo de río” y “Mejoramiento de subrasante con piedra bolo”. ....	35
<b>Figura 8.</b> Actividades cronograma Anillo Vial Externo Metropolitano (Parte 2) .....	37
<b>Figura 9.</b> Esquema sección transversal cuneta a construir .....	37
<b>Figura 10.</b> Sección transversal porción de subrasante a remover .....	38
<b>Figura 11.</b> Sección transversal capa de material de subbase aplicado en cunetas. ....	39
<b>Figura 12.</b> Adición de no previstos a la lista de actividades .....	39
<b>Figura 13.</b> APU ítem NP 3 “Concreto resistencia 28MPa para cunetas”. ....	40
<b>Figura 14.</b> APU ítem 101.1.1 “Excavación sin clasificar de la explanación y canales”. ....	41
<b>Figura 15.</b> APU ítem NP 11 “Relleno para cunetas con subbase granular”. ....	42
<b>Figura 16.</b> Remoción de material. ....	43
<b>Figura 17.</b> Extendido de subbase. ....	43
<b>Figura 18.</b> Preparación del terreno para redes de drenaje. ....	44
<b>Figura 19.</b> Construcción de box culvert. ....	44
<b>Figura 20.</b> Construcción caja de inspección sanitaria. ....	45
<b>Figura 21.</b> Riego de imprimación. ....	45

<b>Figura 22.</b> Aplicación capa asfáltica. ....	46
<b>Figura 23.</b> Seguimiento mensual al presupuesto por ítem. ....	48
<b>Figura 24.</b> Densidad de campo en subbase (INV E 161 – 2013) .....	49
<b>Figura 25.</b> Medición de la expansión del CBR en inmersión (INV E 148 – 13) .....	49
<b>Figura 26.</b> Briquetas de MDC-19 (Mezcla densa en caliente) para ensayo de flujo, estabilidad y densidad .....	49

## Glosario

**Ciclo de vida de un proyecto:** secuencia lógica y finita de fases o etapas por las que atraviesa un proyecto desde su inicio hasta su conclusión, proporcionando un marco estructurado para la gestión apropiada de las actividades del proyecto, facilitando la planificación, ejecución, seguimiento y cierre, favoreciendo el alcance de los objetivos definidos.

**Corporaciones Autónomas Regionales (CAR):** Entidades públicas de carácter corporativo, creadas por la ley, integradas por las entidades territoriales que, por sus características geográficas, ambientales o ecosistémicas, conforman una misma unidad.

Su función principal es administrar, dentro del área de su jurisdicción, el medio ambiente y los recursos naturales renovables, y propender por su desarrollo sostenible, de conformidad con las directrices, políticas y regulaciones del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

**Especificación técnica:** Conjunto de requisitos y descripciones detalladas que definen las características técnicas, funcionales y de calidad de un producto, servicio o proceso. Incluye información sobre materiales, dimensiones, tolerancias, métodos de prueba, estándares de calidad y otros criterios relevantes, funcionando como base para la planificación, ejecución y control del proyecto, así como para la evaluación de la conformidad de los resultados.

**Estimación:** Cálculo anticipado de recursos (materiales, mano de obra, equipos), costos asociados y tiempo requerido para llevar a cabo las actividades de un proyecto de construcción analizando la información disponible, como planos, especificaciones técnicas, precios de mercado y datos históricos para predecir valores futuros.

**Holgura:** Cantidad de tiempo que una actividad puede prolongarse sin retrasar la fecha de finalización del proyecto ni la fecha de inicio de las actividades que la suceden.

**Logística:** En el contexto de un proyecto de construcción, la logística se refiere a la planificación, coordinación y control eficiente del flujo de materiales, equipos, personal e información, desde el punto de origen hasta el lugar de uso en la obra. Su objetivo principal es asegurar que los recursos necesarios estén disponibles en el momento y lugar adecuados, con la calidad requerida y al menor costo posible.

**Permiso:** Autorización legal otorgada por una entidad gubernamental o autoridad competente que permite al contratista llevar a cabo ciertas actividades específicas dentro de un proyecto. Estos permisos son esenciales para garantizar que el proyecto cumpla con las regulaciones y normativas locales, departamentales o nacionales.

**Plan de Ordenamiento Territorial (POT):** El POT es un conjunto de acciones y políticas administrativas y de planificación física que orientan el desarrollo del territorio a corto, mediano y largo plazo, regulando la utilización, ocupación y transformación del suelo.

**Rentabilidad:** Capacidad de un proyecto para generar beneficios económicos en relación con los recursos invertidos, midiendo la eficiencia con que se usan los recursos del proyecto para agregar valor, convirtiéndolo en un indicador clave para evaluar la viabilidad económica, favoreciendo la toma de decisiones informadas.

**Sobrecosto:** Exceso de gastos generado más allá del presupuesto originalmente estimado y aprobado para la ejecución del proyecto, propiciando una desviación negativa en los costos que puede afectar la rentabilidad y la viabilidad financiera del proyecto.

**Viabilidad:** Es el estudio que evalúa la factibilidad de un proyecto, considerando aspectos técnicos, económicos, financieros, legales, ambientales y sociales. Busca determinar si el proyecto es realista, si se puede llevar a cabo con los recursos disponibles y si generará los beneficios esperados.

### Resumen

**Título:** Auxiliar de ingeniería para la gestión de proyectos de infraestructura del grupo Prevesa S.A.S. asociados a la construcción del Anillo Vial Externo Metropolitano\*

**Autor:** Jorge Eduardo Castro Carreño\*\*

**Palabras Clave:** Dirección de proyectos, cronograma, presupuesto, Análisis de Precio Unitario.

**Descripción:** La finalidad de este documento es describir la metodología aplicada en la práctica empresarial del estudiante Jorge Eduardo Castro Carreño con el Grupo Prevesa durante un periodo de cuatro meses comprendido entre julio y noviembre de 2024. El objetivo principal de la práctica fue apoyar al área de gestión de proyectos en la ejecución de la obra de infraestructura Anillo Vial Externo Metropolitano en el departamento de Santander.

Se exponen las actividades realizadas sobre planeación y control de cronogramas, control presupuestal, gestión documental, verificación de normativas y estándares de calidad de los procesos constructivos y otras actividades donde se realizó asistencia logística.

Se ofrece también una visión y un contexto de la experiencia del estudiante dentro de este entorno laboral donde interactuó con profesionales de diferentes disciplinas, trabajadores, clientes, proveedores y terceros adyacentes al proyecto como habitantes de la zona en construcción, fortaleciendo su pensamiento ingenieril, resolviendo situaciones de manera cotidiana.

Al final se extraen algunas conclusiones y recomendaciones que agrupan y representen los conceptos más importantes y destacables de las tareas realizadas y de la experiencia en general del estudiante dentro del campo profesional.

---

\* Trabajo de Grado

\*\* Facultad de Ingenierías Físicomecánicas. Escuela de Ingeniería Civil. Director: Álvaro Viviecas Jaimes. PhD en Ingeniería Estructural.

### **Abstract**

**Title:** Engineering assistant for infrastructure project management at Grupo Prevesa associated with the construction of ‘Anillo Vial Externo Metropolitano’.

**Author(s):** Jorge Eduardo Castro Carreño\*\*.

**Key Words:** Project management, schedule, budget, Unit Price Analysis.

**Description:** The purpose of this document is to present a clear, concise, and organized breakdown of the methodology applied in the professional practice of the student Jorge Eduardo Castro Carreño with Grupo Prevesa during a four-month period from July to November 2024. The primary objective was to support the project management area in the execution of the Anillo Vial Externo Metropolitano road infrastructure project in the department of Santander.

The student tasks were based on the topics of schedule and budget control, document management, verification of compliance with regulations and quality standards in construction processes, and risk analysis, highlighting the importance of each activity within the project itself and in relation to the student's professional growth. A perspective and context of the student's performance in a work environment where he received excellent support from company professionals but also had to apply engineering thinking on various occasions and solve situations independently will also be offered.

Finally, there will be extracted some conclusions and recommendations that group and represent the most important and noteworthy concepts of the tasks performed and the overall experience as an engineer working in the professional field.

---

\*\*Physicomechanical Engineering's Faculty. Civil Engineering School. Director: Álvaro Viviescas Jaimes. Phd in Structural Engineering.

## **1. Introducción**

La gestión de proyectos es un proceso estructurado que permite planificar, organizar y controlar los recursos necesarios para llevar a cabo proyectos de manera efectiva, cumpliendo con los objetivos, plazos y presupuestos definidos. Su importancia radica en que, a través de una serie de prácticas y herramientas, facilita la coordinación de equipos, minimiza riesgos y asegura el uso óptimo de los recursos. Una buena gestión de proyectos no solo garantiza que los resultados cumplan con las expectativas de los interesados, sino que también mejora la eficiencia organizacional, promueve el aprendizaje continuo y contribuye al desarrollo de proyectos sostenibles y de alta calidad. (Project Management Institute, n.d.)

Aplicar esta metodología en proyectos de infraestructura vial es esencial para maximizar el impacto positivo de una obra en múltiples dimensiones: desde una perspectiva económica, una gestión eficiente asegura el control de costos y el aprovechamiento máximo de los recursos, evitando sobrecostos y retrasos que son muy dados a suceder en estos entornos y afectan la viabilidad del proyecto. En el ámbito social, promueve el desarrollo regional al mejorar la conectividad, reducir tiempos de desplazamiento y elevar la calidad de vida de las comunidades beneficiadas. A nivel técnico, la gestión de proyectos permite una planificación meticulosa que garantiza la calidad y durabilidad de la infraestructura; mientras que, desde el enfoque ambiental, una gestión responsable integra prácticas sostenibles y de mitigación de impacto, reduciendo la huella ecológica de la obra, promoviendo la conservación del ecosistema. Así, la gestión de proyectos no solo asegura que los objetivos se cumplan de manera efectiva, sino que también contribuye a un desarrollo integral y sostenible en todos los aspectos relacionados con la infraestructura vial. (Porfafolio, 2022)

En cualquier proyecto, el área de dirección requiere un equipo capacitado que cubra diferentes áreas específicas del proyecto, debido a que cada fase de este depende de una coordinación precisa y un monitoreo continuo. Desde el control de presupuestos y cumplimiento de plazos hasta la supervisión de la aplicación de medidas de seguridad en el sitio de trabajo, cada profesional participa con aportes puntuales que permiten anticipar problemas, optimizar recursos y asegurar el éxito en cada etapa de ejecución (Portny & Portny, 2022, pp. 26-27). Sustentándose en esta necesidad, el apoyo de un practicante universitario en esta área es un activo importante y aprovechable, tanto para el proyecto como para la formación profesional del estudiante. La participación de esta figura fortalece las labores de seguimiento y control, aportando una visión fresca y la posibilidad de usar herramientas y metodologías aprendidas durante su formación académica. Este tipo de experiencia ofrece al practicante un entorno ideal para aplicar conocimientos teóricos en situaciones prácticas reales, al tiempo que apoya al equipo en tareas como recopilación de datos, elaboración de informes de progreso y soporte logístico. En resumen, el aporte de un practicante contribuye a mejorar la eficiencia en la administración del proyecto, mientras adquiere competencias clave para su desarrollo profesional en el ámbito de la ingeniería y la gestión de proyectos de infraestructura (Wolfgram, M. & Ahrens, V. 2022) (Parker et al., 2016) (Ocampo et al., 2020).

