

Práctica Profesional Como Auxiliar de Ingeniería en el Contrato de Obra Para la
Infraestructura de Operación de la Unidad Funcional 6 Proyecto Santana-Mocoa-Neiva,
Ejecutado Por la Empresa O&M Ingeniería Cía. Ltda.



Andrés Camilo Argüello Herrera

Director

Alba Yajaira Sánchez Delgado

Esp. En Gerencia de Empresas

Esp. En Gerencia de la Construcción

M. Sc. En Ingeniería con Énfasis en Transporte

Universidad de Pamplona

Facultad de Ingenierías y Arquitectura

Departamento de Ingeniería Civil Ambiental y Química

Programa Ingeniería Civil

Pamplona

2025

Práctica Profesional Como Auxiliar de Ingeniería en el Contrato de Obra Para la
Infraestructura de Operación de la Unidad Funcional 6 Proyecto Santana-Mocoa-Neiva,
Ejecutado Por la Empresa O&M Ingeniería Cía. Ltda.



Andrés Camilo Argüello Herrera

Trabajo de Grado para Optar el Título de Ingeniero Civil

Director

Alba Yajaira Sánchez Delgado

Esp. En Gerencia de Empresas

Esp. En Gerencia de la Construcción

M. Sc. En Ingeniería con Énfasis en Transporte

Universidad de Pamplona

Facultad de Ingenierías y Arquitectura

Departamento de Ingeniería Civil Ambiental y Química

Programa Ingeniería Civil

Pamplona

2025

Dedicatoria

Dedico este trabajo, en primer lugar, a Dios, por darme la fortaleza, la sabiduría y la perseverancia necesaria para culminar con éxito esta etapa de mi vida.

A mi padre, Uriel Argüello Guzmán, por su apoyo incondicional, por ser mi ejemplo a seguir, por sus consejos, por enseñarme que los sueños se consiguen luchando cada día más por ellos.

A mi madre, María Eugenia Herrera García, por su apoyo incondicional, por ser mi motivación cada día, por cada momento en los que sentí desfallecer ahí estaba con sus palabras que me levantaban y me permitía seguir adelante cumpliendo este gran sueño.

A mi familia, por acompañarme en los momentos difíciles y motivarme a seguir adelante cuando las circunstancias parecían complicadas.

finalmente, a mis amigos y docentes que han interferido en mi vida, quienes con sus palabras, consejos y enseñanzas aportaron significativamente a mi formación profesional y personal.

Agradecimiento

En primer lugar, agradezco a Dios, por guiarme, brindarme salud, fortaleza, sabiduría y la oportunidad de cumplir este sueño tan importante en mi vida.

Gracias a la universidad de Pamplona por permitirme convertirme en profesional en lo que tanto me apasiona.

A mi familia, especialmente a mis padres, por su apoyo incondicional, sus consejos y por ser el pilar fundamental en cada etapa de mi formación profesional y personal, los cuales fueron mi motivación principal.

A la docente Msc. Alba Yajaira Sánchez Delgado directora de mi proyecto, por el conocimiento y colaboración ofrecida en la elaboración de este documento desde el inicio hasta el final, por ser mi guía.

A la empresa O&M Ingeniería Cía. Ltda., por su entera disposición e interés al momento de exponer la temática y enfoque del proyecto, por la experiencia que cada día me hizo más fuerte para la culminación de ese proceso.

A mis compañeros y amigos, por compartir experiencias, por su respaldo en los momentos de mayor exigencia y por motivarme a seguir adelante.

Contenido

Resumen.....	10
Palabras clave.....	11
Abstract	12
Keywords	13
Introducción	14
Objetivos	16
Objetivo General	16
Objetivos Específicos.....	16
Marco Referencial.....	17
Marco de Antecedentes Estado del Arte.....	17
Antecedentes Internacionales.....	17
Antecedentes Nacionales	18
Antecedentes Regionales	20
Marco Teórico.....	22
Marco Legal	24
Marco Contextual.....	26
Metodología	29
Fase 1. Planificación y Preparación Técnica.....	29
Fase 2. Supervisión y Control de Obra.	29
Fase 3. Calculo y Optimización de Materiales.	30
Fase 4. Modelado Digital Con el Software Especializado.....	30
Resultados	31
Planos Arquitectónicos	31
Planos Estructurales	34
Planos Hidrosanitarios	35
Planos Red Contra Incendios	36
Planos Red de Gas	36
Planos Eléctricos.....	37
Especificaciones Técnicas del Proyecto	38
Objetivo 2.....	47
Supervisión de Obra.....	47

Registro Diario de Actividades en Obra	51
Programación del proyecto, ruta crítica y seguimiento de avances	52
• Densidad de Campo (Método Cono de Arena)	54
Objetivo 3.....	58
Calculo General del Proyecto	58
Registro de Materiales	60
Registro de Acero	61
Objetivo 4.....	64
Verificación de Carteras Topográficas	65
Modelado en AutoCAD Civil 3D	69
Cumplimiento de los objetivos de la práctica profesional	71
<i>Relación entre actividades ejecutadas y objetivos específicos de la práctica</i>	<i>77</i>
Conclusiones	79
Recomendaciones	82
Referencias.....	84
Apéndices.....	90

Lista de tablas

Tabla 1. Información general de la empresa	28
Tabla 2 Cargas contempladas para el diseño de los bloques del área de servicio.	39
Tabla 3. Diseño de las vigas del bloque administrativo.....	40
Tabla 4. Diseño de Perlínes.	42
Tabla 5. Diseño de vigas del bloque de enfermería	43
Tabla 6. Diseño de perlínes del bloque de enfermería.....	45
Tabla 7. Observaciones en obra.....	47
Tabla 8. Cuadro de correctivos	50
Tabla 9. Presupuesto general instalación de granulares y carpeta asfáltica	58
Tabla 10. Cartilla de acero para zapatas de la cubierta en el restaurante del área de servicio. 62	
Tabla 11. Cartilla de acero cimientos vigas de la cubierta en el restaurante del área de servicio	62
Tabla 12. Cartilla de acero módulo de operaciones del área de servicio	62
Tabla 13. Cartilla de acero de cimientos de zapata de cubierta taller del área de servicio	62
Tabla 14. Cartilla de acero de cimientos de zapata de cubierta taller del área de servicio	63
Tabla 15. Cartilla de acero módulo de administración del área de servicio.....	63
Tabla 16. Cartilla de acero módulo de baños del área de servicio	63
Tabla 17. Cartilla de acero módulo de baños del área de servicio	64

Lista de figuras

Figura 1. Ubicación geográfica del Proyecto.....	26
Figura 2. Diagrama de fases de la metodología.....	29
Figura 3. Vista frontal de la estructura de pavimento flexible	32
Figura 4. Diseño arquitectónico, planta de localización del área de servicio-UF6.....	32
Figura 5. Diseño arquitectónico, planta general del área de servicio-UF6.....	33
Figura 6. Diseño arquitectónico, ampliación planta nivel 1 del área de servicio	33
Figura 7. Plano Diseño arquitectónico, ampliación planta de cubierta del área de servicio	34
Figura 8. Diseño estructural del área de servicio UF6.....	34
Figura 9. Diseño estructural plano 2 del área de servicio	35
Figura 10. Diseño estructural plano 3 del área de servicio	35
Figura 11. Diseño Hidrosanitario del área de servicio UF6.....	36
Figura 12. Diseño red contra incendios del área de servicio UF6.....	36
Figura 13. Diseño red de gas del área de servicio UF6.....	37
Figura 14. Diseño de redes eléctricas plano 1 del área de servicio UF6.....	37
Figura 15. Ilustración de las vigas de concreto-bloque administrativo	40
Figura 16. Distribución de perlines del bloque administrativo del área de servicio UF6	42
Figura 17. Distribución de vigas de concreto del bloque de enfermería del área de servicio UF6	43
Figura 18. Distribución de perlines del bloque de enfermería del área de servicio UF6	45
Figura 19. Registro de actividades	52
Figura 20. Cronograma.....	53
Figura 21. Formato de entrega de liberación de material instalado.....	55
Figura 22. Ensayo de densidad de campo	56
Figura 23. Formato de solicitud de material granular para el tramo	61
Figura 24. Cartera con los volúmenes totales de acuerdo a la abscisa.....	66
Figura 25. Cartera con los volúmenes totales de acuerdo a la abscisa.....	66
Figura 26. Cartera con los volúmenes totales de acuerdo a la abscisa.....	67

Figura 27. Cartera con los volúmenes totales de acuerdo a la abscisa.....	67
Figura 28. Cartera con los volúmenes totales de acuerdo a la abscisa.....	68
Figura 29. Cartera con los niveles y cotas para a instalación de la base granular	68
Figura 30. Perfil de cortes y llenos de la vía	70
Figura 31. Trazado de la vía.....	70

Resumen

El presente documento corresponde al proyecto de grado desarrollado bajo la modalidad de prácticas profesionales en la empresa O&M Ingeniería Cía. Ltda. como requisito para optar al título de Ingeniero Civil. Dichas prácticas se llevaron a cabo en el contrato de obra para la infraestructura de operación de la Unidad Funcional 6 del proyecto vial Santana-Mocoa-Neiva

Las actividades se desarrollaron de manera organizada en diferentes fases. En la primera fase, se recopiló y revisó la información técnica suministrada, como planos arquitectónicos y estructurales, memorias de cálculo y especificaciones técnicas. A partir de esta información, se permitió anticipar posibles retrasos y optimizar la planificación. De forma complementaria, se preparó un presupuesto general en Excel para la estimación de costos y se realizaron ensayos de laboratorio, entre ellos el ensayo de densidad de campo (ensayo cono de arena), con el fin de verificar la densidad del material instalado sobre el proyecto.

En la segunda fase, mediante la implementación de una bitácora de obra automatizada en Excel herramienta que permitió llevar el registro técnico continuo de los procesos constructivos. registrar diariamente actividades, condiciones climáticas, personal, herramientas utilizadas, ingreso y salida de materiales, así como observaciones relevantes. Paralelamente, se elaboraron informes quincenales de avance, donde se consignó el progreso general de la obra, las actividades realizadas, la programación de trabajos futuros y un registro fotográfico. En la tercera fase se dispuso de un registro técnico de cantidades de obra y materiales estimados y utilizados, sustentando en cálculos precisos que permitan demostrar una optimización de recursos y una reducción de desperdicios, cumpliendo con la normativa colombiana aplicable al control de materiales de obras civiles.

Finalmente, en la cuarta fase, se revisaron los planos y especificaciones y se desarrolló el modelado digital preciso y completo en AutoCAD Civil 3D del tramo de vía en el cual se tuvo participación como auxiliar de ingeniería. También se realizó el modelado En AutoCAD Civil 3D del área de Pesaje ubicada en la unidad funcional 6 del proyecto el cual refleja las condiciones del terreno, las características geométricas del diseño vial y los procesos constructivos definidos del proyecto.

Palabras clave

Infraestructura vial, Supervisión de obra, Residente de obra, Control técnico.

Abstract

This document corresponds to the degree project developed under the professional internship program at O&M Ingeniería Cía. Ltda. as a requirement for obtaining a degree in Civil Engineering. These internships were carried out as part of the construction contract for the operational infrastructure of Functional Unit 6 of the Santana-Mocoa-Neiva Road project.

The activities were carried out in an organized manner in different phases. In the first phase, the technical information provided, such as architectural and structural plans, calculation reports, and technical specifications, was compiled and reviewed. Based on this information, it was possible to anticipate possible delays and optimize planning. In addition, a general budget was prepared in Excel for cost estimation, and laboratory tests were carried out, including field density testing (sand cone test), in order to verify the density of the material installed on the project.

In the second phase, an automated construction log was implemented in Excel, a tool that allowed for continuous technical recording of the construction processes. Daily activities, weather conditions, personnel, tools used, materials entering and leaving the site, as well as relevant observations were recorded. At the same time, biweekly progress reports were prepared, recording the overall progress of the work, the activities carried out, the schedule for future work, and a photographic record. In the third phase, a technical record of estimated and used quantities of work and materials was made available, based on precise calculations that demonstrate resource optimization and waste reduction, in compliance with Colombian regulations applicable to the control of civil works materials.

Finally, in the fourth phase, the plans and specifications were reviewed, and accurate and complete digital modeling was developed in AutoCAD Civil 3D for the section of the road in

which we participated as engineering assistants. Modeling was also carried out in AutoCAD Civil 3D for the weighing area located in functional unit 6 of the project, which reflects the terrain conditions, the geometric characteristics of the road design, and the defined construction processes of the project.

Keywords

Road infrastructure, Work supervision, Construction resident, Technical control.

Introducción

Las prácticas profesionales constituyen un componente fundamental en la formación del ingeniero civil, al representar el primer vínculo formal con el ejercicio técnico de la profesión. Este espacio permite al estudiante aplicar de manera integral los conocimientos teóricos adquiridos durante el proceso académico, enfrentándose a condiciones reales de ejecución de obra que demandan criterio técnico, capacidad analítica, responsabilidad profesional y toma de decisiones fundamentadas.

En este marco, la práctica se desarrolló en la empresa O&M Ingeniería Cía. Ltda., dentro del contrato de obra correspondiente a la infraestructura de operación de la Unidad Funcional 6 del proyecto vial Santana–Mocoa–Neiva. Este proyecto, de alto impacto regional, tiene como objetivo mejorar la conectividad terrestre, optimizar la seguridad vial y fomentar la sostenibilidad ambiental mediante soluciones de ingeniería orientadas al desarrollo territorial.

Durante la ejecución de la práctica, se evidenció la importancia de la planificación estratégica, el seguimiento técnico-administrativo y el control de obra, así como la necesidad de una coordinación efectiva entre los equipos interdisciplinarios involucrados en el proceso constructivo. Asimismo, se destacó el uso de herramientas digitales como AutoCAD Civil 3D para el diseño geométrico y modelado tridimensional, y Microsoft Excel para la programación de actividades, análisis de rendimientos y control de recursos, lo que permitió una gestión más precisa y eficiente del proyecto.

Este documento tiene como propósito presentar los aspectos más relevantes abordados durante la práctica profesional, destacando los aprendizajes técnicos y metodológicos adquiridos, y su contribución tanto al desarrollo del proyecto como al fortalecimiento del perfil profesional del practicante. En consecuencia, se reafirma el valor de estas experiencias como catalizadores de

competencias clave para enfrentar con solvencia los desafíos del ejercicio profesional en el campo de la ingeniería civil.

Objetivos

Objetivo General

Desarrollar la práctica profesional como auxiliar de ingeniería en el contrato de obra para la infraestructura de operación de la unidad funcional 6 proyecto Santana-Mocoa-Neiva, ejecutado por la empresa O&M Ingeniería Cía. Ltda.

Objetivos Específicos

- Preparar los procedimientos necesarios para garantizar un seguimiento efectivo durante la ejecución de la obra, mediante la implementación de herramientas técnicas como formatos, reportes y registros específicos, con el fin de asegurar el cumplimiento de los estándares técnicos y de calidad del proyecto.
- Supervisar el control de los procesos constructivos de acuerdo al cronograma general del proyecto mediante inspecciones sistemáticas y registros técnicos, verificando el cumplimiento de los planos, especificaciones técnicas, rendimientos de obra y normativas de seguridad y salud en el trabajo, con el propósito de garantizar la seguridad, correcta utilización de materiales y técnicas de construcción.
- Revisar el cálculo de materiales necesarios para el proyecto utilizando herramientas técnicas y registros que permitan minimizar los desperdicios, garantizando el uso eficiente de los recursos, con el propósito de optimizar la gestión de materiales y contribuir al desarrollo sostenible del proyecto.
- Modelar el tramo de correspondiente al proyecto de infraestructura unidad funcional 6 Santana-Mocoa-Neiva, utilizando el software especializado AutoCAD Civil 3D. con el propósito de cumplir con las especificaciones del proyecto y facilitar su ejecución conforme a los estándares establecidos.

Marco Referencial

Marco de Antecedentes Estado del Arte

Antecedentes Internacionales

Estudio experimental sobre la aplicación constructiva de pavimento de hormigón a base de barro rojo. Según (Zhou et al., 2025) el estudio en China sobre el uso del barro rojo en pavimentos de hormigón evaluó sus propiedades físico-químicas, demostrando que el concreto a base de barro rojo (RMC) ofrece alta resistencia, durabilidad, baja permeabilidad y resistencia a la abrasión. La tecnología RMC, aplicada con éxito en proyectos reales, reduce costos de mantenimiento y fomenta la reutilización de residuos industriales, contribuyendo al desarrollo sostenible y a la mejora de la infraestructura vial.

Técnica de monitorización y predicción explicable de la densidad de la mezcla asfáltica en caliente durante la construcción de pavimentos mediante tecnología de compactación inteligente. Ahmad et al. (2025) desarrollaron modelos predictivos para estimar la densidad del pavimento asfáltico durante la construcción, utilizando datos de compactación inteligente (ICMV) y mediciones con calibradores no nucleares (NND). Emplearon algoritmos de aprendizaje automático, optimizados con un algoritmo de luciérnaga caótica, destacando el aumento de gradiente de luz con un R^2 de 0,989 y un RMSE $< 1,172$. El análisis SHAP identificó el control de compactación (CCV) y el medidor de resonancia (RMV) como factores clave. Los resultados sugieren que los ICMV y modelos predictivos pueden sustituir las pruebas NND tradicionales, mejorando precisión y accesibilidad en la construcción de pavimentos.

Sellado de pavimentos de carreteras basado en tecnología de construcción síncrona de fibra pétreo: diseño, optimización y evaluación del rendimiento. Teniendo en cuenta el enfoque la investigación realizada por los señores (Yuan et al., 2024) en el evaluó la tecnología 6-

SFSS para mejorar la resistencia del sello de viruta en pavimentos. Se analizaron factores como el tipo de fibra y la distribución del asfalto emulsionado mediante pruebas especializadas. Los resultados demostraron que el 6-SFSS2 optimiza la adhesión y estabilidad del agregado, superando métodos convencionales y garantizando mayor durabilidad en la infraestructura vial.

Construcción de pavimentos flexibles utilizando diferentes materiales de desecho: una revisión. Kumar & Shukla (2022) analizaron el uso de materiales reciclados en pavimentos flexibles como solución sostenible frente al agotamiento de recursos naturales en países en desarrollo. Identificaron desechos industriales y de construcción como alternativas viables para capas base y subbase, demostrando en laboratorio que los agregados reciclados reducen costos, optimizan la gestión de residuos y mantienen resistencia y durabilidad. También abordaron los desafíos del pavimento asfáltico reciclado (RAP) en capas no consolidadas, proponiendo un marco para su aplicación eficiente, promoviendo así una construcción vial más ecológica y económica.

Uso de fuentes de agua no potable en la construcción de pavimentos: una revisión.

Harishbabu et al. (2024) analizaron el uso de aguas residuales tratadas (TWW) en la construcción de carreteras como alternativa ante la escasez hídrica. Evaluaron el impacto del nivel de tratamiento en las propiedades del pavimento y en las características mecánicas de capas granulares y subrasantes, destacando la necesidad de estudios adicionales sobre calidad, ciclo de vida y viabilidad en campo. La investigación promueve el uso sostenible de TWW en infraestructuras viales.

Antecedentes Nacionales

Estudio y diseño de pavimento flexible por el método AASHTO 93 en la vía Ibagué – Rovira en el departamento del Tolima. Leyva Carvajal et al. (2023) evaluaron el tramo Ibagué–

Rovira, determinando el asfalto óptimo según tránsito y necesidades locales mediante el método ASSHTO 93. Los resultados confirmaron que la pavimentación propuesta cumple con los estándares de INVIAS, garantizando durabilidad y eficiencia, y aportando a la planificación de infraestructura vial para el desarrollo regional.

Implementación de un sistema integral de inspección de pavimentos de bajo costo.

Tello-Cifuentes et al. (2024) desarrollaron un método accesible para inspección de pavimentos en Cali, Colombia, usando cámaras estéreo y GPS para imágenes 3D precisas. Con un margen de error del 0,80 %, esta tecnología es más económica que LIDAR y optimiza la planificación vial, facilitando el mantenimiento y mejora de infraestructuras.

Evaluación del comportamiento mecánico de agregados reciclados reforzados con neumáticos para la construcción de carreteras de bajo tráfico. Mendoza et al. (2022) evaluaron el uso de neumáticos reciclados y RCD en caminos rurales mediante pruebas de laboratorio y simulaciones, destacando mejoras en estabilidad con análisis DCP y deflexión por impacto. Los resultados respaldan esta alternativa como eficiente y sostenible, reduciendo el impacto ambiental y optimizando la infraestructura rural.

Modelado probabilístico de la variabilidad de los vacíos de aire de las mezclas asfálticas en pavimentos flexibles. Castillo & Caro (2014) evaluaron en Bogotá dos métodos para analizar la influencia de vacíos de aire en mezclas asfálticas, utilizando teoría probabilística y modelado por elementos finitos. El método que incorpora la variabilidad material mostró mayor precisión en la fiabilidad estructural, destacando su relevancia para optimizar el diseño y desempeño de pavimentos flexibles.

Rendimiento mecánico de una base asfáltica estabilizada con asfalto natural, cal hidratada y cemento Portland. Bastidas-Martínez et al. (2024) estudiaron bases asfálticas estabilizadas con mezcla asfáltica natural, incorporando Cal Hidratada (HL) y Cemento Portland (PC). Ensayos mostraron que una adición del 2 % de HL y PC mejora la resistencia, durabilidad y desempeño mecánico, reduciendo el consumo de asfalto y promoviendo soluciones sostenibles en pavimentación vial.

Antecedentes Regionales

Diseño de pavimento con placa huella vía que comunica el municipio de Pacarní con vereda el verjel en el departamento del Huila. Niño (2022) analizó un tramo vial en El Verjel, Huila, identificando que el alta pendiente y la falta de drenaje agravan su deterioro y la accidentalidad, especialmente en épocas de lluvia. Propuso pavimento en placa huella con drenaje eficiente para mejorar la seguridad y resistencia vial ante lluvias prolongadas.

Diseño de pavimento flexible por método AASHTO para la carrera 9 este del municipio de Pitalito Huila. López-Araque et al. (2018) evaluaron una alternativa al concreto hidráulico para la Carrera 9 Este en Pitalito, Huila, utilizando la metodología AASHTO. La propuesta optimiza la resistencia y durabilidad del anillo vial externo, mejorando la conectividad regional y el desarrollo urbano.

Diseño de pavimento flexible para la vía Miraflores - Guadalupe departamento del Huila del km 0+660 al km 1+110. Oviedo et al. (2020) diseñaron el pavimento para la vía Miraflores-Guadalupe, Huila, mejorando la subrasante con la metodología Shell. Los estudios de tránsito y suelo aseguraron resistencia vehicular y optimización estructural, proponiendo una solución eficiente y duradera para la infraestructura vial.

Diseño de pavimento flexible, presupuesto y cronograma de obra para la vía que comunica a los municipios de Palermo a Santa María del K0+000 Al K7+000, en el departamento del Huila. Gomez Oliveros & Alarcon Dussan (2024) diseñaron el tramo vial Palermo-Santa María, Huila, afectado por deslizamientos y socavaciones. Aplicaron un inventario vial y lineamientos de INVÍAS para proponer soluciones sostenibles que optimizan la infraestructura y fomentan el desarrollo local.

Construcción de pavimento rígido en red vial urbana y centro poblados departamento del Huila municipio de Garzón. Los autores (Ramírez Cárdenas & Meneses Gómez, 2021) abordaron la planificación y construcción de pavimento rígido en la red vial urbana y centros poblados del municipio de Garzón, Huila. Como parte de la modalidad de grado, se llevó a cabo la programación y elaboración del presupuesto de obra, garantizando un diseño eficiente y estructurado para el proyecto. Los resultados reflejan una propuesta viable para mejorar la infraestructura vial del municipio, optimizando la calidad y durabilidad del pavimento.

Marco Teórico

Infraestructura Vial y su Impacto en el Desarrollo Regional

Las carreteras son fundamentales para el desarrollo de las regiones, ya que facilitan la movilidad eficiente de personas y mercancías, además de impulsar el comercio y el acceso a servicios básicos. Según el Banco Mundial, una infraestructura vial adecuada mejora la competitividad de las economías regionales y contribuye al crecimiento sostenible (Vega & Augusto, 2022). En Colombia, la vía entre Neiva y Pitalito es clave para fortalecer la interconectividad y mejorar la eficiencia logística en el departamento del Huila.

Diseño y Mejoramiento de Pavimentos

El diseño de pavimentos viales requiere el análisis de factores como el tráfico proyectado, la resistencia del suelo y las condiciones climáticas. La asociación americana de funcionarios de Carreteras y Transporte (AASHTO) establece una metodología reconocida para determinar la estructura óptima del pavimento, considerando cargas vehiculares y condiciones del terreno (Carranza, D. K. & De la cruz, E. 2019). Asimismo, estudios del Instituto Nacional de Vías (INVÍAS) recomiendan el uso de técnicas avanzadas para mejorar la estabilidad del pavimento y prolongar su vida útil.

Tipos de Pavimentos y Selección de Materiales

El diseño del pavimento depende de los materiales empleados y las condiciones específicas del entorno. Según el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras, los pavimentos rígidos de concreto hidráulico tienen mayor durabilidad, mientras que los pavimentos flexibles de asfalto ofrecen mejor adaptabilidad y requieren mantenimiento periódico (D Pavimento [Tipos] Propiedades, Características y Usos, 2021) . Además, investigaciones recientes han promovido el

uso de materiales reciclados para mejorar la eficiencia del pavimento y reducir el impacto ambiental (Hernández-Zamora et al., 2021).

Factores Ambientales y Sostenibilidad en la Construcción Vial

El impacto ambiental de las carreteras es un aspecto clave en su diseño y construcción. La gestión eficiente de aguas pluviales mediante sistemas de drenaje adecuados es fundamental para preservar la calidad del pavimento ONU Hábitat, 2020. Asimismo, el uso de técnicas sustentables, como la reutilización de materiales reciclados y el diseño ecológico, contribuye a la sostenibilidad del proyecto (admin-cavialpa, 2023).

Normativas y Estándares Técnicos en Infraestructura Vial

Los proyectos viales en Colombia deben cumplir con los lineamientos de INVÍAS y el Ministerio de Transporte, que establecen estándares de seguridad y eficiencia. Estas regulaciones incluyen especificaciones sobre el diseño estructural del pavimento, los materiales permitidos y los requisitos de resistencia para garantizar la funcionalidad de la infraestructura (Nuevo Manual del INVÍAS, 2024).

Métodos Para el Control de Calidad

La Supervisión debe garantizar el cumplimiento de las especificaciones técnicas, las cuales son fundamentales para exigir calidad en los trabajos. El Supervisor debe solicitar por escrito dichas especificaciones tras analizar los anexos técnicos del contrato, ya que no se puede exigir lo que no está documentado previamente. (103-18 LINEAMIENTOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LOS TRABAJOS EJECUTADOS.pdf, s. f.).

Marco Legal

En Colombia, la construcción y mejoramiento de infraestructura vial debe cumplir con un conjunto de normativas técnicas y legales que garantizan la seguridad, calidad y sostenibilidad de las obras.

La Ley 105 de 1993

Establece los principios fundamentales del transporte en el país, regulando la planificación, construcción y mantenimiento de carreteras y promoviendo la integración de territorios (Decreto 620 de 1994 - Gestor Normativo, s. f.).

Además, el Reglamento Técnico de Construcción de Carreteras de Colombia, desarrollado por el Instituto Nacional de Vías (INVÍAS), establece los estándares de diseño geométrico, materiales, métodos constructivos y sistemas de drenaje para la construcción de vías de alto tráfico (Portal INVÍAS - Colombia, s. f.)

Norma Técnica Colombiana NTC 4321

Regula la calidad de mezclas asfálticas utilizadas en pavimentación, estableciendo especificaciones sobre resistencia y durabilidad del material. Por otro lado, la norma NTC 2017 fija criterios para el diseño estructural del pavimento de concreto, asegurando su resistencia ante cargas dinámicas (Normativas y certificaciones de calidad con Icontec, s. f.).

Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10)

Dicta normas para la seguridad estructural de obras civiles en su título A, incluyendo carreteras y puentes, con el fin de garantizar su estabilidad ante eventos sísmicos. Además, en su

título H, exige estudios geotécnicos detallados y la aplicación de diseños resistentes al movimiento sísmico. (Normativa | Minvivienda, s. f.).

lo que la Ley 99 de 1993 establece requisitos sobre la gestión del impacto ambiental en la construcción de carreteras, incluyendo la conservación de ecosistemas y el manejo de residuos.

Ley 80 de 1993

Establece el régimen general de contratación pública en Colombia, garantizando transparencia en la adjudicación de contratos y regulando la ejecución de obras públicas. (Ley 80 de 1993 - Gestor Normativo, s. f.)

Marco Contextual

Figura 1. *Ubicación geográfica del Proyecto*



Nota: Se identifica geográficamente la zona de ubicación del proyecto. Tomado de

Rutaalsur.com

Caracterización y Ubicación del Proyecto

El área del proyecto se encuentra ubicada sobre la ruta 45, vía que conecta gran parte del sur occidente del país, en específico sirve de corredor vial para los municipios de Mocoa-Santana-Neiva en los departamentos del Huila, Cauca y Putumayo. La intervención se llevará a cabo entre los municipios de San Juan de Villalobos y Mocoa correspondiente a 61.3 Km, inicia en el PR 292+400 y termina en el PR353+700 del proyecto Santana-Mocoa-Neiva;

El Putumayo, ubicado en el suroccidente de Colombia, es un departamento con gran relevancia económica y cultural. Su territorio se caracteriza por una diversidad geográfica que incluye montañas, valles y ríos, además de su importancia en sectores como la agricultura, el

turismo y la producción energética. La infraestructura vial es clave para el desarrollo regional, ya que conecta a los principales municipios y facilita el intercambio comercial y la movilidad de la población.

Mocoa, la capital del departamento, es el centro administrativo y económico más importante de la región, mientras que San Juan de Villalobos en el departamento del Cauca se destaca como un polo de desarrollo agroindustrial, especialmente por la producción de café. La conectividad entre estos municipios es esencial para el fortalecimiento del comercio, la inversión y el acceso a mercados (Departamento de Putumayo - Departamentos de Colombia, 2025)

Importancia Estratégica de la Conectividad Regional

La Ruta 45 es una de las carreteras más importantes del Huila, ya que forma parte del corredor vial nacional que conecta el sur del país con la región andina y el interior del país. Esta vía comunica los municipios de Mocoa y San Juan de Villalobos, sirviendo como un eje de movilidad clave para el transporte de productos agrícolas, pasajeros y mercancías. Su función no solo es regional, sino también nacional, ya que forma parte del corredor que une el norte y sur de Colombia.

Las condiciones actuales de la vía presentan deterioro en varios tramos, afectando la movilidad y aumentando los costos operativos para transportadores y empresarios de la región (Huila, 2021).

Es por eso la participación de la empresa O&M INGENIERIA CIA LTDA. Formada jurídicamente como sociedad limitada y fundada por Ingenieros de la región sur occidental del departamento del Huila en el año 2010 están convencidos que la calidad es una prioridad en cada uno de sus actividades destacándose en los anteriores proyectos que han llevado a cabo como lo

han sido la participación en la Unión temporal Tesalia 2014 en el que realizaron la pavimentación en concreto rígido de vías en el centro poblado de Pacarní del municipio de Tesalia departamento del Huila, También participaron en la concesionaria ruta al sur prestando el servicio de mantenimiento de las vías sustitutivas del Quimbo. Además, fueron partícipes del contrato de mantenimiento y atención de emergencias por derrumbes en el corredor vial Santana-Mocoa-Neiva. (O&m Ingenieria Cia Ltda en TESALIA | Información y Contacto, s. f.).

El proyecto de la construcción de la Unidad Funcional 6 del proyecto Santana-Mocoa-Neiva a través de la empresa O&M Ingeniería Cia Ltda. tiene como objetivo mejorar la transpirabilidad, reducir costos de mantenimiento y garantizar una mayor durabilidad de la vía.

Nota. Se plasma la información organizacional de la empresa O&m Ingeniería Cía. Ltda.

Adaptado O&m Ingeniería Cía. Ltda. en TESALIA | Información y Contacto, s. f.

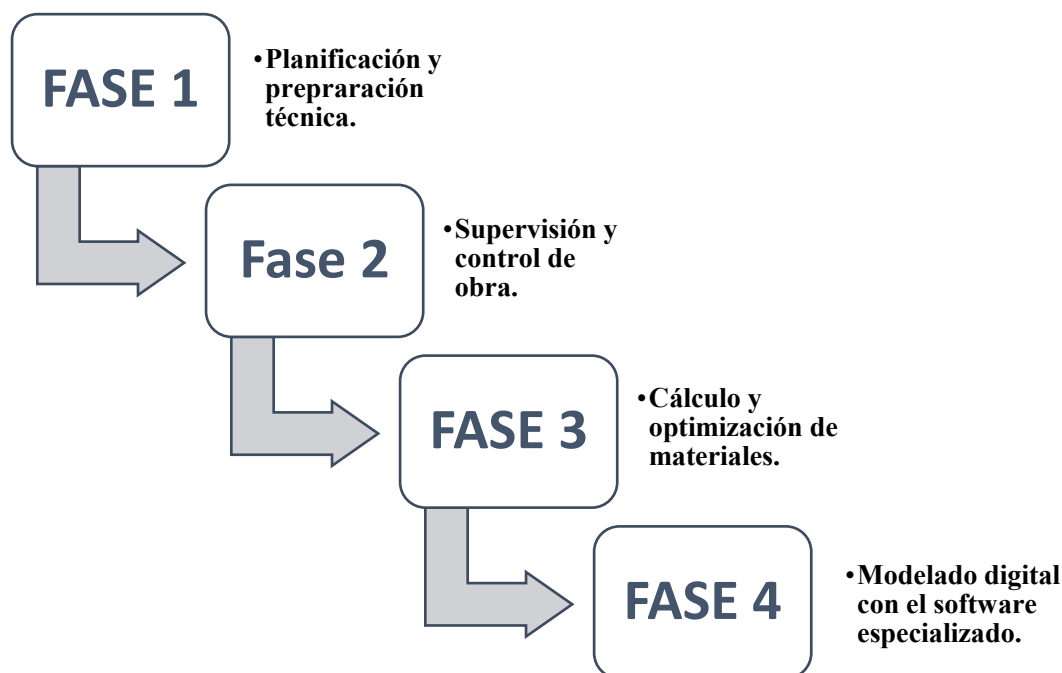
Tabla 1. *Información general de la empresa*

Nombre de la Empresa	O&m Ingeniería Cía. Ltda.
Nit	900.347.364-0
dirección	CARRERA 9 1 B 16 LOCAL 101, TESALIA, Huila Calle 13A # 6-51 Piso 2, Pitalito, Huila
Teléfono	3185895467
Representante Legal	Joalveth Cabrera Mañosca
Clase de Riesgo	Riesgo V
ARL	SURA.

Nota. Datos tomados de la empresa O&m Ingeniería Cía. Ltda. en TESALIA | Información y Contacto, s. f.

Metodología

Figura 2. *Diagrama de fases de la metodología.*



Nota: Se identifica el proceso metodológico que se llevara a cabo. Fuente: Tomado y adaptado de Creately.com

Fase 1. Planificación y Preparación Técnica.

Durante el desarrollo de la primera fase de mis prácticas profesionales, orientada a la organización previa de la ejecución en campo, se revisó la documentación técnica del proyecto (Planos, cronogramas y especificaciones) y se definieron los procedimientos que garantizaran el control de calidad durante la obra. También, se establecieron criterios claros de evaluación técnica, preparación de listas de chequeo para asegurar la disponibilidad de recursos y condiciones necesarias para llevar a cabo un seguimiento eficiente desde el inicio.

Fase 2. Supervisión y Control de Obra.

Durante la segunda fase, el objetivo principal fue supervisar y controlar los procesos constructivos en obra, con el fin de verificar que cada actividad se realizara conforme a los

planos, especificaciones técnicas, normas vigentes y estándares de calidad establecidos. Se llevó a cabo mediante observaciones, inspecciones técnicas, control del uso de materiales y verificación del cumplimiento de las normativas de seguridad y salud en el trabajo mediante inspecciones periódicas, gestión de no conformidades, identificando posibles fallas técnicas y proponiendo correctivos en tiempo real y elaboración de informes técnicos que permitieran evaluar el progreso y asegurar la correcta ejecución del proyecto.

Fase 3. Calculo y Optimización de Materiales.