El impacto que tienen las metodologías de gestión en un proyecto se dimensiona de mejor manera observando las consecuencias de su implementación en entornos nacionales e internacionales. A nivel internacional, hasta hace unos años la dirección de proyectos no era directamente integrada dentro de un proyecto como una metodología práctica, sino se tenía meramente como una base teórica que se consideraba, pero no se seguía. Diferentes estudios

realizados en Alemania (Sözüer & Spang, 2014), Emiratos Árabes Unidos (Fildes et al, 2014), Estados Unidos, Reino Unido, Australia, Canadá (Gasik, 2016)(Kwak et al, 2016), Rusia (Barykin et al, 2016) y Malasia (Izwan et al, 2015) comprueban que en países donde se involucra en mayor medida la dirección de proyectos, se obtenían mejores resultados en términos de tiempo de ejecución o administración de recursos. A nivel nacional, desde hace 12 años aproximadamente se han tratado de introducir las metodologías de la gestión de proyectos en diferentes sectores económicos, como el sector eléctrico (Guerrero, 2013) y de la construcción (Jiménez, 2014) donde más que integrarlas en el desarrollo de los proyectos, se han sembrado modelos para que cada empresa de manera independiente pueda adoptarlos y adaptarlos de acuerdo con sus necesidades específicas. Dentro del marco de proyectos soportados con capital público es aún más complicada una implementación constante de metodologías de gestión dentro de estos, ya que los cambios de administración y sus diferentes intereses pueden interrumpir y perjudicar la integración y crecimiento de esta disciplina (Niño, 2020).

Aunque el PMI es la organización que ofrece un marco de referencia global respecto a las buenas prácticas utilizadas para una gestión de proyectos adecuada, en Colombia esta se ajusta a unos lineamientos establecidos en normativas estatales. Entre las normativas que rigen estos procesos se encuentran: ley 80 de 1993, decreto 1075 de 2015, NTC-ISO 9001, NTC-ISO 10006 y NTC-ISO 21500, las cuales proporcionan parámetros más específicos sobre la ejecución de estos procesos.

Para el caso de esta práctica empresarial, el estudiante se enfocó principalmente en entender el proceso de conformación del cronograma (definición del alcance del proyecto, selección y organización de actividades, establecimiento de plazos y correlaciones entre

actividades, asignación de recursos a las actividades, entre otros), cálculo de cantidades de obra, realización de análisis de precio unitarios 'APU' y definición del presupuesto, para así, partiendo de esas bases, realizar el seguimiento al cronograma y al presupuesto durante la ejecución de la obra por medio de visitas periódicas al lugar e informes de avance elaborados por la ingeniera residente con el fin de monitorear la evolución del proyecto y recopilar novedades. A su vez, el estudiante brindó soporte en actividades complementarias como la gestión y archivo de documentos del proyecto, tales como planos, informes, permisos, solicitudes, entre otras, además del acompañamiento durante la ejecución de ensayos en obra y laboratorio sobre los diferentes materiales aplicados en el pavimento (base, subbase, subrasante y capa asfáltica).

## **2. Objetivos**

### **2.1 Objetivo General**

Apoyar la gestión de proyectos de infraestructura del Grupo Prevesa S.A.S. aplicada en la construcción del Anillo Vial Externo Metropolitano

### **2.2 Objetivos Específicos**

Desarrollar habilidades de planificación y control de cronogramas.

Participar en el cálculo de cantidades de obra y análisis de precio unitarios, observando y notificando cambios que modifiquen el presupuesto asignado.

Realizar seguimiento en obra a la ejecución de las actividades estipuladas en el cronograma y recopilar novedades.

### 3. Marco conceptual

#### 3.1 Obra de infraestructura vial

Una obra de infraestructura vial es una construcción realizada en espacio público cuyo objetivo es facilitar la movilidad de personas y recursos a través de vehículos, peatones o bicicletas. Estas obras son fundamentales para el desarrollo económico y social de una región, ya que permiten la comunicación entre ciudades, pueblos y zonas rurales, estableciendo una vía para un intercambio comercial y cultural. Existen diversos tipos de obras de infraestructura vial, entre los que se destacan:

- *Carreteras*: Vías terrestres diseñadas para el tránsito de vehículos.
- *Autopistas*: Carreteras pavimentadas que permiten el tránsito a altas velocidades con múltiples carriles, divididas por un separador y con accesos controlados.
- *Puentes*: Estructuras construidas sobre ríos, vías férreas o vehiculares que permiten la continuidad de una vía.

El pavimento, que se menciona en la definición de autopista, es la superficie sobre la que ruedan los vehículos que circulan a través la vía, conformada por la interacción de capas de distintos materiales que distribuyen y transmiten las cargas aplicadas por el tránsito a la capa de suelo. Existen dos tipos de pavimentos: flexibles (de asfalto) y rígidos (de concreto hidráulico), radicando su diferencia en la resistencia que presentan a la flexión. Las capas que constituye el pavimento son:

- *Subrasante*: Capa de suelo que recibe las cargas de las demás capas de la vía.
- *Base granular*: Capa granular ubicada entre la subbase y la capa de rodadura que soporta la mayor parte de las cargas del tráfico, distribuyéndolas hacia las capas inferiores.

- *Subbase granular*: Capa granular localizada entre la subrasante y la base granular en los pavimentos asfálticos o que funciona como soporte en pavimentos de concreto hidráulico. [Invias 320]
- *Capa de rodadura*: La capa más superficial del pavimento que entra en contacto con los vehículos que circulan, cuya función es propiciar un tránsito cómodo y seguro. Está hecha de asfalto en pavimento flexible y de hormigón en pavimento rígido (Rodríguez, 2020).

### **3.2 Contratación pública**

La contratación pública es el proceso mediante el cual entidades gubernamentales adquieren bienes y servicios. Este intercambio está regulado por normativas específicas que garantizan la transparencia y eficiencia en el uso de los recursos públicos. (Alonso, 2018)

#### **3.2.1 Ley 80 de 1993**

Esta ley tiene por objeto disponer las reglas y principios que rigen los contratos de las entidades estatales, estableciendo responsabilidades y directrices que se deben cumplir por parte de los contratistas y del estado.

#### **3.2.2 Decreto 1077 de 2015**

Este instrumento jurídico colombiano tiene como objeto principal unificar y consolidar todas las normativas que regulan el sector vivienda, ciudad y territorio, favoreciendo su consulta y aplicación. Específicamente sobre los proyectos de infraestructura vial, este decreto reza que:

- Deben estar alineados con los Planes de Ordenamiento Territorial (POT) de cada municipio, asegurando que cumple con lo planeado.

- Mejoren la conectividad entre las diferentes cabeceras municipales favoreciendo la movilidad de personas y bienes.
- Minimizen los impactos negativos en el campo ambiental y social, favoreciendo el beneficio para la comunidad.
- Involucren la participación de la ciudadanía en la planificación y ejecución de los proyectos, garantizando que respondan a las necesidades de la comunidad afectada.
- Se diseñen pensando en la integración de otros modos de transporte como el transporte público, promoviendo la movilidad multimodal.

### ***3.2.3 NTC ISO-9001***

Esta norma se enfoca principalmente en dar parámetros legales a las entidades constructoras para que puedan:

- Definir y documentar los procesos que involucran todo el ciclo de construcción de la infraestructura vial, desde la planificación hasta la entrega final.
- Establecer estándares claros respecto a la calidad de los materiales, mano de obra y entregables finales del proyecto.
- Implementar medios para el monitoreo y control de los procesos, velando que se cumpla con los requisitos preestablecidos.

### ***3.2.4 NTC ISO-10006***

Esta norma se centra específicamente en el área de calidad de los proyectos, a diferencia de la ISO-9001 que se centra en las organizaciones. La ISO-10006 proporciona un marco de trabajo para:

- Establecer y seguir un sistema de gestión de la calidad exclusivo para el proyecto, desde su planificación hasta el cierre de obra.
- Asegurar la conformidad con los requisitos establecidos, tanto internos como externos (normas, especificaciones técnicas, etc).
- Promover la corrección y mejora continua de los procesos del proyecto, a través del análisis y compilación de las no conformidades.
- Fomentar un proyecto final que satisfaga las necesidades y demandas de los clientes y las partes interesadas.
- Definir claramente los roles y responsabilidades de las personas involucradas en el proyecto, procurando una comunicación efectiva entre las partes.

### **3.2.5 NTC ISO-21500**

Esta norma técnica amplía su alcance ofreciendo directrices generales para la gestión de cualquier tipo de proyecto, no exclusivamente de infraestructura vial, pero sí incluyéndolos, estableciendo:

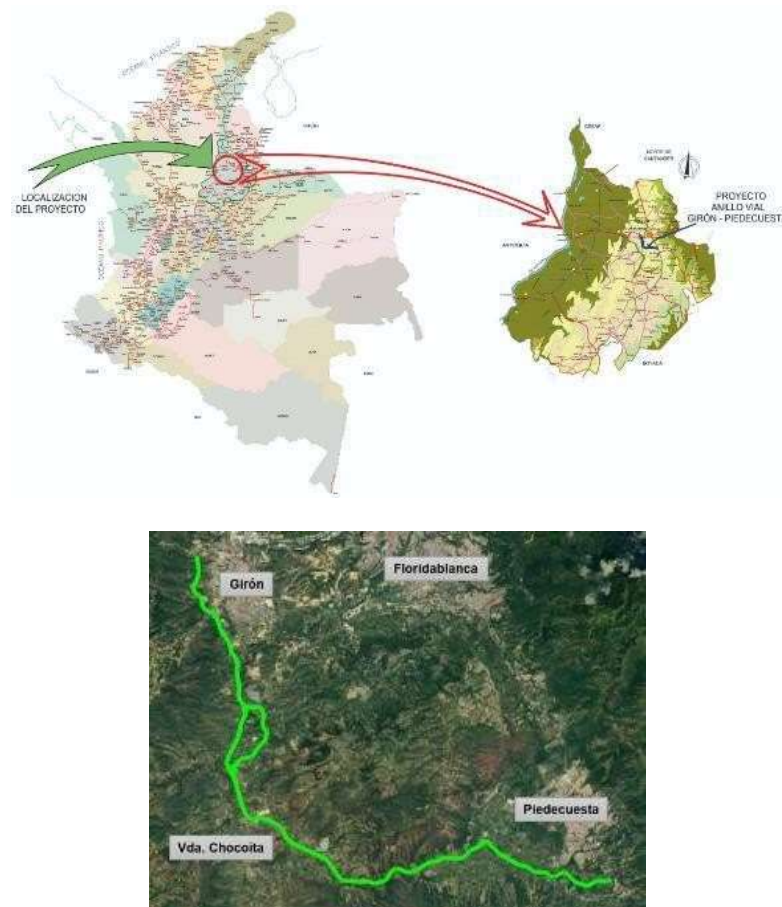
- Una ruta para definir los objetivos del proyecto y los entregables, trazar el plan de proyecto y operar los cambios que le efectúen durante su desarrollo.
- Los roles y responsabilidades dentro de la estructura del equipo del proyecto, generando canales efectivos de comunicación.
- Las directrices para el monitoreo del progreso del proyecto que permita dimensionar el progreso del proyecto y tomar medidas correctivas en caso de ser necesario.
- El procedimiento para cerrar formalmente el proyecto, evaluando los aprendizajes y el desempeño del equipo.