Durante la tercera fase, el objetivo principal fue tener participación activa en la cuantificación de materiales, elaboración de presupuestos y análisis de costos, con el objetivo de minimizar el desperdicio de recursos y asegurar que las actividades se mantuvieran dentro del presupuesto definido. Es decir, se basó en la revisión de planos, cálculo de cantidades de obra, análisis de rendimientos, control de inventarios y verificación del cumplimiento de normativas nacionales aplicables a la formulación de presupuestos en obras civiles. gestionando el cálculo y control de materiales con Microsoft Excel.

Fase 4. Modelado Digital Con el Software Especializado

Durante la cuarta fase, el objetivo principal fue realizar el modelado de vía del proyecto de infraestructura vial (Unidad funcional 6 Santana-Mocoa-Neiva) en el cual se tuvo participación como auxiliar de ingeniería implementando el software especializado AutoCAD Civil 3D, garantizando así que el diseño cumpliera con los criterios técnicos y normativos para generar análisis precisos, planos y volúmenes.

Resultados

Los resultados se presentarán con base a las fases propuestas en la metodología, correspondientes al desarrollo de cada uno de los objetivos.

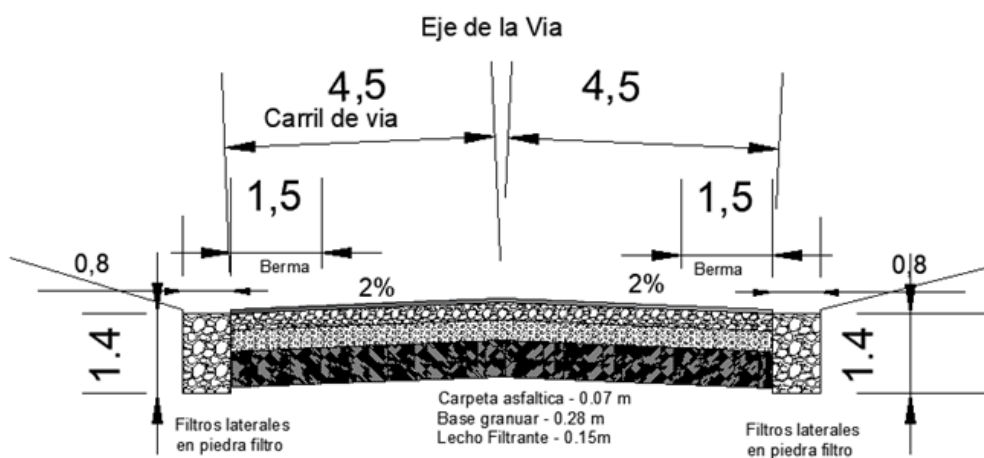
Objetivo 1.

Preparar los procedimientos necesarios para garantizar un seguimiento efectivo durante la ejecución de la obra, mediante la implementación de herramientas técnicas como formatos, reportes y registros específicos, con el fin de asegurar el cumplimiento de los estándares técnicos y de calidad del proyecto.

Para dar inicio a mis prácticas profesionales y en cumplimiento de la primera fase, que tuvo como objetivo establecer las bases necesarias para garantizar el seguimiento efectivo durante la ejecución del proyecto. Se desarrolló como punto de partida la recopilación y revisión de la documentación técnica del proyecto, dentro de la cual se incluyeron los planos, así como las especificaciones constructivas correspondientes que aseguren el cumplimiento de los criterios de calidad y desempeño constructivo. Asimismo, se definieron parámetros de control orientados a la disponibilidad de recursos, la organización de actividades y la identificación temprana de posibles riesgos, consolidando un marco de referencia sólido para el seguimiento técnico durante la ejecución del proyecto.

Planos Arquitectónicos

Figura 3. Vista frontal de la estructura de pavimento flexible

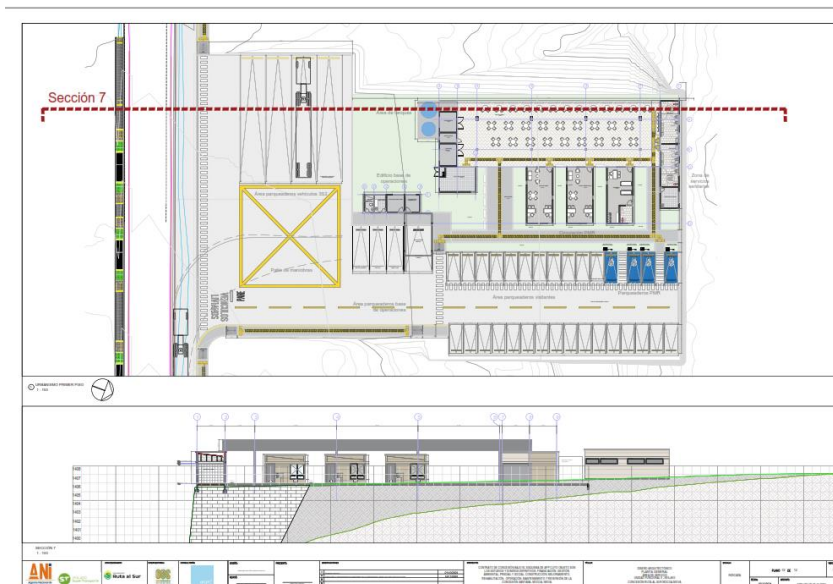


Nota. Vista frontal de la estructura del pavimento flexible instalado. Fuente: Suministrado por O&M Ingeniería Cía. Ltda.)

Figura 4. Diseño arquitectónico, planta de localización del área de servicio-UF6

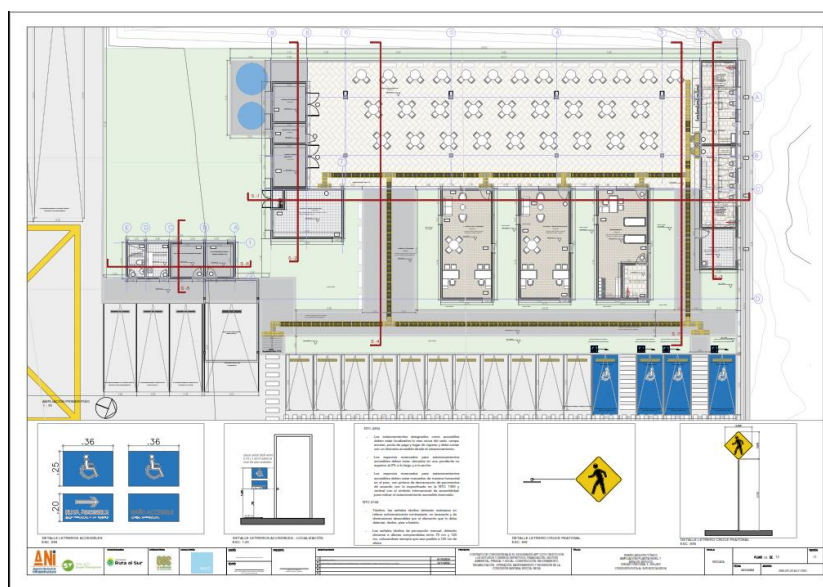


Figura 5. *Diseño arquitectónico, planta general del área de servicio-UF6*



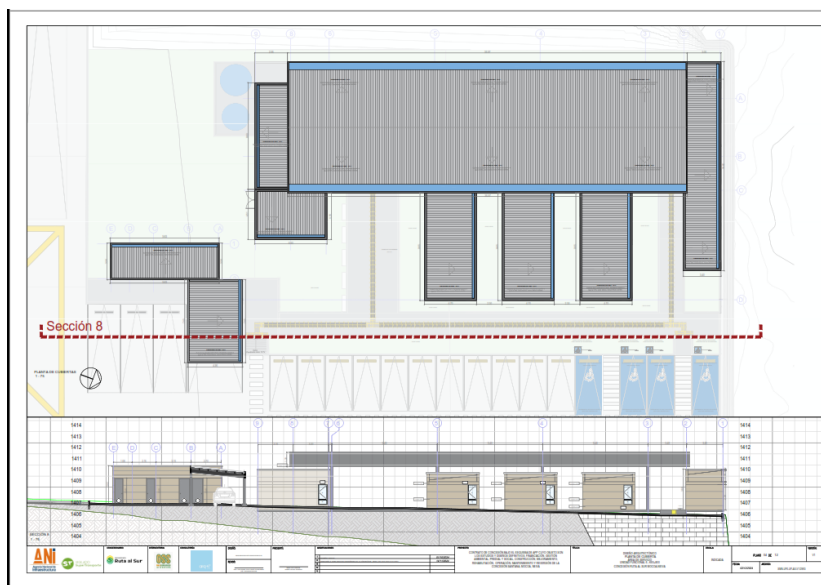
Nota. Planos arquitectónicos generales del área de servicio UF6, Suministrado por la empresa O&M Ingeniería Cía. Ltda.

Figura 6. *Diseño arquitectónico, ampliación planta nivel 1 del área de servicio*



Nota. Plano arquitectónicos de ampliación de la planta nivel 1 del área de servicio UF6, Suministrado por la empresa O&M Ingeniería Cía. Ltda.

Figura 7. *Plano Diseño arquitectónico, ampliación planta de cubierta del área de servicio*

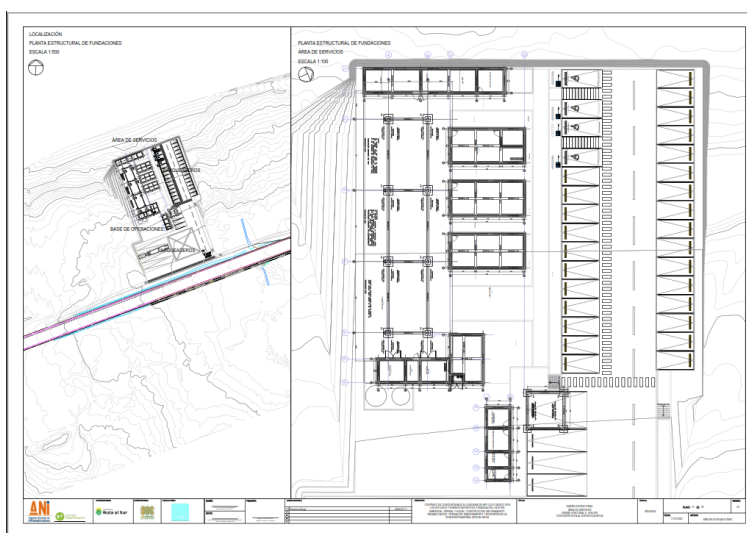


Nota. Plano arquitectónico de la planta de cubierta del área de servicio UF6, Suministrado por la empresa O&M Ingeniería Cía. Ltda.

Para observar completamente los planos arquitectónicos, diríjase a al **Apéndice A**.

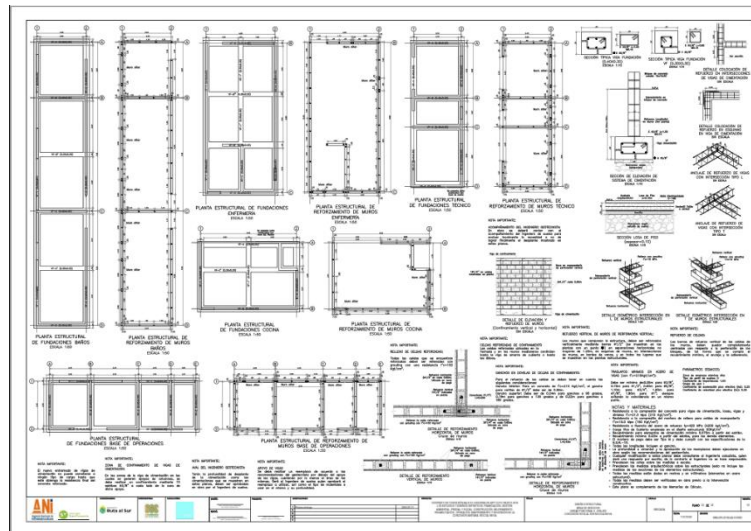
Planos Estructurales

Figura 8. *Diseño estructural del área de servicio UF6*



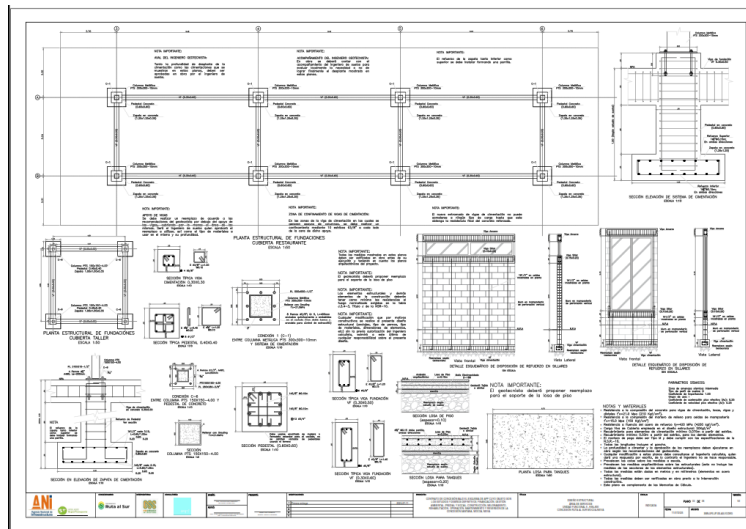
Nota. Planos estructurales correspondientes diseño estructural del área de servicio de la UF6.

Figura 9. *Diseño estructural plano 2 del área de servicio*



Nota. Planos estructurales correspondientes diseño estructural del área de servicio de la UF6.

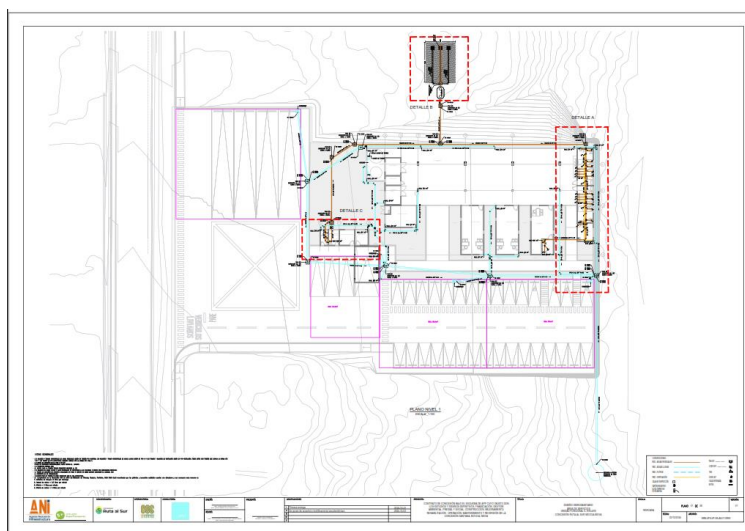
Figura 10. *Diseño estructural plano 3 del área de servicio*



Nota. Planos estructurales correspondientes diseño estructural del área de servicio de la UF6.

Planos Hidrosanitarios

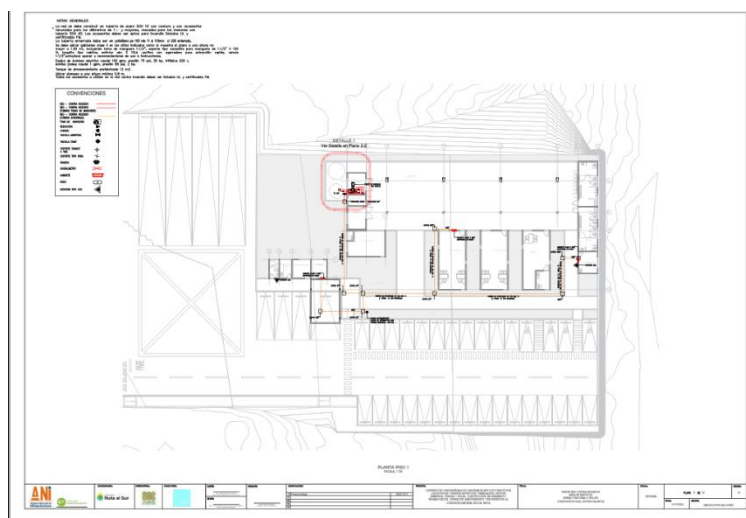
Figura 11. *Diseño Hidrosanitario del área de servicio UF6*



Nota. Planos Hidrosanitarios correspondientes del área de servicio de la UF6.

Planos Red Contra Incendios

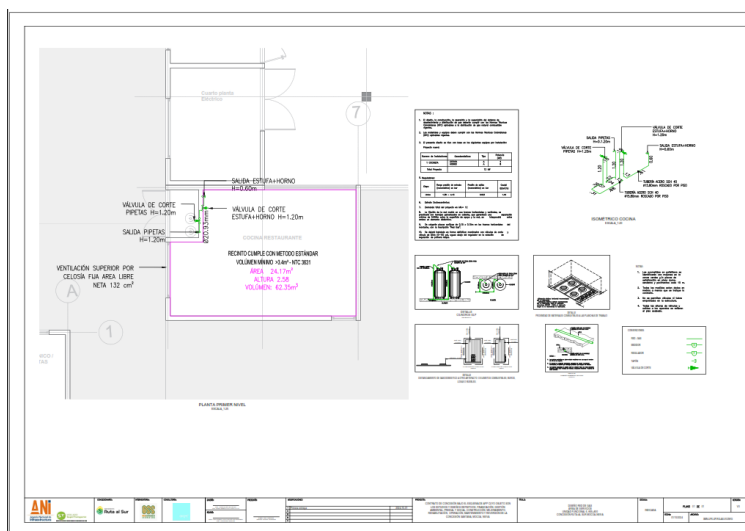
Figura 12. *Diseño red contra incendios del área de servicio UF6*



Nota. Planos red contra incendios correspondientes del área de servicio de la UF6.