### 3.3 Anillo Vial Externo Metropolitano

El Anillo Vial Externo Metropolitano es una obra de infraestructura vial consistente de 28km de doble calzada que comunicará los municipios de Girón y Piedecuesta. Inició su ejecución el 10 de julio de 2023 y tiene un plazo de terminación de 96 meses, por lo que está proyectado a terminarse en el año 2030. Su objetivo principal es albergar el transporte de carga pesada que transita actualmente por el Anillo Vial, aligerando la movilidad sobre los corredores viales actuales.

#### Figura 1

*Localización proyecto “Anillo Vial Externo Metropolitano”*



El proyecto inicia sobre la Ruta Nacional 66 (vía Barrancabermeja – Arauca), en el sector 6602 (La Fortuna- Bucaramanga) y se extiende por el perímetro externo occidental del casco urbano del municipio de Girón hacia el sur de este a través de las veredas Rio frio, Llanadas, Barbosa, Llano grande, Ruitoque y Chocoita, punto desde el que se desvía hacia el oriente por la vereda Palogordo, y por las veredas Guatiguará, Barro Blanco y Los Colorados pertenecientes al municipio de Piedecuesta, finalizando su trayecto en la ruta nacional 45A sector 45A07 (Tramo San Gil – Bucaramanga) a la altura del sector denominado como Tres Esquinas localizado al costado sur del municipio de Piedecuesta.

Esta obra no ha avanzado de acuerdo con lo esperado debido a contratiempos en el tema ambiental y predial, por lo que al iniciar la práctica empresarial se tenían aproximadamente 1.6km terminados divididos en 2 tramos y 2 tramos en construcción de 750m y 770m cada uno. Durante la ejecución de la práctica se terminaron los dos tramos en proceso mencionados y se trabajó en la construcción de 2 tramos más de 1.6km.

### **3.4 Gestión de proyectos**

La gestión de proyectos es la disciplina encargada de aplicar conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas en la planificación, organización, dirección y control de recursos de un proyecto (humanos, financieros, tecnológicos) con el objetivo de cumplir metas específicas dentro de un tiempo y presupuesto predefinido. Aplicar este conjunto de procesos en obras de infraestructura vial es vital debido a su alta complejidad dada por las altas inversiones realizadas, la cantidad de actores que intervienen y su alto grado de incertidumbre.

Según el Project Management Body of Knowledge (PMBOK) se identifican cinco fases principales durante el ciclo de vida del proyecto:

#### ***3.4.1 Iniciación***

Se define el alcance del proyecto, identificando objetivos y partes interesadas y se tramitan todos los permisos necesarios para comenzar.

#### ***3.4.2 Planificación***

Se traza un plan de ruta detallado del proyecto en el que se define el cronograma, presupuesto, recursos y riesgos.

#### ***3.4.3 Ejecución***

Se llevan a cabo las actividades establecidas en el cronograma para completar el producto a entregar.

#### ***3.4.4 Seguimiento y control***

Se supervisa el avance del proyecto, gestionando los cambios y medidas correctivas según se hace necesario.

#### ***3.4.5 Cierre***

Se entrega el proyecto terminado, verificando que cumpla con los objetivos establecidos y las expectativas de las partes interesadas (Project Management Institute, 2017).

### **3.5 Cronograma**

Es un esquema visual que permite organizar de mejor manera las actividades definidas para el proyecto, permitiendo observarlas de manera secuencial apreciando la interdependencia entre ellas, asignándoles individualmente una fecha de inicio, fecha de cierre, duración, hitos

(indicadores de calidad que marcan la culminación de una actividad) y recursos (materiales, mano de obra, etc). El cronograma de obra también permite detectar actividades críticas que si se retrasan en su ejecución pueden afectar gravemente la duración del proyecto.

El cronograma de obra es la base para el seguimiento y control del proyecto, pues es a partir de él que se puede comparar la evolución real del proyecto contrastándolo con lo planificado. (Project Management Institute, 2017).

### **3.6 Cantidades de obra**

Son una cuantificación detallada de todos los elementos y materiales necesarios para llevar a cabo una actividad, que son la base para calcular el costo de ejecución del proyecto.

Tener claras las cantidades de obra facilita la eficiencia en la organización de las actividades constructivas, promoviendo la composición de cronogramas realistas y la asignación de los recursos adecuados en el momento oportuno. Estas cantidades son clave para controlar y optimizar el uso de los materiales, evitando el desperdicio de estos, a la vez que actúan como indicador de avance del proyecto al permitir cuantificar y contrastar lo ejecutado, lo restante y lo proyectado (Picón, 2021).

### **3.7 Análisis de Precio Unitario (APU)**

Es una herramienta usada para descomponer el costo total de cada actividad en sus componentes individuales, favoreciendo la optimización del presupuesto y la rentabilidad del proyecto.

Este método analítico al permitir observar con claridad los elementos necesarios para la ejecución de cada actividad, facilita la cotización de precios con diferentes proveedores, la asignación de salarios a la mano de obra, la estimación del equipo necesario y los costos del transporte del material, dependiendo de la distancia entre el punto de venta y la obra, las dificultades de acceso a la obra, la ubicación del proyecto, entre otros factores que pueden generar un aumento en este ítem. Es fundamental asignar una unidad de medida única para cada actividad del proyecto [unidad, m, m<sup>2</sup>, etc). La suma de estos costos junto con otros costos indirectos dados por seguros, permisos o gastos administrativos nos da como resultado el precio unitario de una actividad (Armesto, 2015).

### **3.8 Presupuesto**

Es una estimación de los costos de los recursos necesarios para la ejecución y terminación de un proyecto, pasando por materiales, mano de obra, equipos y otros gastos propios de, en este caso, un proyecto de infraestructura vial. Este elemento es la base para hacer el seguimiento a la gestión de costos durante el ciclo de vida del proyecto, asegurando que se mantengan bajo los topes financieros establecidos.

Para calcular el presupuesto es necesario tener los precios unitarios y las cantidades de obra de cada actividad, ya que multiplicando el unitario por la cantidad requerida obtenemos el costo total de cada actividad, por lo que sumando estos valores tenemos el costo total de la ejecución del proyecto. El presupuesto es uno de los factores más importantes para presentar ante un ente de control, pues muy enfocados en este es que se toma la decisión de dar el visto bueno a un contratista para que proceda con la ejecución de la obra (Project Management Institute, 2017).

### **3.9 Gestión documental**

Es el conjunto de actividades y herramientas que facilitan la planificación, manejo y organización de la información contenida en documentos producidos y recibidos por entidades durante su ciclo de vida, desde su origen hasta su eliminación, favoreciendo su utilización y conservación. Las actividades principales que componen la gestión documental son: elaboración de documentos nuevos, digitalización de documentos físicos, organización de los documentos según criterios establecidos (fecha, tipo de documento, proyecto), almacenamiento de los documentos, búsqueda y localización de documentos, envío de documentos a destinatarios señalados y eliminación o destrucción de forma segura de documentos que ya no son necesarios.

### **3.10 Estándares de calidad**

Para el caso de una obra de infraestructura, los estándares de calidad son un conjunto de normas, especificaciones y requisitos técnicos que definen los criterios mínimos de aceptación que deben cumplir los materiales y procesos constructivos empleados en el desarrollo del proyecto. Estos estándares garantizan que las estructuras sean seguras, duraderas, satisfagan las necesidades de los usuarios y cumplan las regulaciones vigentes.

Para el caso de los materiales como concreto, acero o madera definen las características físicas, químicas o mecánicas como resistencia, durabilidad o impermeabilidad con que deben cumplir. Los procesos constructivos se evalúan de manera diferente, no con sus características físicas, sino la forma en que se ejecutan y las técnicas usadas en los procedimientos de cada fase constructiva, desde la preparación del terreno hasta la instalación de los acabados finales. El cumplimiento de estos estándares es importante al proteger la vida y la salud de los trabajadores,

garantizar la accesibilidad para todo el público a las instalaciones y mitigar el impacto ambiental (Álvarez, 2019).

## **4. Metodología**

### **4.1 Introducción al proyecto**

La familiarización con el proyecto fue el primer paso que los profesionales involucrados con él y con las prácticas empresariales consideraron necesario. Para esto se hizo el proceso de presentación con los ingenieros principales involucrados con el proyecto: la Ing. Katerine Martínez (Ingeniera residente), el Ing. Luis Carlos Maldonado (Director de obra) y el Ing. Andrés Briñes (Ingeniero auxiliar) quienes se presentaron y ofrecieron una breve descripción del proyecto y de su estado actual, dando indicaciones acerca de las funciones y expectativas que tenían planteadas para la posición del practicante del área. La tarea general dentro de la estructura del proyecto fue brindar apoyo a los tres ingenieros mencionados en sus labores, asistiendo a reuniones semanales de avance, realizar acompañamiento en las visitas a la obra, revisar y organizar documentación como planos, actas o informes, participar en los ensayos de laboratorio de los materiales empleados en las bases, subbases y capa asfáltica con el laboratorista Sergio Rojas y programar algunas entregas de materiales con los proveedores.

De manera introductoria se hizo también un recorrido por las instalaciones de Prevesa, sus oficinas y la planta de producción, la cual es una productora y distribuidora de concreto que genera y despacha aproximadamente 300m<sup>3</sup> diarios de concreto a diferentes lugares de Santander, entre ellos los diferentes tramos que componen el Anillo Vial Externo Metropolitano.

**Figura 2**

*Panorámica oficinas administrativas Prevesa S.A.S.*



*Nota: Delgado, A. Recuperado el 20 de enero de 2025, de [https://lh3.googleusercontent.com/p/AF1QipN1Ro\\_wwx0k6vppNOpSF\\_KCrB9-bi6iLPCEGk8d=s680-w680-h510](https://lh3.googleusercontent.com/p/AF1QipN1Ro_wwx0k6vppNOpSF_KCrB9-bi6iLPCEGk8d=s680-w680-h510)*

El día 23 de julio se hizo acompañamiento a la Ing. Katerine en un recorrido por el trazado del proyecto, pasando por los dos tramos ya construidos (K8+450 – K9+200, K10+350 – K11+170), los dos tramos en construcción (K7+700 – K8+450, K20+330 – K21+100) y parte de los terrenos por los que cruzará el corredor vial, discutiendo acerca de las dificultades que se habían presentado respecto a la adquisición de algunos predios y problemas con las CAR debido a la contaminación que podía generar la construcción de la vía en un afluente de agua que cruza un

sector de la vereda Llano Grande. Se hizo presencia por unas horas en el tramo K7+200 – K8+450 en la vereda Chocoita donde se estaba realizando un trabajo de movimiento de tierras (excavación).

**Figura 3**

*Movimiento de tierras vereda Chocoita.*



**4.2 Diseño del cronograma**

El proceso de diseño de este cronograma de obra fue fiel al estándar establecido por el PMI para cada área de conocimiento:

**Figura 4**

*Relación de las áreas de conocimiento con los procesos del modelo de PMI.*

Áreas de conocimiento	Planeación
Integración	Desarrollo del plan del proyecto
Alcance	Planificación del alcance Definición del alcance
Tiempo	Definición de actividades Orientación de actividades Estimación de duración de las actividades Desarrollo del programa
Costo	Planeación de recursos Estimación de costos Presupuesto
Calidad	Planeación de la calidad
Recursos humanos	Planeación de la organización Selección y contratación de personal
Comunicación	Planeación de las comunicaciones
Riesgos	Planificación de la gestión del riesgo Identificación del riesgo Análisis cualitativo del riesgo Análisis cuantitativo del riesgo Desarrollo de respuesta del riesgo
Aprovisionamiento	Planificación de los aprovisionamientos

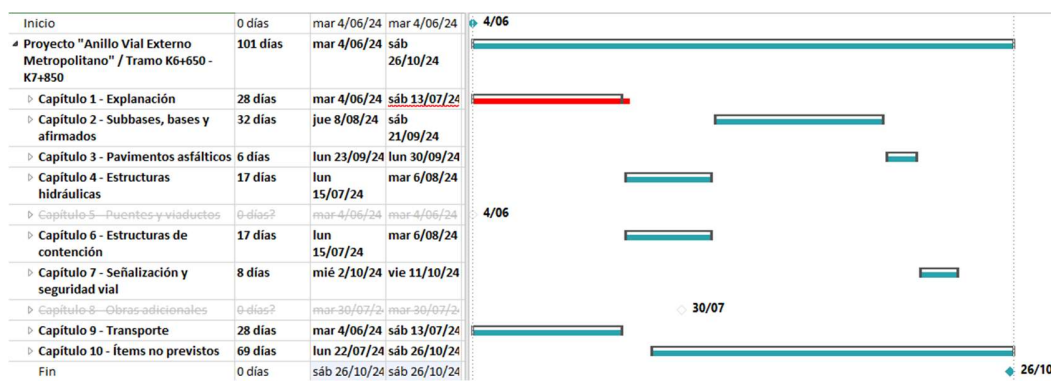
*Nota: Niño 2020.*

- Definir el alcance del proyecto: entregar una vía de doble calzada de 28km de longitud entre los municipios de Piedecuesta y Girón, completamente funcional, con un peaje y todas las obras de drenaje y señalización concernientes
- Dividir el proyecto en tareas más pequeñas y concisas (actividades) estimando los recursos necesarios para ejecutarlas (materiales, mano de obra, equipos) y la duración de cada una de ellas desde su fecha de inicio hasta su fecha de cierre.
- Identificar el orden en que se ejecutarán las actividades y la dependencia entre ellas.

Previo a la elaboración del cronograma fue necesario realizar varios tipos de análisis para evaluar la factibilidad del proyecto, entre estos se destacan estudios de mercado (viabilidad económica), estudios técnicos (topografía, geología, hidrología, sismología del terreno), estudios ambientales (identificar y mitigar el impacto ambiental del proyecto) y estudios de diseño (diseño geométrico, diseño estructural del pavimento, diseño de drenajes, entre otros), de los cuales se concluye una serie de actividades que conforman el cronograma inicial, que se confirman, sustituyen o se ajustan antes o durante la ejecución de cada actividad. Por políticas de privacidad de la empresa, no se pudo presentar el cronograma de obra, sin embargo, se pudo esquematizar el cronograma inicial de uno de los tramos que se intervino durante la ejecución de la práctica (cambión debido a la detención de la obra en septiembre).

**Figura 5**

*Cronograma tramo K6+650 – K7+850.*



Esta explicación surgió luego del primer recorrido con la Ing. Katerine a lo largo del trazado del proyecto, donde comentaba que, por ejemplo, al cronograma se añadieron las actividades no previstas “Mejoramiento de subrasante con crudo de río” y “Mejoramiento de subrasante con piedra bolo”, ya que el hallazgo de nivel freático no proyectado durante la excavación sobre el K9+700 en la vereda Chocoita obligó a realizar un relleno y mejoramiento de la subrasante.

**Figura 6**

*Adición ítems no previstos, entre ellos “Mejoramiento de subrasante con crudo de río” y “Mejoramiento de subrasante con piedra bolo”.*

CAPITULO X - ITEM NO PREVISTOS		
NPA-1	Tala de árbol clase 1, h = 1 a 5 metros (Incluye retiro y disposición final)	Und
NPA-2	Tala de árbol clase 2, h = 5,1 a 10 metros (Incluye retiro y disposición final)	Und
NPA-3	Tala de árbol clase 3, h = 10,1 a 20 metros (Incluye retiro y disposición final)	Und
NPA-4	Tala de árbol clase 4, h =20 o más metros (Incluye retiro y disposición final)	Und
NP-1	MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON CRUDO DE RIO (Incluye material y transporte)	m3
NP 2	MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON PIEDA BOLO (No incluye el transporte)	m3

*Nota: Documento “Presupuestos 2024”, propiedad de Prevesa S.A.S*

Una vez determinadas estas actividades a realizar y el proceso constructivo a emplear, se estiman duraciones para cada una diagramando el cronograma de obra en un software como Microsoft Project©, identificando la ruta crítica y la holgura de cada actividad para referenciar el tiempo adicional del que se dispone y evitar retrasos en la entrega del proyecto. Debido a reservas por parte de la entidad no fue permitido tomar el cronograma de obra, sin embargo, se adjunta la lista de actividades dispuesta en él sin su duración ni fechas límite establecidas.

**Figura 7**

*Actividades cronograma Anillo Vial Externo Metropolitano (Parte 1)*

ITEM	NORMA ESPECIFICACION TECNICA	DESCRIPCION ITEM	UNID
<b>CONSTRUCCION DEL ANILLO VIAL EXTERNO METROPOLITANO EN EL DEPARTAMENTO DE SANTANDER</b>			
<b>CAPITULO I - EXPLANACIÓN</b>			
201,2	201,2	Desmante y limpieza en zonas no boscosas	Ha
201,7	201,7	Demolición de estructuras	m3
101.1.1	210,1	Excavación sin clasificar de la explanación y canales	m3
211,1	211,1	Remoción de derrumbes	m3
220,1	201,1	Terraplenes	m3
<b>CAPITULO II - SUB BASES, BASES Y AFIRMADOS</b>			
301,1	310,1	Conformación de la calzada existente	m2
311,1	311,1	Afirmado	m3
302,1	320,1	Sub-base granular Clase A	m3
330,1	330,1	Base granular Clase A	m3
<b>CAPITULO III - PAVIMENTOS ASFALTICOS</b>			
420,1	420,2	Riego de imprimación con emulsión asfáltica cri-1	m2
450,2	450,2	Mezcla densa en caliente tipo mdc-19	m3
460,1	460,1	Fresado de pavimento asfáltico en espesos de 10 cm	m2
<b>CAPITULO IV - ESTRUCTURAS HIDRAULICA</b>			
600,1	610,1	Excavaciones varias sin Clasificar	m3
610,2	610,2	Rellenos para Estructuras con Recebo	m3
630,4	630,4	Concretos Resistencia 21MPa (D)	m3
630,6	630,5	Concretos de Resistencia 14MPa (F)	m3
630,7	630,6	Concretos de Resistencia 14MPa (G) (Ciclópeo)	m3
640,1	630,7	Acero de Refuerzo Fy 4200 Mpa	KG
661,1	661,1	Tubería de Concreto Reforzado 21 Mpa de 900 mm de diámetro interior	m
661,2	661,2	Tubería de Concreto Reforzado 21 Mpa de 1200 mm de diámetro interior	m
661,3	661,3	Tubería de Concreto Reforzado 21 Mpa de 1500 mm de diámetro interior	m
661,4	661,4	Tubería de Concreto Reforzado 21 Mpa de 2000 mm de diámetro interior	m
673.1.1	673.1.1	Geotextil Tipo NT-2500 o similar no tejido	m2
673.1.2	673.1.2	Geotextil Tipo T-2400 o similar Tejido	m2
	673,2	Material granular Drenante interior	m3
674,3	673,3	Tubería perforada para cunetas filtrantes (6" de diámetro)	m
<b>CAPITULO V - PUENTES Y VIADUCTOS</b>			
	610,1	Excavaciones varias sin Clasificar	m3
621,1	621,1	Pilote de Concreto Vaciado in situ, de diámetro de 1,5 m	m
621,4	621,2	Pilote de Concreto vaciado in situ, de diámetro 1,8 m	m
630,6	630,5	Concreto Resistencia 14MPa (F)	m3
630,1	630,1	Concreto Resistencia 35MPa (A)	m3
630,3	630,3	Concreto Resistencia 28MPa ©	m3
	621,3	Columna en Concreto in situ, de diámetro 1,5 m	m
	621,4	Columna en Concreto in situ, de diámetro 1,8 m	m
630,3	630,3	Concreto Resistencia 28MPa©	m3
640,1	630,7	Acero de Refuerzo Fy 4200 Mpa	Kg
641,2	640,2	Acero de presfuerzo	Kg
642.1.1	642.1.1	Apoyo Elastomérico	Und
642.1.2	642.1.2	Apoyo Elastomérico / slide flon	Und
674,3	673,3	Tubería perforada para cunetas filtrantes (6" de diámetro)	Und
642,6	642,6	Juntas transversales	m