Planos Red de Gas

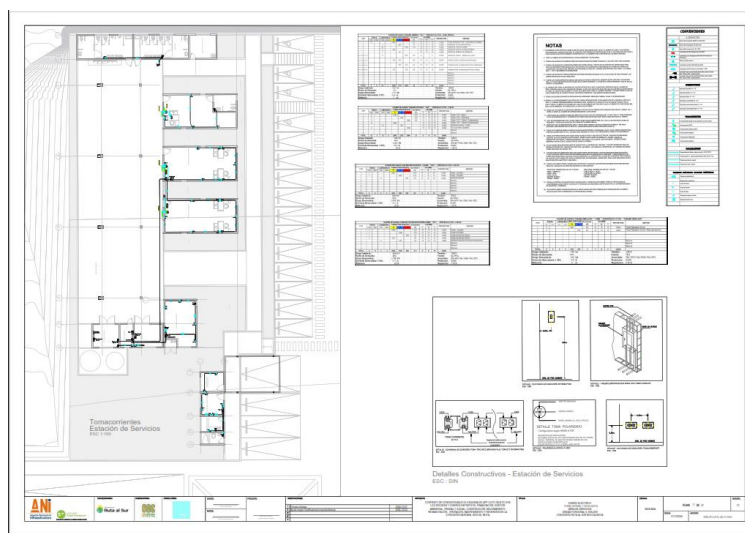
Figura 13. *Diseño red de gas del área de servicio UF6*



Nota. Planos red de gas correspondientes del área de servicio de la UF6.

Planos Eléctricos

Figura 14. *Diseño de redes eléctricas plano 1 del área de servicio UF6*



Nota. Planos red eléctrica correspondientes del área de servicio de la UF6.

El proyecto, lo que permitió anticipar posibles aspectos críticos y garantizar una preparación adecuada para las siguientes etapas, los detalles de los planos arquitectónicos se pueden ver en el **Apéndice A**, los planos estructurales en el **Apéndice B**, los planos hidrosanitarios en el **Apéndice C**, los planos de la red contraincendios en el **Apéndice D**, los planos de la red de gas en el **Apéndice E**, los planos correspondientes a los eléctricos en el **Apéndice F**. Seguido a esto, se realizó una revisión detallada y la recopilación de las especificaciones técnicas del proyecto, con el fin de complementar la información contenida en los planos. A partir de este análisis, se elaboró un documento en el que se precisaron y ampliaron algunas especificaciones constructivas, materiales y criterios de calidad, lo cual se presenta a continuación como soporte para la gestión y supervisión técnica de la obra.

Especificaciones Técnicas del Proyecto

A continuación, se relacionan las principales normas técnicas que se deben cumplir en el desarrollo del contrato de construcción:

- Estructuras.
 - Código colombiano de construcciones sismo resistentes. norma sismo resistente NSR-10
 - ANSI (American National Standards Institute)
 - AWS (American Welding Society)
- Concretos.
 - American standards for testing and materials – ASTM
 - Normas técnicas colombianas -NTC.
 - American concrete institute – ACI.
- Redes De Servicio Público - Hidráulica Y Sanitaria.
 - R.A.S. 2000: Reglamento de Agua Potable y Saneamiento Básico.

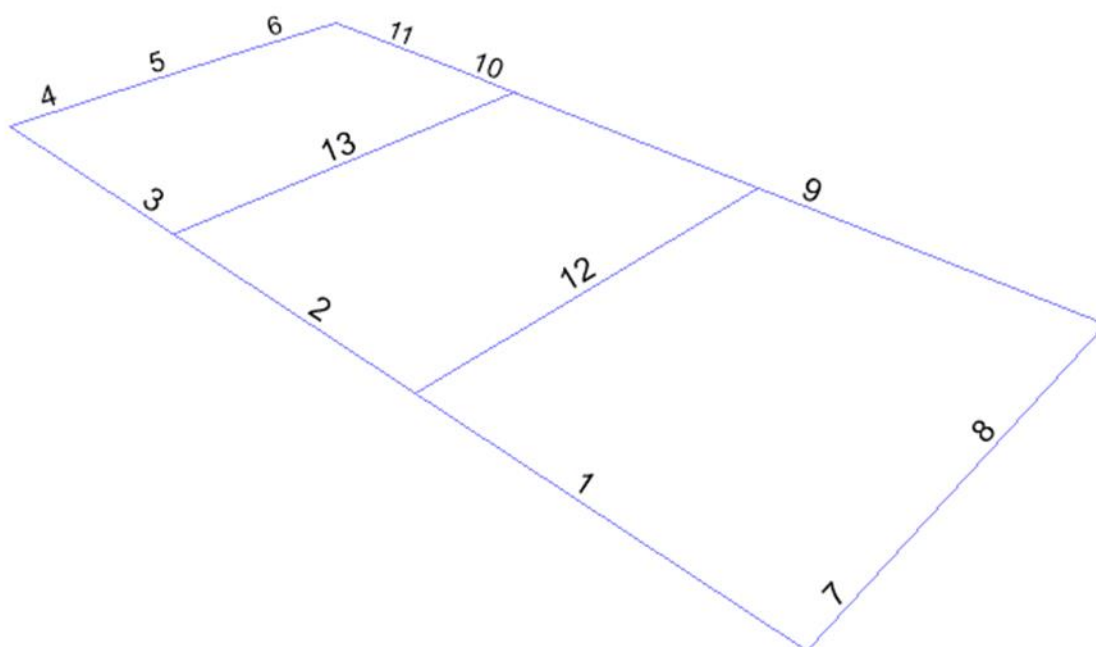
- Norma técnica colombiana NTC 1500.
- Código colombiano de fontanería.
- Redes Eléctricas Y De Iluminación.
 - Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público – RETILAP
- Redes De Gas.
 - Reglamento Técnico para Redes de Gas (Resolución 181671 de 2010)
 - Norma Técnica Colombiana (NTC) 1500 – Diseño, Construcción y Mantenimiento de Instalaciones de Gas.
- Vías Y Espacio Público
 - Normas Técnicas Colombianas (NTC) y Reglamentos Locales.

Tabla 2 *Cargas contempladas para el diseño de los bloques del área de servicio.*

Norma De Diseño	NSR-10
Carga Muerta Para Las Unidades Excepto Restaurante	
Manto Granillado	6,5 km/m2
Manto Asfáltico	6,5 kg/m2
Superboard	25 kg/m2
Iluminación	5 kg/m2
Cielo Falso	20 kg/m2
Paneles Solares	18 kg/m2
Total, Carga Muerta	81 kg/m2
Carga Viva	50 kg/m2
Carga de Viento a Compresión	60 kg/m2
Carga de Viento a Succión	40 Kg/m2
Carga de Granizo	100 kg/m2

Nota. Cargas contempladas para el diseño de los bloques que hacen parte del área de servicio de la UF6 Tomado del documento memorias estructurales del área de servicio de O&M Ingeniería Cía. Ltda., (2025)

Figura 15. Ilustración de las vigas de concreto-bloque administrativo



Nota. Distribución de las vigas de concreto del bloque administrativo del área de servicio de la UF6 Tomado del documento memorias estructurales del área de servicio de O&M Ingeniería Cía. Ltda., (2025)

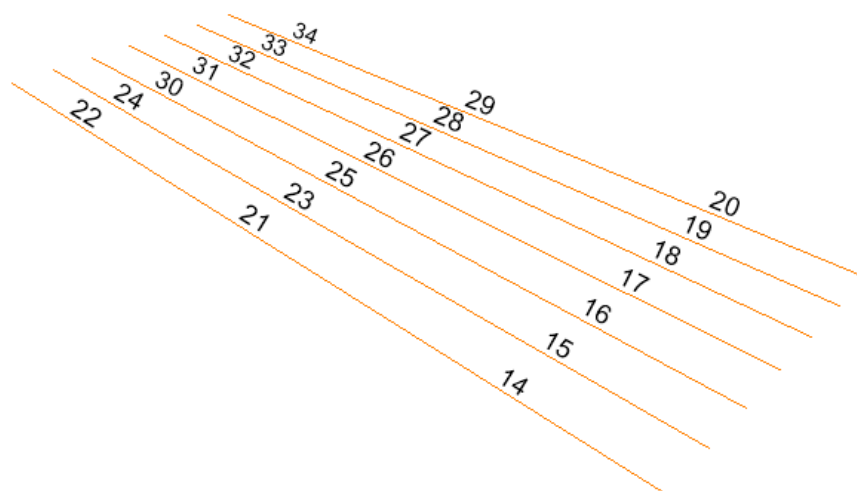
Tabla 3. Diseño de las vigas del bloque administrativo

DISEÑO DE VIGAS									
ELEMENTO	SECCIÓN	TIPO	UBICACIÓN	COMBO	FTopArea	FBotArea	VRebar	TLngArea	TTrnRebar
Texto	Texto	Texto	cm	Texto	cm2	cm2	cm2/cm	cm2	cm2/cm
1	V15X25	Beam	0.00	ENVDIS	0.00	0.64	0.00	1.78	0.04
1	V15X25	Beam	206.32	ENVDIS	0.16	0.16	0.00	2.52	0.06
1	V15X25	Beam	412.63	ENVDIS	0.11	0.08	0.00	1.92	0.04
2	V15X25	Beam	0.00	ENVDIS	0.11	0.09	0.00	1.36	0.03
2	V15X25	Beam	41.00	ENVDIS	0.05	0.04	0.00	1.36	0.03
2	V15X25	Beam	82.00	ENVDIS	0.16	0.08	0.00	1.36	0.03
3	V15X25	Beam	0.00	ENVDIS	0.15	0.07	0.00	1.08	0.01
3	V15X25	Beam	245.18	ENVDIS	0.17	0.17	0.00	2.87	0.06
3	V15X25	Beam	490.37	ENVDIS	0.00	0.70	0.00	2.32	0.05
4	V15X25	Beam	0.00	ENVDIS	0.26	0.49	0.00	3.67	0.08
4	V15X25	Beam	53.75	ENVDIS	0.28	0.54	0.00	2.35	0.05

4	V15X25	Beam	107.50	ENVDIS	0.84	0.86	0.00	1.06	0.02
5	V15X25	Beam	0.00	ENVDIS	0.78	0.79	0.00	1.17	0.03
5	V15X25	Beam	85.50	ENVDIS	0.20	0.20	0.02	0.00	0.00
5	V15X25	Beam	171.00	ENVDIS	0.69	0.58	0.02	1.06	0.02
6	V15X25	Beam	0.00	ENVDIS	0.75	0.62	0.02	1.00	0.02
6	V15X25	Beam	88.25	ENVDIS	0.18	0.49	0.02	2.07	0.05
6	V15X25	Beam	176.50	ENVDIS	0.25	0.42	0.02	3.39	0.08
7	V15X25	Beam	0.00	ENVDIS	0.16	0.35	0.02	3.30	0.07
7	V15X25	Beam	47.25	ENVDIS	0.09	0.28	0.02	1.98	0.04
7	V15X25	Beam	94.50	ENVDIS	0.13	0.24	0.02	1.08	0.01
8	V15X25	Beam	0.00	ENVDIS	0.12	0.22	0.02	0.91	0.02
8	V15X25	Beam	180.25	ENVDIS	0.09	0.09	0.02	1.70	0.04
8	V15X25	Beam	360.50	ENVDIS	0.23	0.38	0.02	2.15	0.05
9	V15X25	Beam	0.00	ENVDIS	0.00	0.39	0.02	2.19	0.05
9	V15X25	Beam	334.20	ENVDIS	0.10	0.28	0.02	8.11	0.18
9	V15X25	Beam	668.40	ENVDIS	0.07	0.34	0.02	3.94	0.09
10	V15X25	Beam	0.00	ENVDIS	0.08	0.36	0.02	2.95	0.07
10	V15X25	Beam	41.00	ENVDIS	0.09	0.11	0.02	2.95	0.07
10	V15X25	Beam	82.00	ENVDIS	0.23	0.11	0.02	2.95	0.07
11	V15X25	Beam	0.00	ENVDIS	0.21	0.10	0.02	2.34	0.05
11	V15X25	Beam	117.30	ENVDIS	0.16	0.16	0.02	2.53	0.06
11	V15X25	Beam	234.60	ENVDIS	0.00	0.63	0.02	2.07	0.05
12	V15X25	Beam	0.00	ENVDIS	1.98	1.05	0.02	0.00	0.00
12	V15X25	Beam	227.50	ENVDIS	0.68	2.57	0.00	0.00	0.00
12	V15X25	Beam	455.00	ENVDIS	2.18	1.05	0.01	1.27	0.01
13	V15X25	Beam	0.00	ENVDIS	2.05	1.05	0.02	0.00	0.00
13	V15X25	Beam	227.50	ENVDIS	0.64	2.64	0.00	0.00	0.00
13	V15X25	Beam	455.00	ENVDIS	1.77	1.05	0.01	0.00	0.00

Nota. Diseño de las vigas de concreto del bloque administrativo del área de servicio de la UF6
Tomado del documento memorias estructurales del área de servicio de O&M Ingeniería Cía. Ltda.,
(2025)

Figura 16. Distribución de perlines del bloque administrativo del área de servicio UF6



Nota. Distribución de perlines del bloque administrativo del área de servicio UF6

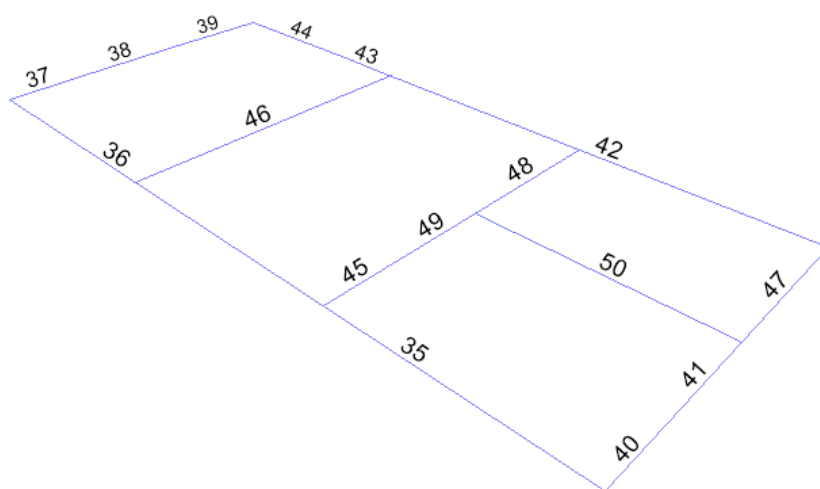
Tabla 4. Diseño de Perlines.

DISEÑO DE PERLINES						
ELEMENTO	SECCIÓN	TIPO	RADIO	TIPO	COMBO	UBICACIÓN
Texto	Texto	Texto		Texto	Texto	m
14	PTS90X50-2.00	Beam	0.41	PMM	ENVDIS	3.28
15	PTS90X50-2.00	Beam	0.58	PMM	ENVDIS	0.00
16	PTS90X50-2.00	Beam	0.42	PMM	ENVDIS	0.00
17	PTS90X50-2.00	Beam	0.36	PMM	ENVDIS	0.00
18	PTS90X50-2.00	Beam	0.40	PMM	ENVDIS	0.00
19	PTS90X50-2.00	Beam	0.55	PMM	ENVDIS	0.00
20	PTS90X50-2.00	Beam	0.56	PMM	ENVDIS	0.00
21	PTS90X50-2.00	Beam	0.94	PMM	ENVDIS	3.28
22	PTS90X50-2.00	Beam	0.52	PMM	ENVDIS	0.00
23	PTS90X50-2.00	Beam	0.87	PMM	ENVDIS	0.00
24	PTS90X50-2.00	Beam	0.61	PMM	ENVDIS	3.28
25	PTS90X50-2.00	Beam	0.49	PMM	ENVDIS	0.00
26	PTS90X50-2.00	Beam	0.33	PMM	ENVDIS	0.00
27	PTS90X50-2.00	Beam	0.37	PMM	ENVDIS	0.00
28	PTS90X50-2.00	Beam	0.67	PMM	ENVDIS	0.00
29	PTS90X50-2.00	Beam	0.97	PMM	ENVDIS	0.00
30	PTS90X50-2.00	Beam	0.41	PMM	ENVDIS	3.28

31	PTS90X50-2.00	Beam	0.35	PMM	ENVDIS	3.28
32	PTS90X50-2.00	Beam	0.38	PMM	ENVDIS	3.28
33	PTS90X50-2.00	Beam	0.53	PMM	ENVDIS	3.28
34	PTS90X50-2.00	Beam	0.59	PMM	ENVDIS	3.28

Nota. Diseño de perlines del bloque administrativo del área de servicio de la UF6 Tomado del documento memorias estructurales del área de servicio de O&M Ingeniería Cía. Ltda., (2025)

Figura 17. *Distribución de vigas de concreto del bloque de enfermería del área de servicio UF6*



Nota. Distribución de vigas de concreto del bloque de enfermería del área de servicio UF6

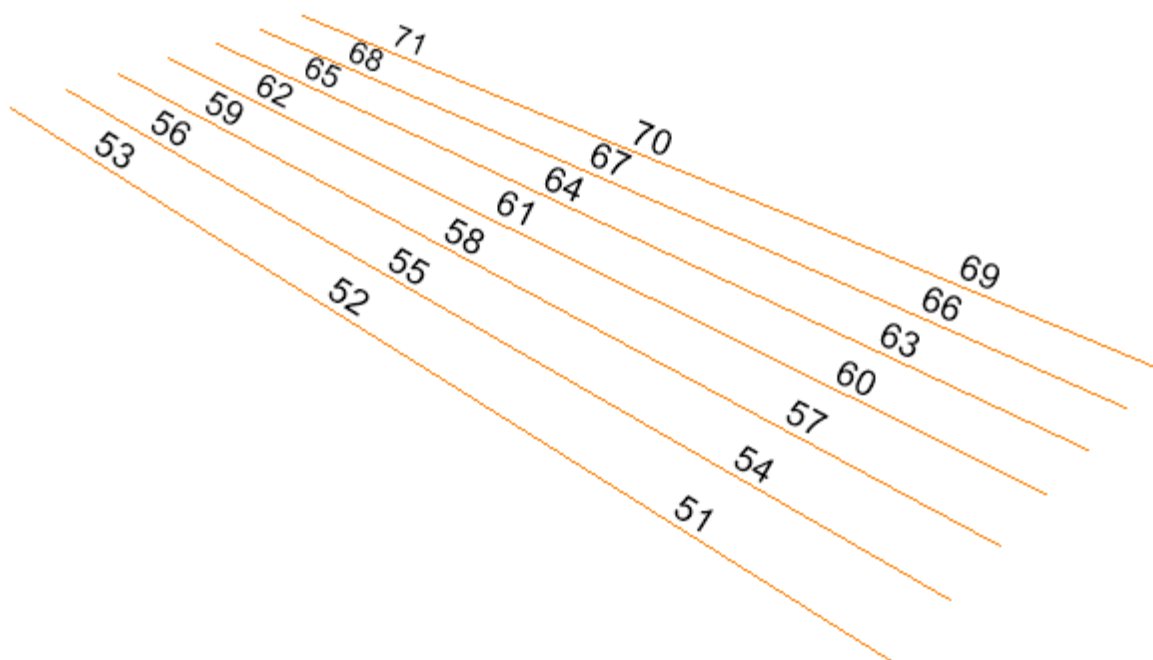
Tabla 5. *Diseño de vigas del bloque de enfermería*

DISEÑO DE VIGAS									
ELEMENTO	SECCIÓN	TIPO	UBICACIÓN	COMBO	FTopArea	FBotArea	VRebar	TLngArea	TTrnRebar
Texto	Texto	Texto	cm	Texto	cm2	cm2	cm2/cm	cm2	cm2/cm
35	V15X25	Beam	0.00	ENVDIS	0.00	0.37	0.00	1.27	0.03
35	V15X25	Beam	247.32	ENVDIS	0.09	0.09	0.00	1.21	0.01
35	V15X25	Beam	494.63	ENVDIS	0.04	0.02	0.00	2.79	0.06
36	V15X25	Beam	0.00	ENVDIS	0.04	0.02	0.00	2.35	0.05
36	V15X25	Beam	245.18	ENVDIS	0.18	0.18	0.00	2.43	0.05
36	V15X25	Beam	490.37	ENVDIS	0.04	0.74	0.00	1.91	0.04
37	V15X25	Beam	0.00	ENVDIS	0.26	0.46	0.00	3.84	0.09
37	V15X25	Beam	53.75	ENVDIS	0.54	0.78	0.00	2.64	0.06
37	V15X25	Beam	107.50	ENVDIS	1.05	1.05	0.00	1.99	0.04
38	V15X25	Beam	0.00	ENVDIS	1.05	1.05	0.00	1.59	0.04

38	V15X25	Beam	85.50	ENVDIS	0.27	0.27	0.00	1.10	0.01
38	V15X25	Beam	171.00	ENVDIS	0.87	0.77	0.00	1.19	0.03
39	V15X25	Beam	0.00	ENVDIS	0.94	0.84	0.00	1.43	0.03
39	V15X25	Beam	88.25	ENVDIS	0.38	0.78	0.00	2.17	0.05
39	V15X25	Beam	176.50	ENVDIS	0.34	0.50	0.00	3.55	0.08
40	V15X25	Beam	0.00	ENVDIS	0.35	0.35	0.00	1.94	0.04
40	V15X25	Beam	47.25	ENVDIS	0.20	0.33	0.00	0.94	0.02
40	V15X25	Beam	94.50	ENVDIS	0.16	0.21	0.00	1.13	0.01
41	V15X25	Beam	0.00	ENVDIS	0.14	0.20	0.01	0.00	0.00
41	V15X25	Beam	71.50	ENVDIS	0.05	0.05	0.01	1.07	0.02
41	V15X25	Beam	143.00	ENVDIS	0.19	0.09	0.01	1.65	0.04
42	V15X25	Beam	0.00	ENVDIS	0.00	0.19	0.00	1.18	0.01
42	V15X25	Beam	334.20	ENVDIS	0.06	0.06	0.00	1.05	0.02
42	V15X25	Beam	668.40	ENVDIS	0.03	0.26	0.00	3.35	0.08
43	V15X25	Beam	0.00	ENVDIS	0.04	0.27	0.00	3.00	0.07
43	V15X25	Beam	41.00	ENVDIS	0.07	0.09	0.00	3.00	0.07
43	V15X25	Beam	82.00	ENVDIS	0.23	0.11	0.00	3.00	0.07
44	V15X25	Beam	0.00	ENVDIS	0.21	0.10	0.00	2.03	0.05
44	V15X25	Beam	117.30	ENVDIS	0.17	0.17	0.00	2.09	0.05
44	V15X25	Beam	234.60	ENVDIS	0.00	0.68	0.00	1.97	0.04
45	V15X25	Beam	0.00	ENVDIS	0.30	0.43	0.00	1.08	0.01
45	V15X25	Beam	55.00	ENVDIS	0.84	1.05	0.03	1.16	0.01
45	V15X25	Beam	110.00	ENVDIS	1.50	1.49	0.03	1.33	0.01
46	V15X25	Beam	0.00	ENVDIS	1.72	1.05	0.02	0.00	0.00
46	V15X25	Beam	227.50	ENVDIS	0.54	2.49	0.00	0.00	0.00
46	V15X25	Beam	455.00	ENVDIS	1.40	0.91	0.01	0.00	0.00
47	V15X25	Beam	0.00	ENVDIS	0.13	0.06	0.01	1.20	0.03
47	V15X25	Beam	108.75	ENVDIS	0.03	0.04	0.00	1.27	0.01
47	V15X25	Beam	217.50	ENVDIS	0.08	0.09	0.00	1.05	0.02
48	V15X25	Beam	0.00	ENVDIS	1.13	0.86	0.01	0.00	0.00
48	V15X25	Beam	108.75	ENVDIS	0.36	1.01	0.00	0.00	0.00
48	V15X25	Beam	217.50	ENVDIS	0.22	0.20	0.00	1.16	0.01
49	V15X25	Beam	0.00	ENVDIS	1.39	1.39	0.03	0.00	0.00
49	V15X25	Beam	63.75	ENVDIS	0.45	0.45	0.03	1.28	0.01
49	V15X25	Beam	127.50	ENVDIS	1.05	0.72	0.03	1.04	0.02
50	V15X25	Beam	0.00	ENVDIS	0.00	0.52	0.01	1.16	0.01
50	V15X25	Beam	156.46	ENVDIS	0.13	0.13	0.01	1.12	0.01
50	V15X25	Beam	312.92	ENVDIS	0.18	0.09	0.01	1.11	0.01

Nota. Diseño de vigas del bloque de enfermería del área de servicio de la UF6 Tomado del documento memorias estructurales del área de servicio de O&M Ingeniería Cía. Ltda., (2025)

Figura 18. Distribución de perlines del bloque de enfermería del área de servicio UF6



Nota. Distribución de perlines del bloque de enfermería del área de servicio UF6

Tabla 6. Diseño de perlines del bloque de enfermería

DISEÑO DE PERLINES						
ELEMENTO	SECCIÓN	TIPO	RADIO	TIPO	COMBO	UBICACIÓN
Texto	Texto	Texto		Texto	Texto	m
51	PTS90X50-2.00	Beam	0.48	PMM	ENVDIS	3.13
52	PTS90X50-2.00	Beam	0.62	PMM	ENVDIS	0.00
53	PTS90X50-2.00	Beam	0.70	PMM	ENVDIS	0.00
54	PTS90X50-2.00	Beam	0.34	PMM	ENVDIS	3.13
55	PTS90X50-2.00	Beam	0.61	PMM	ENVDIS	0.00
56	PTS90X50-2.00	Beam	0.63	PMM	ENVDIS	3.36
57	PTS90X50-2.00	Beam	0.34	PMM	ENVDIS	3.13
58	PTS90X50-2.00	Beam	0.45	PMM	ENVDIS	0.00
59	PTS90X50-2.00	Beam	0.39	PMM	ENVDIS	3.36
60	PTS90X50-2.00	Beam	0.32	PMM	ENVDIS	3.13
61	PTS90X50-2.00	Beam	0.49	PMM	ENVDIS	0.00
62	PTS90X50-2.00	Beam	0.40	PMM	ENVDIS	3.36
63	PTS90X50-2.00	Beam	0.32	PMM	ENVDIS	3.13
64	PTS90X50-2.00	Beam	0.47	PMM	ENVDIS	0.00
65	PTS90X50-2.00	Beam	0.38	PMM	ENVDIS	3.36
66	PTS90X50-2.00	Beam	0.32	PMM	ENVDIS	3.13

67	PTS90X50-2.00	Beam	0.46	PMM	ENVDIS	0.00
68	PTS90X50-2.00	Beam	0.42	PMM	ENVDIS	3.36
69	PTS90X50-2.00	Beam	0.38	PMM	ENVDIS	3.13
70	PTS90X50-2.00	Beam	0.65	PMM	ENVDIS	0.00
71	PTS90X50-2.00	Beam	0.73	PMM	ENVDIS	3.36

Nota. Diseño de los perlines del bloque de enfermería. Suministrado por O&M Ingeniería Cía. Ltda.

Para visualizar completamente las memorias estructurales del área de servicio, diríjase a al **Apéndice G.**

Los datos anteriormente observados en las tablas, se encuentran en la memoria de cálculo. Es importante tener en cuenta que los diseños anteriormente ilustrados se realizaron bajo los parámetros del software SAP200 siguiendo así cada uno de los parámetros de diseño.

De acuerdo a los resultados obtenidos durante el desarrollo de esta fase se demuestra que la planificación y la preparación técnica constituyen elementos determinantes para garantizar el seguimiento efectivo durante la ejecución de la obra. La definición de procedimientos, la estructuración de herramientas de control y la claridad en los criterios de evaluación técnica permitieron establecer un sistema organizado y confiable para la verificación continua de los procesos constructivos. Asimismo, se asegura que la ejecución del proyecto se realice bajo parámetros de calidad y eficiencia, cumpliendo con los estándares técnicos previstos y aportando solidez al desarrollo integral de la obra y fortaleciendo la capacidad de gestión y respuesta frente a las exigencias propias de la práctica profesional en ingeniería civil.

Objetivo 2.

Supervisar el control de los procesos constructivos de acuerdo al cronograma general del proyecto mediante inspecciones sistemáticas y registros técnicos, verificando el cumplimiento de los planos, especificaciones técnicas, rendimientos de obra y normativas de seguridad y salud en el trabajo, con el propósito de garantizar la seguridad, correcta utilización de materiales y técnicas de construcción.

Supervisión de Obra

En el desarrollo de la segunda fase, tuvo como objetivo supervisar el control de los procesos constructivos mediante la verificación continua en campo. Se llevaron a cabo inspecciones diarias en obra, verificando cuidadosamente los procesos constructivos y la correcta aplicación de los procedimientos, asegurando que cada actividad se desarrollara conforma los estándares técnicos y de calidad establecidos. Asimismo, se buscó consolidar un sistema de control efectivo que permitiera detectar oportunamente desviaciones y asegurar la trazabilidad de los procesos constructivos durante la ejecución del proyecto.

Gracias a este seguimiento continuo fue posible identificar desviaciones y malas prácticas constructivas, así como implementar correctivos oportunos que aseguraron la calidad del proyecto.

Dentro de las principales observaciones y acciones correctivas realizadas se destacan:

Tabla 7. *Observaciones en obra*

Observación	Registro fotográfico
-------------	----------------------

Se efectuaron llamados de atención al operador de la retroexcavadora por el no uso de los EPP y la dotación en horario laboral, garantizando el cumplimiento de normas de seguridad en obra y el cumplimiento de la resolución 0312 del 2019 en el cual establece los estándares mínimos del sistema de seguridad y salud en el trabajo (SG-SST).



Se orientó a los obreros en la instalación del geotextil NT2500 para la instalación de material granular sobre él y de esa forma asegurar el drenaje del agua subterránea hacia los filtros laterales de la vía. Se indicó realizar la instalación en dos fases: Extender el geotextil de forma longitudinal sobre la vía y en dos capas, posteriormente, realizar la costura de los geotextiles asegurando el traslapeo establecido en el diseño.



Se verificó el correcto dimensionamiento en la excavación mecánica para instalar los filtros laterales, con el propósito de asegurar el correcto proceso constructivo.



Se corroboró que los ejes de replanteo levantados luego del cérico del material coincidieran con los planos, verificando su correcta instalación del material.



Se elaboraron ensayos de densidad de campo por el método de cono de arena, con el propósito de verificar el cumplimiento de la norma INV E-161-07 en la cual establece los requisitos para determinar la densidad y el peso unitario de la base granular instalada en el lugar.



Se realizaron pruebas de temperatura al asfalto al momento de instalarlo, teniendo en cuenta que según el diseño debía cumplir con una temperatura mínima de 135°, pero también, como lo estipula CAP 4 de la normativa INVIAS en el cual establece las especificaciones generales de construcción de carreteras de pavimentos asfálticos.



Se realizaron la prueba de extracción de núcleos con el propósito de determinar el contenido de asfalto en las mezclas asfáltica, la normativa que rige este procedimiento es la norma INV E-732-13 en la cual se describe los métodos para la determinación cuantitativa del asfalto en mezclas asfálticas en caliente y muestras tomadas en pavimentos.



Nota. Tabla de observaciones realizadas durante la residencia de obra. Fuente: Propia (2025)

A continuación, se presenta un cuadro resumen de los principales hallazgos observados anteriormente de manera organizada, las acciones correctivas implementadas y los resultados alcanzados.

Tabla 8. *Cuadro de correctivos*

Hallazgo identificado	Acción correctiva implementada	Resultado obtenido
No uso de los EPP y dotación en horario laboral por parte del operador de la retroexcavadora.	Se realizaron llamados de atención para garantizar el cumplimiento de normas de seguridad.	El operador acató el uso obligatorio de los EPP durante la jornada laboral, mejorando el cumplimiento de las normas de seguridad y reduciendo el riesgo de incidentes en la operación de la retroexcavadora.
Se orientó a los obreros en la instalación del geotextil NT2500 para la instalación de material granular sobre él.	Se indicó realizar la instalación en dos fases: primera mitad, extender el geotextil de forma longitudinal y la segunda mitad, realizar la costura del geotextil asegurando el traslape establecido.	La instalación del geotextil se ejecutó conforme a las fases y lineamientos establecidos. Esto garantizó la continuidad del refuerzo, la estabilidad del material granular colocado sobre él y el cumplimiento de las especificaciones técnicas del proyecto.
Se verificó el correcto dimensionamiento en la excavación mecánica para instalar los filtros laterales, con el propósito de asegurar el correcto proceso constructivo.	Se recomendó realizar la excavación de forma controlada para evitar el deslizamiento de las paredes de la zanja y de esa forma evitar sobre excavaciones.	La excavación mecánica se ejecutó de manera controlada, manteniendo la estabilidad de las paredes de la zanja y garantizando el correcto dimensionamiento para la instalación de filtros laterales. Esto permitió cumplir con el proceso constructivo establecido y asegurar la seguridad y calidad en la ejecución de la obra.
Posibles errores en replanteo de ejes.	Se corroboró diariamente la ubicación de los ejes establecidos por los obreros.	Confirmación de que los ejes coincidían con los planos,

		garantizando precisión en la ejecución.
Se realizaron ensayos de densidad de campo con el propósito de verificar el peso unitario de la base granular instalada.	Se ajustaron procedimientos de compactación del material, incrementando el número de pasadas del equipo y verificando la humedad óptima para alcanzar la densidad requerida según especificaciones técnicas.	Los ensayos posteriores confirmaron que la base granular alcanzó el peso unitario y la densidad exigida del proyecto, garantizando la estabilidad estructural y el cumplimiento de los parámetros de calidad establecidos.
Baja temperatura del asfalto al momento de instalarlo.	Se realizaron pruebas de temperatura al asfalto cada 5 metros de instalado	Se comprobó que el asfalto cumplía con la temperatura establecida mínima según los parámetros de diseño.
Extracción de pruebas de núcleo al asfalto	Se ajustaron los procedimientos de compactación y control de mezcla asfálticas, verificando espesores y densidades mediante la extracción de núcleos con el fin de garantizar que la capa cumpliera con especificaciones de diseño y normativa vigente.	Los ensayos de núcleos confirmaron que el espesor y la densidad del pavimento asfáltico se encontraban dentro de los rangos establecidos, asegurando la calidad estructural de la vía y la durabilidad del proyecto conforme a los parámetros técnicos requeridos

Nota. Tabla de correctivos aplicados durante la residencia de obra. Fuente: Propia (2025)

Registro Diario de Actividades en Obra

Con el fin de dar cumplimiento a la tercera fase del proyecto, se desarrolló un registro detallado de cada una de las actividades ejecutadas diariamente. Para ello, se implementó una bitácora de obra, en la cual se consignaron aspectos relevantes como las actividades realizadas, el registro fotográfico, las condiciones climáticas y el personal.

La empresa suministró una plantilla de bitácora prediseñada, la cual inicialmente no contaba con programación ni funciones automatizadas. A partir de esta base, se realizó un proceso de actualización y mejora, logrando como resultado una plantilla automatizada y programada. Esta optimización tuvo como propósito agilizar y facilitar el diligenciamiento de la información, permitiendo un ahorro significativo de tiempo en el registro diario de las actividades de obra.

Figura 19. *Registro de actividades*

REGISTRO SUPERVISIÓN DE OBRA				
	EMPRESA O&M INGENIERÍA CIA LTDA		Julio de 2025	
			Semana 4	
Datos del Proyecto				
NOMBRE	UNIDAD FUNCIONAL 6 PROYECTO SANTANA-MOCHOA-NEIVA			
LOCALIZACIÓN	Carrera 3 # 18-16 Local 101			
FECHA DE INICIO	0			
FECHA DE FINALIZACIÓN	0			
Fecha	lunes, 21 de julio de 2025	Día	19	
Actividades	Registro fotográfico	Clima	Trabajadores	Herramientas
Se supervisa la ejecución del relleno con material seleccionado en áreas previamente excavadas, asegurando que el material sea extendido correctamente y que el vibrocompactador realice compactación homogénea por capas.		Nublado	Carlos Rodríguez	Camión de imprimación
		Nublado	Gilberto Guiza	Vibrocompactador
Se consolidan los registros y actividades ejecutadas entre el 7 y 20 de julio, organizando la información necesaria para el informe quincenal del proyecto.		Nublado	Camilo Barrera	Retroexcavadora
		Nublado	Mauricio Chantre	Topografía
		Nublado	Jaider Mora	Retrocargador
		Nublado	Johan Mendez	
		Nublado	Fredy mutumbajoy	
		Nublado	Ruben Noguera	
		Nublado	Adolfo Sarria	
		Nublado	Dannery Castro	
	Nublado			
	Nublado			
	Nublado			
	Nublado			
	Nublado			

Nota. Registro de obra realizada en Excel y programada. Fuente: Propia (2025)

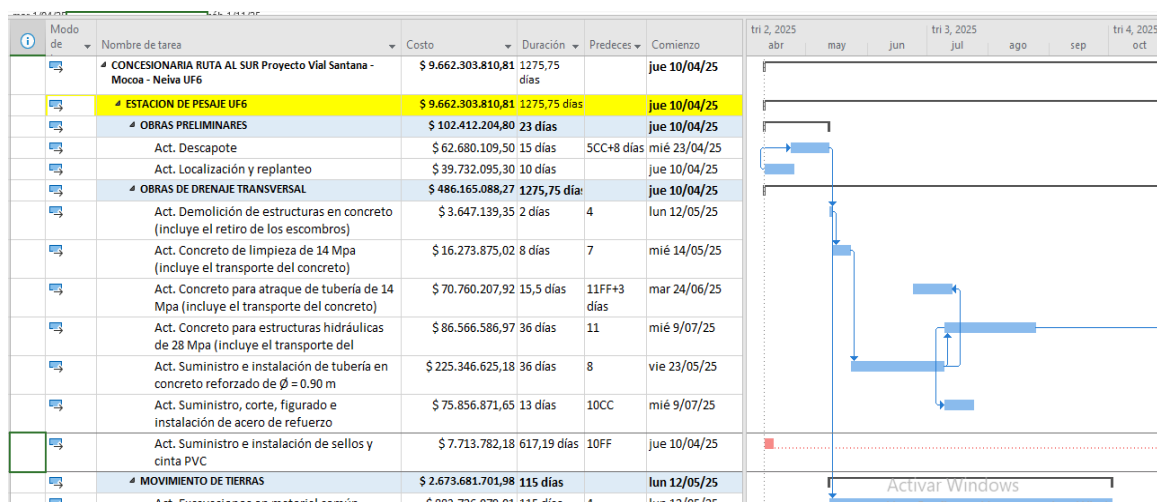
Para visualizar completamente la bitácora de obra, diríjase a al **Apéndice H**.