**Figura 8**

*Actividades cronograma Anillo Vial Externo Metropolitano (Parte 2)*

<b>CAPITULO VI - ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN</b>			
	610,2	Rellenos para Estructuras con Recebo	m3
630,4	630,4	Concretos Resistencias 21 Mpa (D)	m3
640,1	630,7	Acero de Refuerzo Fy 4200 Mpa	kg
673.1.1	673.1.1	Geotextil tipo NT-2500 o Similar no tejido	m2
673.1.2	673.1.2	Geotextil Tipo T-2400 o Similar Tejido	m2
673,2	673,2	Material granular Drenante interior	m3
674,3	673,3	Tubería perforada para cunetas filtrantes (6" de diámetro)	m
623,1	623,1	Anclaje tipo activo con cuatros cables o torones 1/2"	m
<b>CAPITULO VII SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD VIAL</b>			
	700,1	Línea demarcación con Pinturas en Frio	m
700.1.1	700.1.1	Suministro e Instalación de tachas reflectivas bidireccionales	Und
700,3	700,3	Marca vial con pintura en Frio	m2
710.1	710.1	Señal Vertical de tránsito tipo 1 con lamina Retroreflectiva tipo III (75x75)cm	Und
710.2	710.2	Señal vertical de tránsito tipo 2 con lamina retroreflectiva tipo III (1,20x0,4)m	Und
	710,3	Señal vertical de tránsito tipo 3 con lamina retroreflectiva tipo (0,76x0,5)m DCH	Und
	720,1	Poste de referencia	Und
	730,1	Defensa metálica	m
	740,1	Captafaros	Und
<b>CAPITULO VIII - OBRAS ADICIONALES</b>			
	800,2	Cerca de Alambre de púas con postes de concreto	m
	810,2	Protección de taludes con tierra orgánica	m2
<b>CAPITULO IX - TRANSPORTE</b>			
	900,2	Transporte de materiales provenientes de la excavación de la explanación, canales y prestamos para distancias mayores de mil metros (1,000m) medidos a partir de cien metros (100m)	m3/k m
	900,3	Transporte de materiales Provenientes de derrumbes, medidos a partir de Cien metros (100 m)	m3/k m
<b>CAPITULO X - ITEM NO PREVISTOS</b>			
	NPA-1	Tala de árbol clase 1, h = 1 a 5 metros (Incluye retiro y disposición final)	Und
	NPA-2	Tala de árbol clase 2, h = 5,1 a 10 metros (Incluye retiro y disposición final)	Und
	NPA-3	Tala de árbol clase 3, h = 10,1 a 20 metros (Incluye retiro y disposición final)	Und
	NPA-4	Tala de árbol clase 4, h = 20 o más metros (Incluye retiro y disposición final)	Und
	NP-1	MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON CRUDO DE RIO (Incluye material y transporte)	m3
	NP 2	MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON PIEDA BOLO (No incluye el transporte)	m3
	NP 3	Concreto resistencia 28 Mpa para cunetas	ml
	NP 4	Acero de refuerzo malla electrosoldada de 7.5 mm (0,15x0,15)	Kg
	NP 5	Concreto resistencia 28 MPa para Box Culvert	m3
	NP 6	Juntas de construcción para Box culvert	m
	NP 7	Juntas de dilatación para Box Culvert	m
	NP 8	Remoción de cercas existentes con postes y alambre	m
	NP 9	Riego de liga con emulsión asfáltica CRR-60 incluye transporte	m2
	NP 10	Relleno manual para estructuras con material de afirmado	m3
	NP 11	Relleno para cunetas con subbase granular	m3
	NP 12	Suministro e instalación de tubería novafort 12" para pases de tuberías (Incluye atraque)	m
	NP 13	Excavación manual en roca	m3

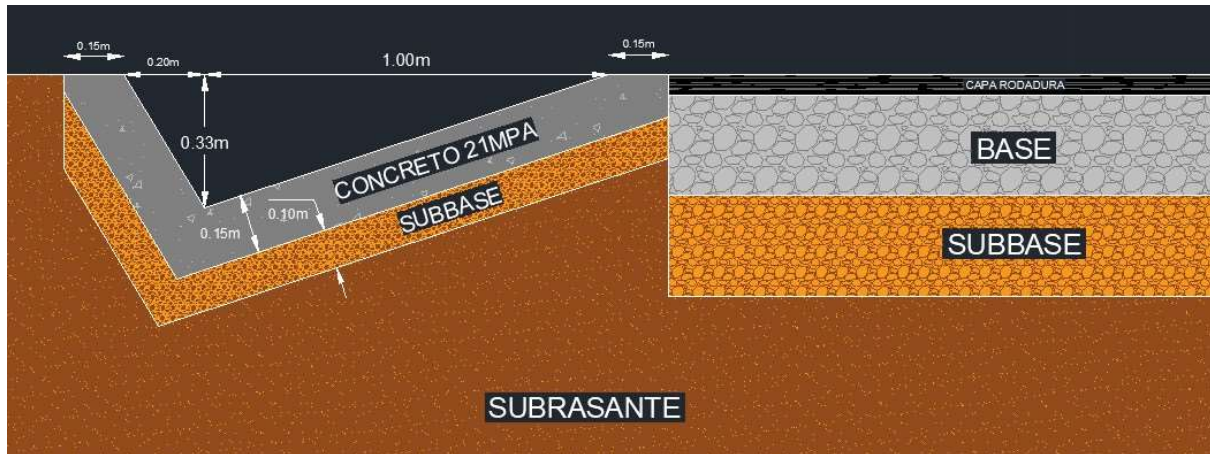
### 4.3 Cálculo de cantidades de obra y APU

Una vez definido el cronograma prosigue asignar unidades de medida que permitan identificar y cuantificar el progreso de cada actividad. Estas unidades dependen de la naturaleza propia de la actividad y de cómo se va a ejecutar, por ejemplo, para la actividad “Tubería de concreto reforzado de 21MPa” al ser la tubería prefabricada y de un diámetro determinado, no es necesario conocer el volumen de concreto necesario para la construcción de una extensión de tubería determinada, simplemente se requiere cuantificar los metros [m] de tubería por construir. Análisis del mismo tipo se realizan para actividad, dependiendo de sus características particulares. Para una mejor visualización y maniobrabilidad en algunos casos, es posible requerir asistencia de softwares como AutoCAD CIVIL 3D© y REVIT©, los cuales permiten totalizar y tabular las cantidades de cada material según corresponda.

Aunque las prácticas empresariales iniciaron durante la etapa de ejecución del proyecto, el surgimiento de algunos imprevistos facilitó la participación del practicante en el ejercicio del cálculo de cantidades de obra; imprevistos como el hallazgo de un nivel freático no proyectado y la adición de dos segmentos de cunetas de 150m, llevaron al practicante a calcular movimientos de tierras, cantidades de subbase y concreto de 28MPa a aplicar en la construcción de las cunetas y cantidades de piedra bolo y crudo de río necesarias para realizar el mejoramiento de la subrasante en un espacio de  $4\text{m} \times 7.2\text{m} \times 1\text{m}$  (longitud\*amplitud\*profundidad). En las figuras 7, 8, 9 y 10 se representa el procedimiento empleado para el cálculo de cantidades de la cuneta con ayuda del software AutoCAD©.

**Figura 9**

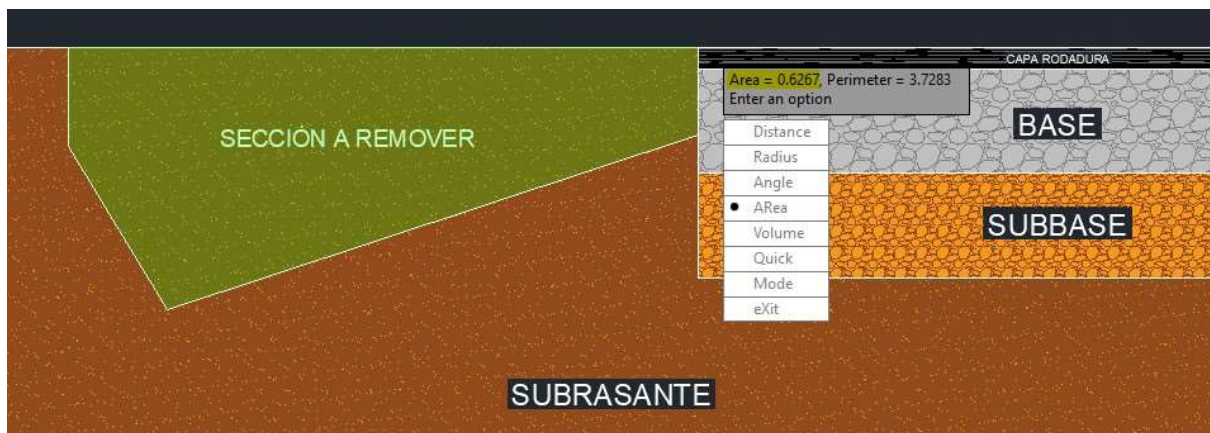
*Esquema sección transversal cuneta a construir.*



Las cunetas se construyeron con amplitudes de 1m y 20cm por 33cm de profundidad, con espesores de capa del concreto y la subbase de 15cm y 10cm respectivamente.

**Figura 10**

*Sección transversal porción de subrasante a remover.*

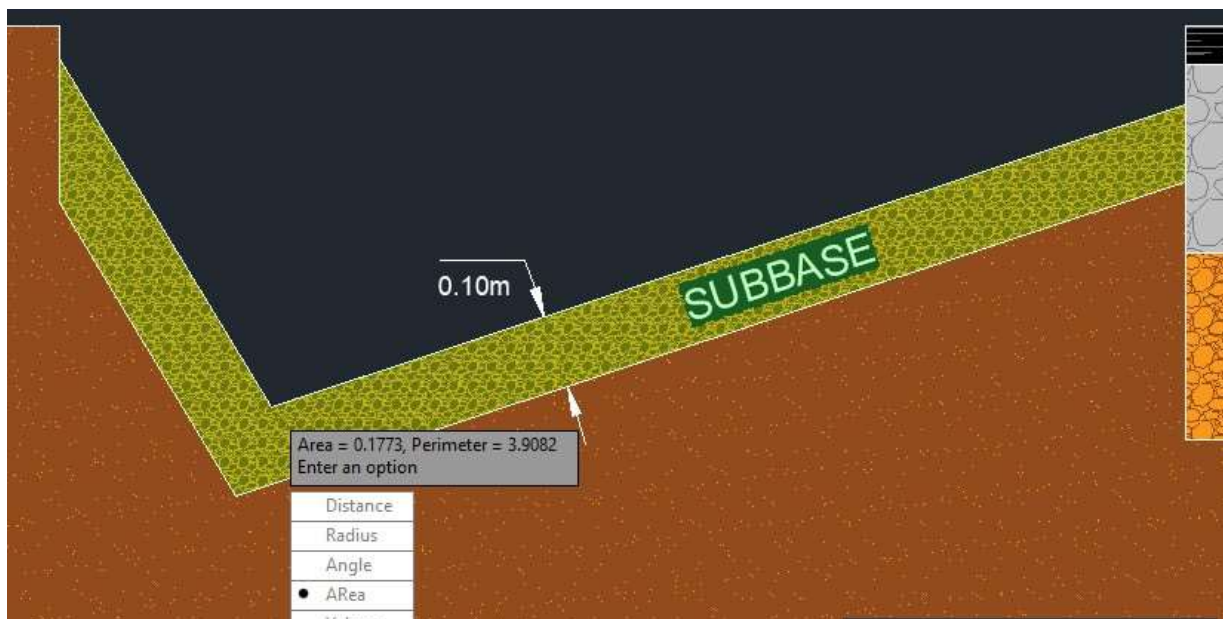


Con ayuda de AutoCAD se calcula el área de la sección transversal de terreno a remover. Multiplicando esta área por la longitud de 300m de las cunetas (dos cunetas de 150m), se obtiene un valor de  $188\text{m}^3$ , el cual se añade al ítem 101.1.1 del Capítulo I "Excavación sin clasificar de la explanación y canales".