Programación del proyecto, ruta crítica y seguimiento de avances

Para la estación de pesaje de la Unidad Funcional 6 del proyecto vial Santana – Mocoa – Neiva se elaboró un cronograma detallado en entorno Microsoft Project, estructurado por paquetes de trabajo y relaciones de precedencia tipo red de actividades. En este cronograma se consolidan

los costos, duraciones, fechas de inicio y fin, así como las relaciones lógicas entre actividades, representadas mediante un diagrama de Gantt que se incluye en el **Apéndice O**

Figura 20. *Cronograma*



Nota. Cronograma en Project del proyecto. Fuente: O&M Ingeniería Cía. Ltda.

El proyecto presenta una duración contractual programada de 145,5 días calendario, comprendidos entre el 10 de abril y el 29 de agosto de 2025, para la construcción de la estación de pesaje UF6. Dentro de este horizonte se agrupan los frentes principales de obra: obras preliminares, obras de drenaje transversal, movimiento de tierras, bases y subbases, pavimentos, estructura, redes hidrosanitarias, redes contra incendio, equipos de bombeo y tanques de almacenamiento, y redes eléctricas y de telecomunicaciones, cada uno con su costo asociado y duración específica.

La ruta crítica del proyecto se identifica en el cronograma mediante barras resaltadas (actividades sin holgura), que encadenan las tareas cuya demora impacta directamente la fecha de terminación. Estas corresponden, principalmente, a las actividades de movimiento de tierras, conformación de bases y subbases, ejecución de pavimentos y construcción de la estructura y redes

asociadas, que se desarrollan de manera continua entre mayo y octubre de 2025. La representación gráfica de esta ruta crítica en el diagrama de Gantt permite visualizar de forma inmediata los tramos del proyecto con mayor sensibilidad frente a retrasos.

Durante la práctica profesional, el cronograma no se utilizó solo como documento estático, sino como herramienta de control. Con base en la información registrada en la bitácora de obra y en los informes periódicos, se actualizaron las fechas reales de inicio y terminación de las actividades, así como los porcentajes de avance físico. Estos progresos se reflejan en el diagrama de Gantt mediante barras de avance sobre cada actividad, lo que permitió comparar el comportamiento real de la obra frente a la programación inicial, identificar desviaciones y priorizar acciones correctivas en las actividades críticas. Los avances consolidados para el periodo de práctica se presentan igualmente en el **Apéndice o**, junto con el diagrama de Gantt completo del proyecto

Control Técnico de Materiales

Además de lo mencionado anteriormente, en esta fase se llevaron a cabo ensayos de laboratorio y pruebas de campo orientados a verificar la calidad de los materiales empleados y su correspondencia con las especificaciones técnicas del proyecto. Estos procedimientos constituyeron una herramienta fundamental para garantizar la confiabilidad de los procesos constructivos.

Los resultados de dichas pruebas se presentan a continuación:

Material Granular

- ***Densidad de Campo (Método Cono de Arena)***

El ensayo de densidad de campo por el método de cono de arena se realizó con el propósito de determinar el peso volumétrico y la humedad en el material de base granular tipo BG-40 instalada y compactada en obra. Esta prueba permitió verificar si el grado de compactación del material instalado cumplía con los requisitos del proyecto.

Teniendo en cuenta que se contrató una empresa contratista para la realización de los ensayos, Se cuenta con formatos de liberación o aceptación que permite certificar el correcto grado de instalación del material en tramos especificado. En dicha herramienta, se logra evidenciar el tramo al cual se le realizó el ensayo de densidad de campo, el valor de diseño y el valor de peso unitario del material encontrado en campo. También, la humedad encontrada en el material instalado. Los ensayos se realizaron conforme a lo establecido en las normas del Instituto Nacional de Vías (INVIAS), específicamente en la normativa INV E 161-13, el cual establece los parámetros para realizar el ensayo por el método del cono y arena.

Figura 21. Formato de entrega de liberación de material instalado.

EL CONDOR S.A.		REGISTRO DE INSPECCIÓN DE SUBRASANTE, TERRAPLEN, SBO, BG, SBOG, SBOC, RECICLADO, SUELO CEMENTO, SUELO ESTABILIZADO		VERSION 2
		ESTABILIZADO	0858	PÁGINA 1 DE 1
PROYECTO: <u>Don Agustín Zúñiga</u>		UNIDAD FUNCIONAL:		FECHA: <u>22-09-2025</u>
CALZADA: <u>CARRIL DERECHA PRINCIPAL</u>		PK: <u>PRINCIPAL</u>		
TIPO DE MATERIAL: <u>Base Granular</u>		PROCEDENCIA DE MATERIAL: <u>Planta Meca K4150</u>		
CONTROL DE LA EJECUCIÓN	Items Verificados	Diseño	Encuentro	Observaciones
	1. Humedad del material (%)	6.93	5	C
	2. Densidad (g/cm³)	2.187	2.157	C
	3. Compactación (%)	98	99.6	C
	4. CSR (%)	NA	NA	NA
	5. Caudales (L/s) *	NA	NA	NA
	6. Espesor capa (cm) **	21	21	
	Items Verificados	Liberación		
	7. Inspección visual del material	C		
	8. Diferenciación (grados de carga por voladura control)	C		
9. Caudal	C			
10. Otro	NA			
TOPOGRAFÍA	Plano/Corte topográfico de Referencia:	Observaciones:		
	Plano/Corte topográfico: <u>SMU - UFI - PU - RI - DCS</u>	<u>Corte de Nuestrito - Paralelo - 1156/11560 - Betún</u> <u>(K2+000-KS+100) RAM 11-06-2025</u> <u>Alternativa escogida Reconstrucción</u>		
C. CONFORME		NO. NO APLICA		
RESPONSABLE INSPECCIÓN	TOPOGRAFÍA	PRODUCCIÓN	CONTROL DE LA EJECUCIÓN	
	Nombre: <u>Salvador Sánchez</u>	Nombre: <u>Andrés Jara</u>	Nombre: <u>John Amador</u>	
	Firma: <u>[Firma]</u>	Firma: <u>[Firma]</u>	Firma: <u>[Firma]</u>	
	Cargo: <u>Ing. Civil</u>	Cargo: <u>Ing. Civil</u>	Cargo: <u>Ing. Civil</u>	
NOTA: <u>Subcontratista OYM</u>		NOTA: <u>Subcontratista OYM</u>		

* Los muestreos de LUGS se realizan sobre los materiales con curva de distribución
 ** Se debe verificar con la diferencia entre máx. diseño y capacidad de carga la información indicada en el Registro de Control de Calidad Topográfico

Nota. Formato de liberación del material instalado de acuerdo a los datos encontrados por medio del ensayo de densidad de campo método cono de arena. Fuente: Propia (2025)

Para visualizar completamente los formatos de liberación de cada material de acuerdo al tramo en el cual se realizó el ensayo, diríjase a al **Apéndice I**.

Figura 22. *Ensayo de densidad de campo*



Nota. Evidencias del ensayo de densidad de campo. Fuente: Propia (2025)

Como resultado en el tramo del Km 2+000 al KM 5+000 del ensayo densidad de campo por el método de cono y arena se encontró un valor de humedad del 5%, teniendo en cuenta que la humedad de diseño del material es 6,93%. El valor de compactación encontrado correspondía al 99,6 % del valor de compactación de diseño. Es decir, de 2187 Kg/m³.

Este resultado evidencia que el material instalado cumplía con los parámetros de diseño estipulados en sus especificaciones.

En conclusión, el resultado obtenido en el de densidad de campo cumplía con los rangos de trabajabilidad requeridos para la construcción de acuerdo al diseño.

De acuerdo a los resultados obtenidos durante el desarrollo de esta fase es posible determinar que el seguimiento constante y la verificación detallada de los procesos constructivos son determinantes para garantizar la calidad del proyecto. Las inspecciones diarias permitieron identificar desviaciones y malas prácticas, lo que facilitó la implementación de correctivos oportunos que fortalecieron la eficiencia y confiabilidad de la obra. En consecuencia, esta fase consolidó un esquema de control técnico que asegura el cumplimiento de los procesos establecidos y contribuye a mantener los estándares de calidad y desempeño durante la ejecución del proyecto.

Objetivo 3.

Revisar el cálculo de materiales necesarios para el proyecto utilizando herramientas técnicas y registros que permitan minimizar los desperdicios, garantizando el uso eficiente de los recursos, con el propósito de optimizar la gestión de materiales y contribuir al desarrollo sostenible del proyecto.

Calculo General del Proyecto

Como parte de este proceso, y con el propósito de estimar los costos asociados a las actividades proyectadas, se implementaron herramientas técnicas y registros específicos empleando la herramienta Excel que permitieron evaluar con precisión las cantidades requeridas en cada proceso constructivo. Esta verificación se orientó a minimizar los desperdicios y garantizar el uso eficiente de los recursos, asegurando que la gestión de materiales se realizara de manera organizada y controlada. Asimismo, se buscó consolidar un sistema de disponibilidad que optimizara la disponibilidad y el aprovechamiento de insumos, contribuyendo directamente al desarrollo sostenible del proyecto y al cumplimiento de los estándares técnicos y de calidad establecidos.

Tabla 9. *Presupuesto general instalación de granulares y carpeta asfáltica*

CONTRATO DE OBRA PARA LA INFRAESTRUCTURA DE OPERACIÓN DE DA UNIDAD FUNCIONAL 6 PROYECTO SANTANA-MOCHOA-NEIVA	
EMPRESA:	O&M Ingeniería Cía. Ltda.
PROYECTO:	Santana-Mocha-Neiva
DIRECCIÓN:	Unidad Funcional 6-UF6.
TELÉFONO:	3185895467



1.Movimiento de Tierras

Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	Valor Unitario (COP)	Valor Total (COP)
1.1	Limpieza y desbroce de terreno	m ²	50.000	1.500	\$ 75.000.000
1.2	Excavación común	m ³	35.000	22.000	\$ 770.000.000
1.3	Carga, transporte y disposición de material sobrante	m ³	20.000	25.000	\$ 500.000.000
1.4	Relleno compactado con material seleccionado	m ³	15.000	30.000	\$ 450.000.000
Subtotal Movimiento de Tierras					1.795.000.000
2. Obras de drenaje					
Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total (COP)
2.1	Base granular tipo BG-40 (espesor 28 cm)	m ³	153.720	70.000	\$ 10.760.400.000
2.2	Material filtrante MF-50 para lecho filtrante (espesor 15 cm)	m ³	82.350	90.000	\$ 7.411.500.000
2.3	Piedra filtro tamaño 1" a 3" para filtros laterales	m ³	45.920	\$85.000	\$ 3.903.200.000
2.4	Geotextil no tejido NT2500 3.5 PAVCO	und	1029	\$27.500	\$28.297.500
2.5	Carpeta asfáltica SCT Kant tipo 3 (espesor 7 cm)	m ³	38.430	210.000	\$ 8.070.300.000
2.6	Suministro e instalación de emulsión asfáltica TIPO CRM	m ²	549.000	3.000	\$ 1.647.000.000
Subtotal Pavimento					\$ 31.820.697.500
3. Obras Complementarias					
Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	Valor Unitario (COP)	Valor Total (COP)
3.1	Suministro e instalación de señalización horizontal (marca	m ²	4.000	35.000	\$ 140.000.000

	vial con resina termoplástica)				
3.2	Instalación de señalización vertical (señales preventivas, reglamentarias)	und	300	280.000	\$ 84.000.000
3.3	Instalación de defensas metálicas de seguridad (defensas)	m	2.000	160.000	\$ 320.000.000
Subtotal Obras Complementarias					\$ 544.000.000
Subtotal					\$ 34.159.697.500
Administración				11%	\$ 3.757.566.725
Imprevistos				2%	\$ 683.193.950
Utilidad				5%	\$ 1.707.984.875
Total				18%	\$ 40.308.443.050

Nota. Presupuesto general detallado de instalación de granulares y carpeta asfáltica. Fuente: Propia (2025)

Registro de Materiales

Además de llevar registro de las cantidades totales en el proyecto, se realizó el cálculo de materiales mediante la herramienta Excel. En esta hoja de control se programó y automatizó el cálculo de los insumos requeridos para cada proceso constructivo del mejoramiento realizado a la vía, lo que permitió obtener una estimación precisa y rápida de los recursos necesarios.

Los principales materiales cuantificados fueron: Base granular tipo BG-40, insumos indispensables para el desarrollo de las actividades de instalación de materiales granulares sobre la vía.

Figura 23. *Formato de solicitud de material granular para el tramo*

		PROGRAMACIÓN DE MATERIAL GRANULAR Y/O MEZCLA ASFÁLTICA EN OBRA										VERSIÓN	1			
												PÁGINA	1 DE 1			
Fecha solicitud: 10-07-2025 Solicitante: Ing. Adolfo Sarria / OyM													Fecha instalación: _____			
Tipo de material (Base - Sub Base - Mezcla Asfáltica - Piedra)	Carril	Ubicación		Hora estimada de cargue	Cantidad			Capa						Observaciones		
		Absisa Inicial	Absisa Final		m3 comp.	m3 Suelto	Ton	SB	B	CN	C11	C12	Filtro			
Material Filtrante MF-50	Der	PR2+000	Km 5+000	7:00 a. m.		210,0						x				Lechos Filtrantes UF5 Destino: 174.04.69 Placas: 7 VO O&M-VD- 024.060.172.Q172.289.292.483.
Piedra filtro	lqz	PR2+000	Km 5+000	7:00 a. m.		140,0							x			Lechos Filtrantes UF5 Destino: 174.04.69 Placas: 4VO O&M-VD- 562.697.790, 878
Base	Der	PR2+000	Km 5+000	1:00 p. m.		11200,0					x					Lechos Filtrantes UF5 Destino: 174.04.69 Placas: 11 VO O&M-VD- 024.060.172.Q172.289.292.483, 562.697.790.878
SB: Sub base B: Base C1: Capa intermedia 1 C2: Capa intermedia 2 CR: Capa de rodadura Filtro: Material filtrante																

Nota. Formato por medio del cual se solicitaba material granular a la empresa encargada de suministrarlo. Fuente: Propia (2025)

Para visualizar completamente los formatos solicitud de material granular a la empresa encargada de suministrarlo, de acuerdo al tramo en el cual se iba a instalar, diríjase a al

Apéndice J.

Registro de Acero

A continuación, se presentan los cálculos desarrollados a partir de los planos estructurales, correspondientes al acero de refuerzo de cada uno de los módulos que hacen parte del diseño en el área de servicio de la unidad funcional 6 del proyecto Santana-Mocoa-Neiva. Dichos cálculos permitieron cuantificar de manera precisa la cantidad de acero requerido, especificando diámetros, longitudes, estribos y ganchos necesarios para la correcta ejecución del refuerzo, garantizando así el cumplimiento de las especificaciones técnicas y normativas vigentes.

Tabla 10. *Cartilla de acero para zapatas de la cubierta en el restaurante del área de servicio*

RESUMEN TOTAL ACEROS CIMIENTOS ZAPATA PEDESTAL UF6 SERVICIO					
Ø Pulgadas	Kg/m x 1 m	Total, Kilos	No Zapatas	Varilla 6 m	Varilla 12 m
3/8	0,56	276,76	8	82	41
1/2	0,994	195,89	8	33	16
5/8	1,552	305,86	8	33	16
3/4	2,235	437,7	8	33	16
		1216,22			

Tabla 11. *Cartilla de acero cimiento vigas de la cubierta en el restaurante del área de servicio*

RESUMEN TOTAL ACEROS CIMIENTOS VIGAS UF6 SERVICIO					
Ø Pulgadas	Kg/m x 1 m	Total, Kilos	No Zapatas	Varilla 6 m	Varilla 12 m
3/8	0,560	762,09		227	113
5/8	1,552	317,36		34	17
		1079,46			

Nota. Tabla de cálculo de acero de la cubierta en el restaurante. Fuente: Propia (2025)

Tabla 12. *Cartilla de acero módulo de operaciones del área de servicio*

RESUMEN DE ACEROS MODULO OPERACIONES UF6-SERVICIO				
Ø Pulgadas	Kg/m x 1 m	Total, Kilos	Varilla 6 m	Varilla 12 m
1/4	0,250	165,05	110	55
3/8	0,560	267,70	80	40
1/2	0,994	519,82	87	44
5/8	1,552	398,93	43	21
		1351,50		

Nota. Tabla de cálculo de acero del módulo de operaciones. Fuente: Propia (2025)

Tabla 13. *Cartilla de acero de cimientos de zapata de cubierta taller del área de servicio*

RESUMEN TOTAL ACEROS CIMIENTOS ZAPATA PEDESTAL UF6 SERVICIO					
Ø Pulgadas	Kg/m	Total, Kilos	No Zapatas	Varilla 6 m	Varilla 12 m
3/8	0,560	32,56	4	10	5

1/2	0,994	91,85	4	15	8
5/8	1,552	56,49	4	6	3
180,90					

Tabla 14. *Cartilla de acero de cimientos de zapata de cubierta taller del área de servicio*

RESUMEN TOTAL ACEROS CIMIENTOS VIGAS UF6					
SERVICIO					
Ø	Kg/m	Total,	No	Varilla	Varilla
Pulgadas	x 1	Kilos	Zapatas	6 m	12 m
3/8	0,560	81,36		24	12
5/8	1,552	195,18		21	10
276,54					

Nota. Tabla de cálculo de acero del módulo de cubierta taller del área de servicio. Fuente: Propia (2025)

Tabla 15. *Cartilla de acero módulo de administración del área de servicio*

RESUMEN DE ACEROS MODULO ADMINISTRACION				
UF6-SERVICIO				
Ø Pulgadas	Kg/m x	Total,	Varilla 6	Varilla
	1 m	Kilos	m	12 m
1/4	0,25	145,74	97	49
3/8	0,56	289,3	86	43
1/2	0,994	347,9	58	29
5/8	1,552	455,67	49	24
1238,61				

Nota. Tabla de cálculo de acero del módulo de cubierta taller del área de servicio. Fuente: Propia (2025)

Tabla 16. *Cartilla de acero módulo de baños del área de servicio*

RESUMEN DE ACERO MODULO BAÑO UF6-				
SERVICIO				
Ø	Kg/m x	Total,	Varilla	Varilla
Pulgadas	1 m	Kilos	6 m	12 m
1/4	0,250	216,27	144	96

3/8	0,560	456,77	136	68
1/2	0,994	571,74	96	48
5/8	1,552	684,49	74	37
1929,27				

Nota. Tabla de cálculo de acero del módulo de cubierta taller del área de servicio. Fuente: Propia (2025)

Tabla 17. *Cartilla de acero módulo de baños del área de servicio*

RESUMEN DE ACEROS MODULO ENFERMERIA UF6-SERVICIO				
Ø	Kg/m x	Total,	Varilla	Varilla
Pulgadas	1 m	Kilos	6 m	12 m
1/4	0,25	152,13	101	51
3/8	0,56	297,11	88	44
1/2	0,994	371,06	62	31
5/8	1,552	523,58	56	28
1343,88				

Nota. Tabla de cálculo de acero módulo de enfermería del área de servicio UF6. Fuente: Propia (2025)

Para visualizar completamente los datos de los materiales de acero en formato PDF y DWG, diríjase al **Apéndice K**

La culminación de esta fase permitió comprobar que la revisión precisa del cálculo de materiales apoyada en herramientas técnicas y registros específicos, constituye un elemento clave para optimizar la gestión de insumos en obra. La aplicación de estos procedimientos redujo significativamente los desperdicios y garantizó un uso eficiente de los recursos, fortaleciendo la sostenibilidad del proyecto y asegurando la coherencia con los estándares técnicos establecidos.

Objetivo 4

Modelar el tramo de correspondiente al proyecto de infraestructura unidad funcional 6 Santana-Mocoa-Neiva, utilizando el software especializado AutoCAD Civil 3D. con el propósito

de cumplir con las especificaciones del proyecto y facilitar su ejecución conforme a los estándares establecidos.

En el desarrollo de esta fase, cuyo objetivo fue modelar el tramo correspondiente al proyecto de infraestructura de la unidad funcional 6 Santana – Mocoa- Neiva, se empleó el software especializado AutoCAD Civil 3D como herramienta principal para la representación digital del diseño. Esta etapa se orientó a generar un modelo preciso que integre las especificaciones técnicas del proyecto, permitiendo observar con detalle las condiciones geométricas y constructivas requeridas. De esta manera, se buscó facilitar la ejecución en campo mediante la disponibilidad de información confiable y ajustada a los estándares establecidos, consolidando un soporte técnico que garantizara la correcta planificación y control de los procesos constructivos asociados al tramo.

Verificación de Carteras Topográficas

Para dar cumplimiento a la última fase, antes de proceder con el modelado en el software especializado AutoCAD Civil3D fue necesario realizar una revisión exhaustiva de los planos de diseño, la cartera, la cual contenía los puntos del levantamiento el cual se le realizó a la vía y así poder realizar el mejoramiento en su estructura vial. En esta etapa se verificó la correcta disposición de los puntos del levantamiento, los espesores especificados de acuerdo al material instalado en la estructura vial (Base granular, carpeta asfáltica y piedra filtro para la instalación en filtros laterales de la vía, el cumplimiento de la normativa vigente. Como resultado de este análisis preliminar, se recopiló la siguiente información:

Figura 24. Cartera con los volúmenes totales de acuerdo a la abscisa

Total Volume Table						
Station	Fill Area	Cut Area	Fill Volume	Cut Volume	Cumulative Fill Vol	Cumulative Cut Vol
2+00.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2+20.00	0.00	11.74	0.00	4.35	0.00	4.35
2+40.00	0.00	17.85	0.00	10.96	0.00	15.31
2+60.00	0.00	20.22	0.00	14.10	0.00	29.41
2+80.00	0.00	20.21	0.00	14.97	0.00	44.39
3+00.00	0.00	12.04	0.00	11.84	0.00	56.33
3+20.00	0.19	2.30	0.07	5.31	0.07	61.64
3+40.00	6.97	0.00	2.65	0.85	2.72	62.49
3+60.00	9.33	0.00	6.04	0.00	8.76	62.49
3+80.00	5.81	0.00	5.53	0.00	14.30	62.49
4+00.00	3.03	0.00	3.20	0.02	17.50	62.52
4+20.00	10.85	0.00	5.03	0.02	22.53	62.54
4+40.00	9.84	0.00	7.55	0.00	30.08	62.54
4+60.00	8.71	0.00	6.87	0.00	36.95	62.54
4+80.00	8.22	0.00	6.27	0.00	43.22	62.54
5+00.00	3.24	1.18	4.24	0.44	47.47	62.98
5+20.00	0.02	6.60	1.20	2.88	48.67	65.86
5+40.00	0.00	12.54	0.01	7.09	48.68	72.95
5+49.64	0.00	15.01	0.00	4.92	48.68	77.87
5+50.00	0.00	15.10	0.00	0.20	48.68	78.07

Nota. Cartera topográfica que contiene los volúmenes totales de corte y de lleno según la abscisa de la vía.

Figura 25. Cartera con los volúmenes totales de acuerdo a la abscisa

Total Volume Table						
Station	Fill Area	Cut Area	Fill Volume	Cut Volume	Cumulative Fill Vol	Cumulative Cut Vol
5+60.00	0.00	19.55	0.00	6.35	48.68	84.42
5+70.00	0.00	22.11	0.00	7.64	48.68	92.06
5+80.00	0.00	20.34	0.00	7.91	48.68	99.96
5+90.00	0.00	18.10	0.00	7.17	48.68	107.13
6+00.00	0.00	14.94	0.00	6.07	48.68	113.20
6+10.00	0.00	9.43	0.00	4.48	48.68	117.68
6+20.00	0.28	1.48	0.06	2.00	48.73	119.68
6+30.00	0.00	2.09	0.05	0.65	48.78	120.33
6+37.31	0.00	2.58	0.00	0.63	48.78	120.96
6+40.00	0.00	2.89	0.00	0.27	48.78	121.23
6+50.00	0.00	3.41	0.00	1.15	48.78	122.38
6+60.00	0.00	3.56	0.00	1.27	48.78	123.65
6+70.00	0.00	3.78	0.00	1.34	48.78	124.99
6+80.00	0.00	4.14	0.00	1.44	48.78	126.43
6+90.00	0.00	4.41	0.00	1.58	48.78	127.99
7+00.00	0.00	3.25	0.00	1.40	48.78	129.39
7+10.00	0.14	1.84	0.03	0.93	48.81	130.32
7+20.00	0.00	3.52	0.03	0.98	48.83	131.29
7+24.99	0.00	4.67	0.00	0.75	48.83	132.04
7+40.00	0.00	8.23	0.00	3.59	48.83	135.63

Nota. Cartera topográfica que contiene los volúmenes totales de corte y de lleno según la abscisa de la vía.

Figura 26. Cartera con los volúmenes totales de acuerdo a la abscisa

Total Volume Table						
Station	Fill Area	Cut Area	Fill Volume	Cut Volume	Cumulative Fill Vol	Cumulative Cut Vol
7+60.00	0.00	14.29	0.00	8.34	48.83	143.97
7+80.00	0.00	9.02	0.00	8.83	48.83	152.61
8+00.00	5.76	0.00	2.13	3.34	50.97	155.95
8+20.00	10.88	0.00	6.16	0.00	57.13	155.95
8+40.00	16.91	0.00	10.29	0.00	67.42	155.95
8+60.00	8.08	0.09	9.26	0.03	76.67	155.98
8+80.00	0.87	2.16	3.24	0.83	78.91	156.81
9+00.00	0.85	2.42	0.56	1.89	80.48	158.51
9+20.00	2.73	1.10	1.33	1.30	81.80	159.81
9+40.00	1.87	1.87	1.83	1.14	83.44	160.95
9+60.00	0.12	3.74	0.66	2.11	84.10	163.06
9+80.00	0.00	7.24	0.04	4.07	84.14	167.13
10+00.00	0.00	10.55	0.00	6.59	84.14	173.72
10+17.05	0.00	16.55	0.00	8.55	84.14	182.27
10+20.00	0.00	17.78	0.00	1.88	84.14	184.15
10+30.00	0.00	21.78	0.00	7.30	84.14	191.45
10+40.00	0.00	20.05	0.00	7.72	84.14	199.18
10+44.28	0.00	19.22	0.00	3.09	84.14	202.27
10+50.00	0.00	18.25	0.00	3.97	84.14	206.24
10+60.00	0.00	16.50	0.00	6.42	84.14	212.66

Nota. Cartera topográfica que contiene los volúmenes totales de corte y de lleno según la abscisa de la vía.

Figura 27. Cartera con los volúmenes totales de acuerdo a la abscisa

Total Volume Table						
Station	Fill Area	Cut Area	Fill Volume	Cut Volume	Cumulative Fill Vol	Cumulative Cut Vol
10+70.00	0.00	13.11	0.00	5.47	84.14	218.13
10+71.48	0.00	12.52	0.00	0.70	84.14	218.83
10+80.00	0.00	8.23	0.00	3.27	84.14	222.10
11+00.00	16.22	0.00	6.75	3.05	90.89	225.15
11+20.00	42.19	0.00	22.37	0.00	113.26	225.15
11+40.00	56.18	0.00	36.42	0.00	149.88	225.15
11+60.00	69.76	0.00	46.64	0.00	196.32	225.15
11+80.00	83.48	0.00	49.35	0.00	245.87	225.15
12+00.00	58.18	0.00	45.09	0.00	290.72	225.15
12+20.00	50.22	0.00	40.14	0.00	330.86	225.15
12+26.93	47.40	0.00	16.15	0.00	347.01	225.15
12+30.00	47.15	0.00	1.87	0.00	348.88	225.15
12+40.00	45.37	0.00	17.08	0.00	385.96	225.15
12+50.00	45.40	0.00	16.77	0.00	382.72	225.15
12+60.00	39.55	0.00	15.69	0.00	398.42	225.15
12+70.00	34.00	0.00	13.58	0.00	412.00	225.15
12+80.00	27.72	0.00	11.39	0.00	423.38	225.15
12+90.00	18.04	0.00	8.41	0.00	431.79	225.15
13+00.00	8.38	0.00	4.83	0.00	436.62	225.15
13+10.00	2.34	1.01	1.95	0.19	438.57	225.34

Nota. Cartera topográfica que contiene los volúmenes totales de corte y de lleno según la abscisa de la vía.

Figura 28. Cartera con los volúmenes totales de acuerdo a la abscisa

Total Volume Table						
Station	Fill Area	Cut Area	Fill Volume	Cut Volume	Cumulative Fill Vol	Cumulative Cut Vol
13+15.14	0.73	2.18	0.28	0.31	438.85	225.68
13+20.00	0.40	2.86	0.10	0.46	438.95	226.12
13+30.00	0.06	4.45	0.08	1.38	439.04	227.50
13+40.00	0.00	8.17	0.01	2.38	439.05	229.88
13+50.00	0.00	10.71	0.00	3.52	439.05	233.37
13+60.00	0.00	13.39	0.00	4.48	439.05	237.85
13+70.00	0.00	18.63	0.00	5.93	439.05	243.78
13+80.00	0.00	21.25	0.00	7.39	439.05	251.18
13+90.00	0.00	21.53	0.00	7.93	439.05	259.10
14+00.00	0.00	22.58	0.00	8.20	439.05	267.30
14+01.35	0.00	22.25	0.00	1.12	439.05	268.42
14+20.00	0.00	17.13	0.00	13.60	439.05	282.02
14+40.00	0.00	15.43	0.00	12.06	439.05	294.08
14+60.00	0.00	12.27	0.00	10.28	439.05	304.34
14+80.00	2.33	2.97	0.86	5.64	439.91	309.98
14+80.48	2.49	2.83	0.04	0.05	439.95	310.03
14+90.00	3.37	2.05	1.07	0.82	441.02	310.85
15+00.00	12.15	0.00	2.94	0.36	443.96	311.22
15+10.00	20.74	0.00	6.17	0.00	450.13	311.22
15+20.00	26.89	0.00	8.86	0.00	459.00	311.22

Nota. Cartera topográfica que contiene los volúmenes totales de corte y de lleno según la abscisa de la vía.

Figura 29. Cartera con los niveles y cotas para a instalación de la base granular

CARTERA INSTALACIÓN DE BASE GRANULAR																
DIFERENCIAS							COTAS REALES							Alt Inst	ANCHOS DISEÑO	
BORD IZQ	2	0,3	0	0,3	2	BORD DER	BORD IZQ	2	0,3	0	0,3	2	BORD DER		BORD IZQ	BORD DER
-5,433	-5,336094	-5,244214	-5,228	-5,211828	-5,120189219	-5,032	1807,213	1807,213	1807,213	1807,213	1807,213	1807,213	1807,213		3,793	3,636
-5,034	-4,943152	-4,851223	-4,84153E-14	-4,818773	0,009181571	0,014	1807,213	1807,213	1802,378	1807,213	1802,477	1802,563	1807,213		3,68	3,679
-4,612	-4,53723	-4,454585	-4,44	-4,425388	-4,342583423	-4,259	1807,213	1807,213	1807,213	1807,213	1807,213	1807,213	1807,213		3,538	3,716
-4,154	-4,100711	-4,043157	0,005	-4,022909	0,000271757	7,4607E-14	1807,213	1807,213	1807,213	1803,175	1807,213	1803,247	1803,306	1807,213	3,574	3,746
-3,685	-3,653776	-3,619966	-3,614	-3,608022	-3,574148778	-3,539	1807,213	1807,213	1807,213	1807,213	1807,213	1807,213	1807,213	1807,213	3,57	3,764
-3,252	-3,221638	-3,187946	-1,64313E-14	-3,175952	0,000318302	5,32907E-15	1807,213	1807,213	1807,213	1804,051	1807,213	1804,071	1804,107	1807,213	3,532	3,77
-2,806	-2,776	-2,742	-2,736	-2,730033	-2,696219838	-2,66	1807,213	1807,213	1807,213	1807,213	1807,213	1807,213	1807,213	1807,213	3,5	3,821
-2,348	-2,318	-2,284	-1,9984E-14	-2,272	-5,63993E-14	0,006	1807,213	1807,213	1807,213	1804,935	1807,213	1804,975	1805,014	1807,213	3,5	4,25
-1,879	-1,849	-1,815	-1,809	-1,802983	-1,76888935	-1,722	1807,213	1807,213	1807,213	1807,213	1807,213	1807,213	1807,213	1807,213	3,5	4,338
-1,408	-1,378	-1,344	3,4639E-14	-1,332036	-0,000238569	0,002	1807,213	1807,213	1807,213	1805,875	1807,213	1805,915	1805,963	1807,213	3,5	4,527
-0,938	-0,907977	-0,873997	-0,868	-0,862004	-0,82802579	-0,775	1807,213	1807,213	1807,213	1807,213	1807,213	1807,213	1807,213	1807,213	3,502	4,653
-0,473	-0,442739	-0,408961	-1,9984E-14	-0,396971	-0,002807411	-1,63758E-14	1807,213	1807,213	1807,213	1806,81	1807,213	1806,853	1806,906	1807,213	3,523	4,777
-0,048	-0,006608	0,0398089	0,048	0,0561229	0,102152354	0,182	1807,213	1807,213	1807,213	1807,213	1807,213	1807,213	1807,213	1807,213	3,516	4,949
-4,347	-4,280373	-4,204406	-3,10862E-14	-4,177608	0,000282203	0,004	1811,888	1811,888	1811,888	1807,697	1811,888	1807,786	1807,92	1811,888	3,491	5,085
-3,988	-3,894358	-3,788654	-3,77	-3,751354	-3,645690043	-3,466	1811,888	1811,888	1811,888	1811,888	1811,888	1811,888	1811,888	1811,888	3,506	4,891
-3,574	-3,483848	-3,381127	1,70974E-13	-3,344897	-0,000310345	0,012	1811,888	1811,888	1811,888	1808,525	1811,888	1808,646	1808,786	1811,888	3,492	4,524
-3,119	-3,056648	-2,983847	-2,971	-2,958136	-2,885242728	-2,8	1811,888	1811,888	1811,888	1811,888	1811,888	1811,888	1811,888	1811,888	3,456	3,988
-2,676	-2,638575	-2,595586	3,4639E-14	-2,580431	0,000458716	0,003	1811,888	1811,888	1811,888	1809,3	1811,888	1809,35	1809,385	1811,888	3,48	3,488
-2,275	-2,244943	-2,210991	-2,205	-2,202654	-2,189356895	-2,178	1811,888	1811,888	1811,888	1811,888	1811,888	1811,888	1811,888	1811,888	3,505	3,452
-1,892	-1,861875	-1,827981	0,005	-1,824865	-9,72222E-05	-1,728	1811,888	1811,888	1811,888	1810,061	1811,888	1810,047	1810,033	1811,888	3,511	3,456
-1,509	-1,478875	-1,444981	-1,439	-1,444967	-1,478780917	-1,508	1811,888	1811,888	1811,888	1811,888	1811,888	1811,888	1811,888	1811,888	3,511	3,469
-1,126	-1,095966	-1,061995	-1,056	-1,061941	-1,095609644	-1,125	1811,888	1811,888	1811,888	1811,888	1811,888	1811,888	1811,888	1811,888	3,503	3,484
-0,743	-0,713034	-0,679005	-0,673	-0,679002	-0,713011432	-0,743	1811,888	1811,888	1811,888	1811,888	1811,888	1811,888	1811,888	1811,888	3,497	3,499
-0,36	-0,330011	-0,296002	3,63598E-14	-0,295974	0,000170697	1,00031E-13	1811,888	1811,888	1811,888	1811,598	1811,888	1811,558	1811,528	1811,888	3,499	3,515
0,023	0,0530912	0,0870137	0,093	0,087056	0,0537362	0,023	1811,888	1811,888	1811,888	1811,888	1811,888	1811,888	1811,888	1811,888	3,508	3,533

Nota. Cartera topográfica que contiene lo los niveles y cotas para a instalación de la base granular. Suministrado por comisión de topografía de la empresa O&M Ingeniería Cía. Ltda.