Posterior a esto se calculó la cantidad de subbase a aplicar entre el concreto y la superficie de subrasante usando el mismo comando del software AutoCAD.

### Figura 11

*Sección transversal capa de material de subbase aplicado en cunetas.*



Teniendo un área de  $0.1773\text{m}^2$  se multiplica por la longitud de las cunetas, obteniendo un total de  $53.19\text{m}^3$ , el cual se aproxima a  $53.2\text{m}^3$ . Esta cantidad se registra en el ítem NP 11 "Relleno para cunetas con subbase granular".

Finalmente se calcula la cantidad de concreto a aplicar en estas cunetas con una metodología diferente, ya que se instalarán cunetas prefabricadas de 1m de longitud, 1m de ancho

y 33cm de profundidad, por lo que se tiene únicamente en cuenta la extensión total de la cuneta, siendo de 300 metros lineales. Este valor se tabula en el ítem NP 3 “Concreto resistencia 28MPa para cunetas”.

En la figura 11 se muestra la adición de estas cantidades en los registros del proyecto. Estos no previstos surgieron durante el mes de agosto.

### Figura 12

#### *Adición de no previstos a la lista de actividades*

ITEM	NORMA ESPECIFICACION TECNICA	DESCRIPCION ITEM	UNID	CONDICIONES ACTUALIZADAS (ACTA DE MODIF DE CANTIDADES Y DE PRECIOS NO PREVISTOS. N° 02)		MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE
				CANT	PRECIO UNITARIO	CANT	CANT	CANT	CANT	CANT
CONSTRUCCION DEL ANILLO VIAL EXTERNO METROPOLITANO EN EL DEPARTAMENTO DE SANTANDER										
CAPITULO I - EXPLANACIÓN										
101.1.1	210.1	Excavación sin clasificar de la explanación y canales	m3	1.025.945,11	\$ 9.857	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.800,00	1.800,00
CAPITULO X - ITEM NO PREVISTOS										
	NP 3	Concreto resistencia 28 Mpa para cunetas	m3	956,00	\$ 240.751	32,50	32,50	32,50	108,00	108,00
	NP 11	Relleno para cunetas con subbase granular	m3	1.617,00	\$ 193.003	55,00	55,00	55,00	108,50	108,50

Se adjuntan también los respectivos APU. Nótese que el valor total del APU coincide con el total expuesto en la columna Precio Unitario de la figura 11.

AUXILIAR DE INGENIERÍA PARA GESTIÓN DE PROYECTOS APLICADA EN EL  
ANILLO VIAL EXTERNO METROPOLITANO

40

**Figura 13**

*APU ítem NP 3 “Concreto resistencia 28MPa para cunetas”.*

DATOS ESPECÍFICOS						
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	GRUPO DE AJUSTE	UNIDAD	CANTIDAD		
NP 3	Concreto de resistencia 28MPa para cunetas	11601	ml			
<b>I. EQUIPO</b>						
DESCRIPCIÓN		TIPO	TARIFA/HORA	RENDIMIENTO	Vr. UNITARIO	
Compactador manual vibratorio (rana) con motor de 6 hp			\$ 8.294,83	0,6	\$ 4.768,79	
HERRAMIENTA MENOR (%)				5%	\$ 1.726,67	
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 6.495,46	
<b>II. MATERIALES</b>						
DESCRIPCIÓN		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	Vr. UNITARIO	
Concreto resistencia 28 Mpa		m3	0,20	\$ 437.356,63	\$ 85.284,54	
Formaleta para cuneta y/o bordillo de concreto		m2	0,150	\$ 11.668,47	\$ 1.750,27	
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 87.034,81	
<b>III. TRANSPORTES</b>						
MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD (1)	DISTANCIA (2)	CANTIDAD * DISTANCIA (1) * (2)	TARIFA	Vr. UNITARIO
Transporte de agregados	m3-km	0,273	110	30,03	\$ 1.674,00	\$ 50.270,22
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 50.270,22	
<b>IV. MANO DE OBRA</b>						
DESCRIPCIÓN		JORNAL	PRESTACIONES	JORNAL TOTAL	RENDIMIENTO	Vr. UNITARIO
Obrero (4)		\$ 166.666,65	185%	\$ 308.333,30	15,000	\$ 20.555,55
Oficial		\$ 113.333,34	185%	\$ 209.666,68	15,000	\$ 13.977,78
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 34.533,33	
				<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>	\$ 178.333,82	
<b>V. COSTOS INDIRECTOS</b>						
DESCRIPCIÓN		Porcentaje	Valor Total			
ADMINISTRACIÓN		29%	\$ 51.716,81			
IMPREVISTOS		1%	\$ 1.783,34			
UTILIDAD		5%	\$ 8.916,69			
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 62.416,84	
				<b>Precio Unitario Total Aproximado al peso</b>	\$ 240.750,66	

**Figura 14**

*APU ítem 101.1.1 “Excavación sin clasificar de la explanación y canales”.*

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	GRUPO DE AJUSTE	UNIDAD	CANTIDAD		
101.1.1	Excavación sin clasificar de la explanación y canales	11601	m3			
<b>I. EQUIPO</b>						
DESCRIPCIÓN		TIPO	TARIFA/HORA	RENDIMIENTO	Vr. UNITARIO	
Pala cargadora sobre neumáticos de 120 kW/1,9 m³			\$ 125.000,00	0,1	\$ 6.250,00	
HERRAMIENTA MENOR (%)				2%	\$ 20,62	
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 6.270,62	
<b>IV. MANO DE OBRA</b>						
DESCRIPCIÓN		JORNAL	PRESTACIONES	JORNAL TOTAL	RENDIMIENTO	Vr. UNITARIO
Operario cargador frontal		\$ 170.000,00	185%	\$ 314.500,00	305,000	\$ 1.031,15
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 1.031,15	
				<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>	\$ 7.301,77	
<b>V. COSTOS INDIRECTOS</b>						
DESCRIPCIÓN		Porcentaje	Valor Total			
ADMINISTRACIÓN		29%	\$ 2.117,51			
IMPREVISTOS		1%	\$ 73,02			
UTILIDAD		5%	\$ 365,09			
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 2.555,62	
				<b>Precio Unitario Total Aproximado al peso</b>	\$ 9.857,39	

**Figura 15**

*APU ítem NP 11 “Relleno para cunetas con subbase granular”.*

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	GRUPO DE AJUSTE	UNIDAD	CANTIDAD			
NP-11	Relleno para cunetas con subbase granular	11601	M3				
<b>I. EQUIPO</b>							
	DESCRIPCIÓN	TIPO	TARIFA/HORA	PRODUCTIVIDAD	Vr. UNITARIO		
	Carrotanque de agua (1000 galones)		\$ 80.741,60	25,00	\$ 3.229,66		
	Motoniveladora potencia 215HP, ancho de cuchilla 4.27m, peso 18ton		\$ 193.779,85	25,00	\$ 7.751,19		
	Vibrocompactador, potencia 153HP, peso 10ton		\$ 63.247,59	25,00	\$ 2.529,90		
	HERRAMIENTA MENOR (%)						
	SUBTOTAL				\$ 10.281,10		
<b>II. MATERIALES</b>							
	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	Vr. UNITARIO		
	Material seleccionado para relleno		1,35	\$ 62.402,00	\$ 84.242,70		
	Formaleta para cuneta y/o bordillo de concreto		24,000	\$ 97,19	\$ 2.332,56		
	SUBTOTAL				\$ 86.575,26		
<b>III. TRANSPORTES</b>							
	MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD (1)	DISTANCIA (2)	CANTIDAD * DISTANCIA (1) * (2)	TARIFA	Vr. UNITARIO
	Transporte de agregados	m3-km	1,35	30	40,5	\$ 1.054,46	\$ 42.705,63
	SUBTOTAL						\$ 42.705,63
<b>IV. MANO DE OBRA</b>							
	DESCRIPCIÓN	JORNAL	PRESTACIONES	JORNAL TOTAL	RENDIMIENTO	Vr. UNITARIO	
	Obrero		185%	\$ 104.833,33	960,000	\$ 109,20	
	Oficial		185%	\$ 61.666,67	960,000	\$ 64,24	
	SUBTOTAL					\$ 173,44	
	TOTAL COSTO DIRECTO					\$ 139.735,43	
<b>V. COSTOS INDIRECTOS</b>							
	DESCRIPCIÓN	Porcentaje	Valor Total				
	ADMINISTRACIÓN	29%	\$ 40.523,27				
	IMPREVISTOS	1%	\$ 1.397,35				
	UTILIDAD	5%	\$ 6.986,77				
	SUBTOTAL					\$ 48.907,40	
	Precio Unitario Total Aproximado al peso					\$ 188.642,82	

#### 4.4 Seguimiento al cronograma del proyecto

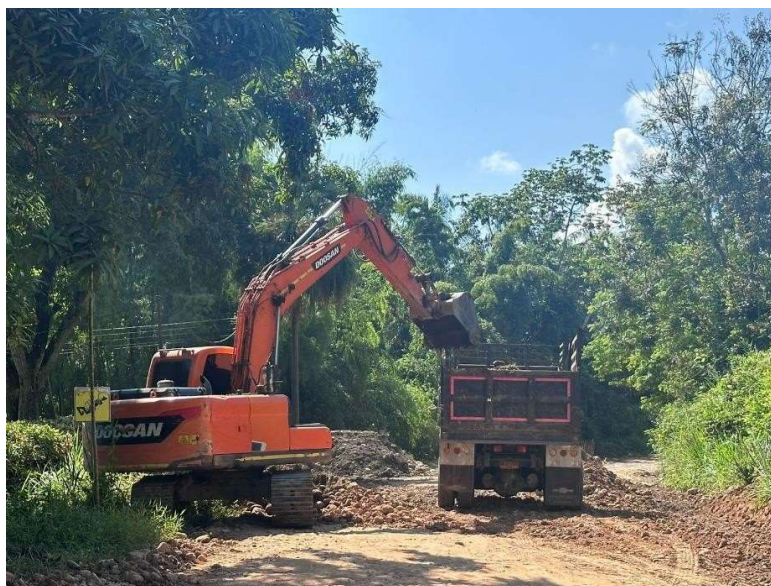
El seguimiento al avance del proyecto se hacía por medio de informes dados por la ingeniera residente y visitas a la obra hechas por el director de la obra y otros agentes interesados, de donde se extraía información acerca del estado del proyecto y se comparaba con lo proyectado.

Esta información se compartía y analizaba en reuniones periódicas bisemanales entre el director, la ingeniera residente, el ingeniero Edinson Useda quien es el director del área de Calidad y ocasionalmente se sumaba la participación de representantes de la interventoría, especialistas en geología y otras disciplinas, voceros de los trabajadores, entre otros agentes. Con frecuencia permitían que el practicante hiciese presencia en estas reuniones y en ocasiones se le solicitaba llevar registro de lo discutido en las actas de reunión, donde se establecían los participantes, el orden del día y lo debatido respecto a estos temas incluyendo las conclusiones y decisiones tomadas.

De las visitas a la obra se pudo extraer algo de material fotográfico donde se evidencia la ejecución de ciertas actividades, como construcción de box culverts, aplicación de capa asfáltica o remoción de material. Se muestran algunas imágenes en las siguientes figuras.

**Figura 16**

*Remoción de material.*



**Figura 17**

*Extendido de subbase.*



**Figura 18**

*Preparación del terreno para redes de drenaje.*



**Figura 19**

*Construcción de box culvert.*



**Figura 20**

*Construcción caja de inspección sanitaria.*



**Figura 21**

*Riego de imprimación.*



**Figura 22**

*Aplicación capa asfáltica.*



#### 4.5 Control del presupuesto

Se participó en la recopilación y organización de información relacionada con los costos del proyecto, revisando y clasificando facturas, recibos y otros documentos de respaldo en bases de datos, así como actualizando hojas de cálculo donde se detallaba el registro de estos gastos. De forma general, se recopilaban y totalizaban los costos correspondientes a cada ítem por cada mes y se comparaba con las estimaciones presupuestarias iniciales identificando posibles desviaciones y sus causas. Estos análisis se incluían en los informes mensuales que se presentaban sobre el estado financiero del proyecto.

**Figura 23**

*Seguimiento mensual al presupuesto por ítem.*

DESCRIPCION ITEM	AGOSTO		SEPTIEMBRE		ACUMULADO CONTRACTUAL	ACUMULADO COSTE REAL
	VALOR PARCIAL	COSTE REAL	VALOR PARCIAL	COSTE REAL		
<b>CAPITULO I - EXPLANACIÓN</b>	\$ 18.496.173	\$ 21.979.088	\$ 59.213.925	\$ 36.754.287	\$ 312.033.402	\$ 204.676.834
Desmonte y limpieza en zonas no boscosas	\$ 265.098	\$ 4.401	\$ 265.098	\$ 4.401	\$ 7.624.204	\$ 126.579
Demolición de estructuras	\$ 488.475	\$ 6.974	\$ 488.475	\$ 6.974	\$ 41.930.694	\$ 598.671
Excavación sin clasificar de la explanación y canales	\$ 17.742.600	\$ 21.967.712	\$ 17.742.600	\$ 21.967.712	\$ 124.198.200	\$ 153.773.987
Remoción de derrumbes	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Terraplenes	\$ -	\$ -	\$ 40.717.752	\$ 14.775.199	\$ 138.280.304	\$ 50.177.597
<b>CAPITULO II - SUB BASES, BASES Y AFIRMADOS</b>	<b>\$ 1.179.043.750</b>	<b>\$ 836.351.875</b>	<b>\$ 1.196.401.008</b>	<b>\$ 837.216.925</b>	<b>\$ 12.637.422.195</b>	<b>\$ 9.020.594.445</b>
<b>CAPITULO III - PAVIMENTOS ASFALTICOS</b>	<b>\$ 393.610.687</b>	<b>\$ 241.742.778</b>	<b>\$ 393.610.687</b>	<b>\$ 241.742.778</b>	<b>\$ 3.346.895.573</b>	<b>\$ 1.999.755.779</b>
<b>CAPITULO IV - ESTRUCTURAS HIDRAULICA</b>	<b>\$ 174.701.623</b>	<b>\$ 85.744.427</b>	<b>\$ 174.701.623</b>	<b>\$ 85.744.427</b>	<b>\$ 1.677.276.828</b>	<b>\$ 837.097.092</b>
<b>CAPITULO V - PUENTES Y VIADUCTOS</b>	<b>\$ -</b>	<b>\$ -</b>	<b>\$ -</b>	<b>\$ -</b>	<b>\$ -</b>	<b>\$ -</b>
<b>CAPITULO VI - ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN</b>	<b>\$ -</b>	<b>\$ -</b>	<b>\$ -</b>	<b>\$ -</b>	<b>\$ -</b>	<b>\$ -</b>
<b>CAPITULO VII SENALIZACIÓN Y SEGURIDAD VIAL</b>	<b>\$ -</b>	<b>\$ -</b>	<b>\$ -</b>	<b>\$ -</b>	<b>\$ -</b>	<b>\$ -</b>
<b>CAPITULO VIII - OBRAS ADICIONALES</b>	<b>\$ 4.387.500</b>	<b>\$ 4.664.000</b>	<b>\$ 4.387.500</b>	<b>\$ 4.664.000</b>	<b>\$ 91.768.500</b>	<b>\$ 71.624.740</b>
<b>CAPITULO IX - TRANSPORTE</b>	<b>\$ 28.753.200</b>	<b>\$ 21.034.520</b>	<b>\$ 28.753.200</b>	<b>\$ 21.034.520</b>	<b>\$ 4.251.105.200</b>	<b>\$ 3.109.913.275</b>
<b>CAPITULO X - ITEM NO PREVISTOS</b>	<b>\$ 403.942.647</b>	<b>\$ 214.352.940</b>	<b>\$ 403.942.647</b>	<b>\$ 214.352.940</b>	<b>\$ 8.520.268.570</b>	<b>\$ 2.801.070.551</b>

En la figura 22 se observa cómo se totalizaban los costos mensuales tanto contractuales (los proyectados) como reales, en este caso desde enero hasta septiembre de 2024 (no se incluye en la figura los meses de enero a julio, pero se totalizan en los acumulados), que permitía observar la gestión económica del proyecto y analizar esas variaciones entre los acumulados.

En las reuniones de avance periódicas, el presupuesto era uno de los aspectos más importantes que se trataba y a los que más se les dedicaba tiempo analizando las cifras trabajadas en el mes, identificando posibles sobrecostos y trazando planes de mejora. De esas reuniones se asignaban algunas responsabilidades, como estar pendiente de los pagos a los subcontratistas, verificando que se hicieran completos y en los plazos establecidos o colaborando en la actualización de los flujos de caja mensuales, ya que se estaban teniendo problemas de liquidez.

Como consecuencia de estas tareas se evidenció una mejora significativa en el manejo de herramientas digitales como Microsoft Excel®, superando temores escénicos al hablar frente a profesionales exponiendo informes sobre las tareas asignadas. Gracias a estas experiencias se pudo apreciar de primera mano el peso que tiene el control presupuestal dentro de un proyecto.

Algunas situaciones particulares que ocurrieron concernientes a este rubro, generando incluso ajustes en el cronograma, se dieron por circunstancias como: días adicionales de trabajo, incremento en el costo de los materiales, incremento en el costo de transporte, cambio de proveedores o variaciones en la cantidad de materiales requeridos. Por ejemplo, en la abscisa K12+340 donde se construyó un box culvert, de 2x2x6m, se debió demoler casi la totalidad del elemento, ya que el concreto se endureció antes del tiempo estimado, lo que impidió terminar la aplicación de este, requiriendo la presencia de personal de la concretera para proceder con la demolición del box, hecho que generó retrasos y obligó a agregar un día más de trabajo en la ejecución de esta actividad.

#### 4.6 Monitoreo del cumplimiento de normativas

Respecto al cumplimiento de normativas se hizo participación en el control de calidad de los materiales empleados en las capas de pavimento, ejecutando ensayos de campo y laboratorio correspondientes en compañía del laboratorista Sergio Rojas, tales como densidades de campo, CBR, ensayos de compresión en concreto o estabilidad, flujo y densidad de mezclas en caliente.

#### Figura 24

*Densidad de campo en subbase (INV E 161 – 2013)*



**Figura 25**

*Medición de la expansión del CBR en inmersión (INV E 148 – 13)*



**Figura 26**

*Briquetas de MDC-19 (Mezcla densa en caliente) para ensayo de flujo, estabilidad y densidad*



Estos ensayos se realizaban para garantizar que se cumplieran los estándares establecidos en las normas para las bases y subbases, subrasante y mezcla asfáltica para capa de rodadura, respectivamente.

Se revisó y actualizó documentación del proyecto para asegurar el cumplimiento de las normativas vigentes en temas de seguridad y medio ambiente, por ejemplo, colaborando con la elaboración de listas de verificación del cumplimiento de normas de seguridad en el trabajo, acompañando a la persona encargada en las visitas a la obra para comprobar el cumplimiento de estas; mientras que, en materia ambiental, se elaboró un informe sobre el cumplimiento de las normativas respecto al movimiento de tierras, proponiendo medidas para minimizar el impacto ambiental, tales como reutilizar el material excavado en la construcción de terraplenes o rellenos, evitar la disposición de material sobrante en cuerpos de agua o zonas no autorizadas o regar frecuentemente las áreas de trabajo para reducir la generación de polvo y evitar la dispersión de partículas en el aire.

#### **4.7 Gestión documental**

Como se mencionó a lo largo del informe, el practicante estuvo involucrado con la gestión y organización de documentos del proyecto, tales como planos, especificaciones técnicas, contratos, permisos o informes de avance, implementando sistemas de archivo que facilitaran la búsqueda y recuperación de documentos, por ejemplo, clasificando los planos por código, lo que agilizaba su localización. Además de digitalizar muchos archivos que se encontraban solo en formato físico, clasificándolos de igual manera de acuerdo con su naturaleza.

El practicante se encargó también de la elaboración, control y correcta distribución de archivos generados durante el proyecto como actas de reunión o informes de inspección, tomando un rol activo en el área de comunicaciones, enviando y recibiendo información indicada con los

destinatarios correspondientes. La buena gestión en esta área facilitó la comunicación entre diversas partes, evitando retrasos por informaciones omitidas o erradas.

## **5. Resultados**

Se logró observar y entender el proceso de toma de decisiones previo a la definición y organización las actividades que se incluyen en el cronograma de obra inicial, basándose en las necesidades que debe satisfacer el proyecto, estudios previos realizados sobre el terreno, experiencia de los profesionales involucrados en proyectos similares y los límites presupuestales y de tiempo estipulados para su terminación.

Por medio de la asistencia a las reuniones donde se discutía el progreso y los desafíos que se aproximaban en el futuro cercano, la lectura de los informes que realizaban el ingeniero auxiliar y la ingeniera residente y las visitas ocasionales a la obra en sus diferentes puntos en construcción se afianzaron los conocimientos y habilidades respecto al seguimiento y control del cronograma y presupuesto de un proyecto de infraestructura.

Respecto a la participación en el cálculo de cantidades de obra y análisis de precio unitario se cumplió este objetivo al estimar la cantidad de material que debía invertirse en la construcción de las cunetas mencionadas. desglosando la cantidad de tierra a remover, el concreto a verter y el material de subbase necesario para aplicar en el terreno. Se contribuyó de igual forma al cumplimiento de este objetivo al revisar las cantidades de terreno excavado y de terraplenes instalados a lo largo del trazado.

A través del seguimiento al cronograma se observó la ejecución de las actividades planteadas de acuerdo con los tiempos establecidos por medio de visitas a la obra, apreciando las diferentes etapas en la construcción de una vía como desmontes, demolición de construcciones existentes, remoción de derrumbes, excavación, mejoramiento de subrasantes, aplicación de

subbase, base y capa asfáltica, instalación de redes de drenaje e instalación de estructuras de contención.

En general, la participación en estas actividades permitió adquirir experiencia valiosa respecto a la gestión de proyectos de infraestructura vial, y contribuir al control de los costos y plazos del proyecto, desarrollando habilidades en el uso de herramientas de software para la gestión de proyectos mejorando la capacidad para trabajar en equipo y comunicarse de manera efectiva con los profesionales del proyecto. Participar en este proyecto fue una experiencia muy valiosa para un aspirante a ingeniero civil, permitiéndole crecer personal y profesionalmente de manera exponencial.

## **6. Conclusiones**

Con las prácticas empresariales, se cumplieron satisfactoriamente los objetivos planteados, demostrando una participación significativa en áreas clave de la gestión de proyectos. La experiencia adquirida permitió contextualizar y aplicar conocimientos teóricos en entornos prácticos, consolidando la comprensión de la dinámica ingenieril y los grandes desafíos diarios del sector de la construcción.

Puntualmente, se mejoraron habilidades esenciales en la planificación, seguimiento y control de cronogramas, utilizando herramientas como diagramas de Gantt y software de gestión de proyectos como Microsoft Project. A través del seguimiento periódico del avance de las actividades, se identificaron variaciones en duración y costo, proponiéndose medidas correctivas para mantener el proyecto dentro de los límites establecidos. Asimismo, se adquirió experiencia práctica en el cálculo de cantidades de obra y análisis de precios unitarios, comprendiendo la importancia del control presupuestal en proyectos de infraestructura vial.

Además, la participación activa en la gestión documental y el control de normativas fortaleció el control respecto al cumplimiento legal y la calidad del proyecto. Se afianzaron los conocimientos sobre regulaciones y normativas técnicas desarrollando habilidades en la interpretación y aplicación de las mismas. La elaboración de informes de seguimiento y la participación en reuniones con los responsables del proyecto favoreció la integración en temas como control de costos, plazos y calidad de la obra. En síntesis, estas prácticas fueron una experiencia enriquecedora que solidificó conocimientos y potenció habilidades clave para el futuro profesional en el campo de la ingeniería civil y la gestión de proyectos.

## **6. Recomendaciones**

Es práctico para un estudiante de Ingeniería Civil realizar prácticas empresariales en el campo que se quiera especializar, pues por su misma naturaleza es una experiencia laboral y un complemento indispensable para la formación académica. Optar por una práctica empresarial brinda la oportunidad de aplicar conocimientos adquiridos en el aula en contextos reales, de esta manera, pudiendo comprender cara a cara los desafíos y oportunidades del mundo profesional, y validar la importancia de lo aprendido en la teoría.

Tener valor y seguridad al expresarse. Hablar con otros profesionales planteando dudas y proponiendo ideas y puntos de vista permite aprender de manera efectiva ya que al hacerlo se amplía el conocimiento, desarrollando habilidades comunicativas y de liderazgo fundamentales para un futuro profesional. Aparte de esto, interactuando con otros profesionales se expande la red de contactos, lo cual es un factor clave para incrementar las probabilidades de un crecimiento profesional integral.

Como recomendaciones puntuales, es muy pertinente destacar la importancia del control presupuestal. De esta forma se tiene certeza de cuánto y en qué se está invirtiendo de acuerdo con lo proyectado, permitiendo detectar y abordar cualquier anomalía que represente un sobre costo. Es por esa razón que el cálculo de cantidades debe ser muy preciso, ya que cualquier excedente representa un gasto innecesario en la compra de materiales y en la disposición final de sobrantes. Este seguimiento es posible gracias a la definición previa de los APU, pues gracias a ellos es posible diagnosticar variaciones en los valores reales respecto a los pronosticados.

La selección y contratación del personal adecuado es un pilar clave y una decisión estratégica para garantizar el éxito de cualquier proyecto. Un equipo competente y motivado aporta

las habilidades técnicas necesarias para ejecutar las tareas, influyendo directamente en la calidad, eficiencia y cumplimiento de los plazos establecidos. Contar con profesionales preparados, alineados con los objetivos del proyecto y capaces de trabajar en equipo es esencial para superar los desafíos y alcanzar los resultados esperados, valorando a cada uno de ellos, incentivándolos a que se mantenga una comunicación asertiva y continua, tanto vertical como horizontalmente.

El respeto a las autoridades y las cadenas de mando es esencial para prevenir conflictos y favorecer la cohesión del equipo. Al establecer una estructura organizacional clara, se evitan ambigüedades al dar órdenes y se reduce la posibilidad de disputas por causa de tomas de decisiones, que, de igual forma, si se llegasen a presentar, facilita la resolución de conflictos de manera efectiva, evitando que escalen y afecten la ejecución del proyecto.

### Referencias Bibliográficas

Aguilar, M., & Gobernador De Santander, H. (n.d.). ANILLO VIAL EXTERNO  
METROPOLITANO.

Alonso Timón, A. (2018). Contratación pública. Dykinson. <https://www-digitaliapublishing-com.bibliotecavirtual.uis.edu.co/a/54755>

Armesto, A., Delgadino, F., Reina Alvarelllos, J., Arranz, P., & Bracamonte, R. (2015).  
<i>Precio y costo de las construcciones</i>. Editorial Brujas. <https://www-digitaliapublishing-com.bibliotecavirtual.uis.edu.co/a/39611>

Decreto 1077 de 2015 Sector Vivienda, Ciudad y Territorio. (2015, 26 de mayo). Función  
Pública. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=77216>

Diana Marcela, T. C., Luisa Fernanda, M. I., Janneth, T. A., Sully Fernanda, V. V., Sergio, G.  
R., & Fernando, A. H. (2019). Estudio preliminar sobre el aprovechamiento de escoria de  
fundición de plomo secundario en la obtención de mezclas asfálticas. Ingeniería y  
Desarrollo, 37(2), 256-268. [https://www-proquest-com.bibliotecavirtual.uis.edu.co/scholarly-journals/estudio-preliminar-sobre-el-  
aprovechamiento-de/docview/2287430009/se-2](https://www-proquest-com.bibliotecavirtual.uis.edu.co/scholarly-journals/estudio-preliminar-sobre-el-aprovechamiento-de/docview/2287430009/se-2)

Gasik, S. (2016). National public projects implementation systems: How to Improve public projects delivery from the country level. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 351-357.

Gestión de infraestructura vial y cierre de vías. (2018, 19 de diciembre). Alcaldía de Barranquilla. <https://www.barranquilla.gov.co/transito/oficina-de-gestion-del-transito/gestion-de-infraestructura-vial-y-cierre-de-vias>.

Gestión documental. Función Pública. <https://www1.funcionpublica.gov.co/gestion-documental>

Guerrero, G. A. (2013). Metodología para la gestión de proyectos bajo los lineamientos del Project Management Institute en una empresa del sector eléctrico. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.

Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK). (2017). Project Management Institute.

ISO 9001. Sistemas de Gestión de la Calidad. Requisitos. Norma Técnica Colombiana.

ISO 10006. Sistemas de gestión de la calidad - Directrices para la gestión de la calidad en los proyectos. Norma Técnica Colombiana.

ISO 21500. Directrices para la dirección y gestión de proyectos. Norma Técnica Colombiana.

Jiménez, J. C. (2014). Propuesta metodológica para la gestión integral de proyectos de construcción de edificaciones en Colombia. Medellín: Universidad de Medellín.

Kwak, Y., Liu, M., Patanakul, P., & Zwikael, O. (2016). What impacts the performance of large-scale government projects? *International Journal of Project Management*, 452-466.

Ley 80 de 1993. (1993, 28 de octubre). *Función Pública*.

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=304>

Masrom, A., Izwan, M., Sulzakimin, M., K. G., & Riduan, Y. (2015). Successful criteria for large infrastructure projects in Malaysia. *Procedia Engineering*, 143-149.

Moza, A. N., Sohad, A., Hawas, Y., & Fildes, B. (2014). Project Management, Infrastructure Development and Stakeholder Engagement: A Case Study from the UAE. *Procedia Technology*, 988-991.

Nikitin, G., Barykin, A., Slyshkin, V., & Tsipes, G. (2016). Engineering and infrastructure projects in Ministry of Industry and Trade of Russia: Balance of governance and management. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 358-364.

Niño, J. (2020). *Modelo de gerencia de proyectos de infraestructura vial en la ciudad de Bogotá basado en estándares internacionales* [Tesis de maestría, Universidad Militar Nueva Granada]. Repositorio Universidad Militar Nueva Granada.

Ocampo, Anna Carmella G., Melissa Lopez Reyes, Yueyang Chen, Simon Lloyd D. Restubog, Ying-Yi Chih, Laurene Chua-Garcia, and Pianpian Guan. 2020. The Role of Internship Participation and Conscientiousness in Developing Career Adaptability: A Five-Wave Growth Mixture Model Analysis. *Journal of Vocational Behavior*. 120. 1-15.  
<https://doi.org/http://doi.org/10.1016/j.jvb.2020.103426>.

Parker, Eugene T., III, Cindy A. Kilgo, Jessica K. Ezell Sheets, and Ernest T. Pascarella. 2016. The Differential Effects of Internship Participation on End-of-fourth-year GPA by Demographic and Institutional Characteristics. *Journal of College Student Development* 57 (1): 104–109. doi:<https://doi.org/10.1353/csd.2016.0012>

Picón, S. (2021). *Práctica empresarial en la empresa Uriel Hernández Ingeniería Civil S.A.S. como auxiliar de ingeniería en estimación de cantidades, presupuestos y control en proyectos de construcción y remodelación*. [Tesis de pregrado, Universidad Industrial de Santander]. Repositorio UIS.

Portafolio.co. (22 de abril de 2022). ¿Por qué es importante implementar una dirección de proyectos? Portafolio. <https://www.portafolio.co/negocios/empresas/por-que-es-importante-implementar-una-direccion-de-proyectos-564447>

Portny, J. & Portny S. (2022). *Project Management for Dummies*. John Wiley & Sons, Incorporated. <https://ebookcentral.proquest.com/lib/bibliouis-ebooks/reader.action?docID=6921893&ppg=42>

Project Management Institute. (n.d.). ¿Qué es la gestión de proyectos? Recuperado de <https://www.pmi.org/about/what-is-project-management>

Rodríguez Moreno, M., & López-Pérez, F. (2020). *Ingeniería de pavimentos: Innovación y sostenibilidad en la infraestructura vial*. Sello Editorial Universidad de Medellín. <https://www-digitaliapublishing-com.bibliotecavirtual.uis.edu.co/a/136614>

Sözüer, M., & Spang, K. (2014). The importance of project management in the planning process of transport infrastructure projects in Germany. *Procedia-Social and Behavioral Sciences* , 601-610.

Wolfgram, M., & Ahrens, V. (2022). ‘One internship, two internships, three internships ... more!’: exploring the culture of the multiple internship economy. *Journal of Education and Work*, 35(2), 139–153. <https://doi.org/10.1080/13639080.2022.2036713>