Para visualizar completamente La cartera con información para la instalación de la base granular, dirigirse al **Apéndice M**.

Se establecieron los parámetros de diseño tales como el ancho de la calzada, el ancho del carril, el ancho de la cuneta, el ancho de la berma, espesores del material a instalar tales como el espesor que tenía que llevar una vez instalada la capa de base granular, el espesor de la carpeta asfáltica intermedia y la capa de rodadura final.

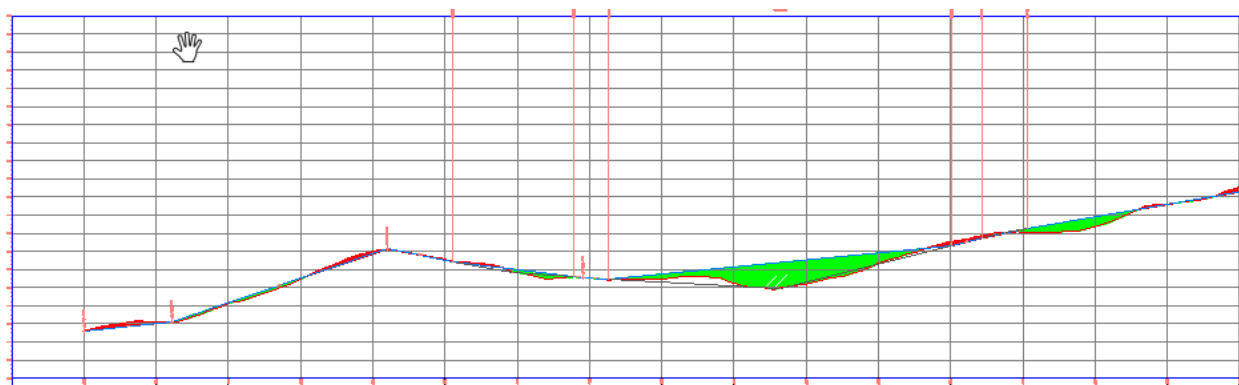
En cuanto a las especificaciones de materiales, se determinó teniendo en cuenta el diseño el uso base granular tipo BG-40 teniendo en cuenta como lo especifica el instituto nacional de vías INVIAS en su manual diseño geométrico carreteras, para el material de asfalto teniendo en cuenta que era necesario instalar capa intermedia de asfalto, el tipo de mezcla era SCT Kant Tipo3 era una mezcla tibia teniendo en cuenta el clima y la temperatura en el lugar de instalación. Para la capa de rodadura en asfalto se determinó por diseño que la mezcla era tipo SCT RANT TIPO 1 para la capa de rodadura, el tipo de mezcla y las especificaciones eran diferentes a la capa intermedia, esto teniendo en cuenta la capa de rodadura estará expuesta de forma directa a la radiación solar, la fricción de los vehículos y el clima del lugar

Finalmente, como referencia normativa, se adoptó la el manual establecido por el instituto nacional de vías INVIAS en el cual establece los parámetros y criterios de diseño e instalación de materiales en una vía con asfalto de orden nacional.

Modelado en AutoCAD Civil 3D

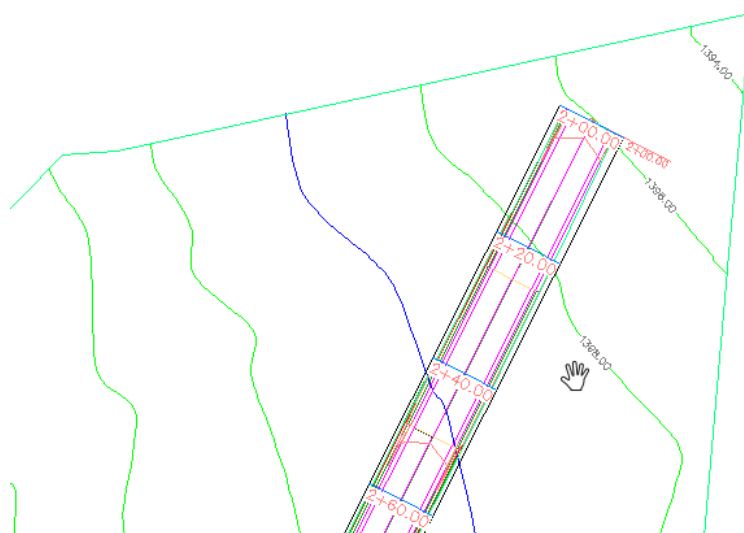
Con la identificación de los detalles de diseño y las especificaciones técnicas establecidas por el diseñador, se procedió a desarrollar el modelado en el software especializado AutoCAD Civil 3D. Este proceso permitió integrar de manera precisa el trazado de la vía, el perfil en el cual indica los corte y llenos de material de acuerdo a los niveles de ubicación de la vía, los espesores de capas de material, longitudes de los componentes de la vía.

Figura 30. Perfil de cortes y llenos de la vía



Nota. Perfil de cortes y llenos de material de acuerdo a los establecido a los niveles de diseño de la vía. Fuente: Propia (2025)

Figura 31. Trazado de la vía



Nota. Diseño del trazado de la vía. Fuente: Propia (2025)

Para visualizar completamente el modelado de la vía, diríjase al **Apéndice N**.

La terminación de esta fase permitió observar que el uso de AutoCAD Civil 3D permitió generar un modelo digital preciso y confiable del tramo que refleje las condiciones del terreno, las características geométricas del diseño vial y los elementos constructivos definidos del proyecto. correspondiente a la unidad funcional 6 Santana -Mocoa – Neiva. La integración de las

especificaciones técnicas en el entorno de diseño facilitó la representación geométrica del proyecto y aseguró coherencia en los estándares establecidos. Gracias a este proceso, se consolidó una herramienta de apoyo fundamental para la planificación y ejecución en campo, garantizando la trazabilidad del diseño.

Cumplimiento de los objetivos de la práctica profesional

Cumplimiento del objetivo general

Objetivo general:

Desarrollar la práctica profesional como auxiliar de ingeniería en el contrato de obra para la infraestructura de operación de la unidad funcional 6 proyecto Santana-Mocoa-Neiva, ejecutado por la empresa O&M Ingeniería Cía. Ltda.

Este objetivo se cumplió mediante la participación directa en las cuatro fases planteadas en la metodología: (i) planificación y preparación técnica, (ii) supervisión y control de obra, (iii) cálculo y optimización de materiales y (iv) modelado digital con software especializado

En la Fase 1 se revisó y organizó la documentación técnica del proyecto (planos arquitectónicos, estructurales, hidrosanitarios, redes de servicios y memorias) y se definieron parámetros de control y criterios de calidad, estableciendo la base técnica para el seguimiento de la obra.

En la Fase 2 se ejecutó la supervisión diaria de los procesos constructivos, el registro sistemático de actividades en una bitácora de obra automatizada en Excel y el control de materiales mediante ensayos de laboratorio y pruebas de campo. La Fase 3 consolidó el cálculo general de

cantidades y costos, así como el registro técnico de materiales y acero a través de plantillas de Excel y tablas específicas (Tabla 10 y Tablas 11 a 18), lo que permitió optimizar recursos y reducir desperdicios. Finalmente, en la Fase 4 se desarrolló el modelado digital en AutoCAD Civil 3D del tramo de vía y del área de pesaje, a partir de la verificación de las carteras topográficas y las especificaciones de diseño, generando un modelo geométrico preciso y trazable del proyecto.

En conjunto, estas actividades evidencian que el objetivo general se cumplió de manera integral, con un rol activo en la planificación, supervisión, control de calidad, gestión de recursos y modelado del proyecto.

Cumplimiento del objetivo específico 1

Preparar los procedimientos necesarios para garantizar un seguimiento efectivo durante la ejecución de la obra, mediante la implementación de herramientas técnicas como formatos, reportes y registros específicos, con el fin de asegurar el cumplimiento de los estándares técnicos y de calidad del proyecto.

El cumplimiento de este objetivo se evidencia principalmente en la Fase 1. Planificación y Preparación. En esta etapa se realizó la recopilación y revisión sistemática de la documentación técnica del proyecto (planos, memorias y especificaciones), definiendo parámetros de control orientados a la disponibilidad de recursos, la organización de actividades y la identificación temprana de riesgos.

La revisión y organización de los planos arquitectónicos, estructurales, hidrosanitarios, de redes contra incendio, gas y eléctricos (Figuras 3 a 14) permitieron contar con una base gráfica coherente para el seguimiento de la construcción.

A partir de este análisis se elaboró y ajustó el apartado de Especificaciones Técnicas del Proyecto, donde se relacionan las normas aplicables a estructuras, concretos, redes de servicios públicos, instalaciones eléctricas, redes de gas y vías, así como las cargas de diseño consideradas para los bloques del área de servicio (Tabla 2). Este documento funciona como soporte para la supervisión técnica, porque fija criterios de aceptación y desempeño que luego son exigidos en obra.

Adicionalmente, la preparación de formatos y registros se reflejó en la posterior implementación de la bitácora automatizada y de los formatos de control de materiales que se emplean en las fases siguientes. En este sentido, el objetivo no se limita a redactar documentos, sino a estructurar un sistema de procedimientos y herramientas que sirvieron de base para el seguimiento efectivo durante toda la práctica.

Cumplimiento del objetivo específico 2

Supervisar el control de los procesos constructivos de acuerdo al cronograma general del proyecto mediante inspecciones sistemáticas y registros técnicos, verificando el cumplimiento de los planos, especificaciones técnicas, rendimientos de obra y normativas de seguridad y salud en el trabajo.

Este objetivo se desarrolló fundamentalmente en la Fase 2. Supervisión y Control de Obra, donde el foco fue verificar que las actividades se ejecutaran conforme a planos, especificaciones y normas vigentes, mediante observaciones en campo, inspecciones técnicas, gestión de no conformidades y elaboración de informes.

En primer lugar, se ejecutó un seguimiento diario soportado en una bitácora de obra en Excel, la cual fue programada y automatizada a partir de una plantilla básica suministrada por la

empresa. Esta bitácora registra actividades diarias, condiciones climáticas, personal, fotografías y observaciones relevantes y su versión completa se encuentra en el Apéndice H. Este registro es evidencia directa de las inspecciones sistemáticas y del control técnico continuo.

En segundo lugar, se documentaron las observaciones en obra y los correctivos aplicados en tablas específicas, donde se consignan problemas detectados (posibles errores de replanteo de ejes, deficiencias en la compactación de la base granular, temperaturas inadecuadas del asfalto, entre otros), las acciones tomadas y los resultados obtenidos.

Estas tablas muestran cómo la supervisión no se limitó a “ver” la obra, sino a intervenir con criterios técnicos para reconducir el proceso cuando fue necesario.

Finalmente, se realizaron ensayos de control de calidad, como la densidad de campo por el método del cono de arena sobre la base granular BG-40, cuyos resultados (humedad del 5 % frente a 6,93 % de diseño y compactación del 99,6 %) verifican que el material instalado cumplía con los parámetros de diseño. Estos ensayos se soportan en los formatos de liberación de material instalado (Apéndice I) y en el registro fotográfico del ensayo (Figura 22).

En conjunto, la bitácora automatizada, las tablas de observaciones y correctivos, y los ensayos de laboratorio constituyen la evidencia de que el control de los procesos constructivos se ejecutó de forma sistemática y documentada, cumpliendo este objetivo específico.

Cumplimiento del objetivo específico 3

Revisar el cálculo de materiales necesarios para el proyecto utilizando herramientas técnicas y registros que permitan minimizar los desperdicios, garantizando el uso eficiente de los recursos.

Este objetivo se aborda en la Fase 3. Cálculo y Optimización de Materiales. En esta etapa se participó activamente en la cuantificación de materiales, la elaboración de presupuestos y el análisis de costos, apoyándose en la revisión de planos, el cálculo de cantidades de obra, el análisis de rendimientos y el control de inventarios, todo gestionado mediante hojas de cálculo en Excel.

El cálculo general del proyecto se materializa en la Tabla 10, donde se presenta el presupuesto para la instalación de la base granular y la carpeta asfáltica, relacionando cantidades, rendimientos y costos unitarios.

A esto se suman los registros de materiales y de acero (Tablas 11 a 18), donde se detallan las cantidades de acero por elemento estructural en los diferentes módulos del área de servicio (restaurante, operaciones, taller, administración y baños).

Estos registros permiten comparar lo estimado con lo realmente utilizado en obra.

La utilización de plantillas específicas para materiales y acero, junto con la integración de datos de campo provenientes de la supervisión, permitió ajustar cantidades, reducir desperdicios y detectar desviaciones de consumo. La evidencia de esta optimización se encuentra en las tablas antes mencionadas y en los apéndices donde se incluyen los formatos completos de cálculo y seguimiento. Con ello se demuestra el cumplimiento del objetivo, al implementar un sistema de control cuantitativo y económico sobre los recursos del proyecto.

Cumplimiento del objetivo específico 4

Modelar el tramo correspondiente al proyecto de infraestructura de la unidad funcional 6 Santana-Mocoa-Neiva, utilizando el software especializado AutoCAD Civil 3D.

Este objetivo se desarrolló en la Fase 4. Modelado Digital con el Software Especializado. Inicialmente se realizó una verificación de las carteras topográficas, revisando la disposición de los puntos del levantamiento, los espesores de las capas de la estructura vial (base granular, carpeta asfáltica y piedra filtro) y el cumplimiento de la normativa vigente.

Esta información se sintetiza en las Figuras 24 a 28, donde se presentan las carteras de volúmenes totales de corte y llenos según la abscisa, así como los niveles y cotas para la instalación de la base granular; su desarrollo completo se encuentra en el Apéndice M.

Con las condiciones topográficas y las especificaciones definidas, se procedió al modelado en AutoCAD Civil 3D, integrando el trazado de la vía, los perfiles de cortes y llenos, los espesores de cada capa y las longitudes de los componentes de la estructura vial.

El resultado se ilustra en el perfil de cortes y llenos (Figura 30) y en el trazado de la vía (Figura 31), mientras que el modelo completo se incluye en el Apéndice N.

Adicionalmente, se definieron parámetros de diseño como ancho de calzada, carril, cuneta y berma, junto con los espesores de base granular y capas asfálticas, seleccionando mezclas tipo SCT Kant Tipo 3 para la capa intermedia y SCT RANT Tipo 1 para la capa de rodadura, de acuerdo con el manual de diseño de INVÍAS.

Esta integración de especificaciones y geometría en el entorno de Civil 3D permitió generar un modelo digital preciso y coherente con los criterios técnicos del proyecto, consolidando una herramienta de apoyo para la planificación y ejecución en campo.

Por lo anterior, se evidencia que el objetivo específico de modelar el tramo correspondiente al proyecto en AutoCAD Civil 3D fue cumplido de forma satisfactoria y con soporte gráfico y digital suficiente.

Relación entre actividades ejecutadas y objetivos específicos de la práctica

La práctica profesional se estructuró en cuatro fases metodológicas que se corresponden de forma directa con los objetivos específicos planteados. El primer objetivo, orientado a preparar los procedimientos necesarios para el seguimiento de la obra, se materializó en la recopilación y revisión de la información técnica del proyecto (planos arquitectónicos, estructurales, hidrosanitarios, eléctricos y especificaciones), así como en la elaboración de formatos y herramientas de registro en Excel, que dieron soporte al control técnico y administrativo en campo.

El segundo objetivo, enfocado en la supervisión y control de los procesos constructivos conforme al cronograma general, se cumplió mediante la realización de visitas diarias a los frentes de trabajo, el diligenciamiento de la bitácora de obra (registro de actividades), la formulación de observaciones en obra y la elaboración de informes periódicos de avance. Estas actividades permitieron verificar el cumplimiento de planos, especificaciones técnicas y normas de seguridad y salud en el trabajo, así como detectar y corregir oportunamente desviaciones en la ejecución.

El tercer objetivo, relativo a la revisión del cálculo de materiales, se evidenció en la preparación de matrices de cantidades de obra, el presupuesto general de instalación de materiales granulares y carpeta asfáltica, y los registros de materiales y acero estructural. A través de estos insumos se comparó lo programado con lo ejecutado, identificando consumos reales, posibles sobre costos y oportunidades de optimización en el uso de recursos.

Finalmente, el cuarto objetivo, correspondiente al modelado del tramo de vía y del área de pesaje en AutoCAD Civil 3D, se alcanzó mediante la verificación de las carteras topográficas, la definición de perfiles, secciones tipo y geometría del trazado, así como el desarrollo del modelo

tridimensional del tramo intervenido y del área de servicio. Este producto digital integra la información geométrica y constructiva relevante del proyecto, facilitando la visualización del diseño y sirviendo como soporte para futuras actividades de operación y mantenimiento.

Conclusiones

Las prácticas profesionales desarrolladas en la empresa O&M Ingeniería Cía. Ltda. representaron una experiencia enriquecedora que permitió consolidar y aplicar los conocimientos adquiridos durante la formación académica en Ingeniería Civil. El ejercicio práctico en la obra ofreció un acercamiento directo a los procesos técnicos, administrativos y constructivos propios de un proyecto de gran envergadura.

Los resultados alcanzados en la fase de planificación y preparación técnica confirman que una organización previa rigurosa constituye el pilar fundamental para garantizar la correcta ejecución de un proyecto de obra civil. La definición estructurada de procedimientos, el diseño de herramientas de control y la claridad en los criterios de evaluación técnica permitieron establecer un sistema confiable de verificación continua, asegurando que cada proceso constructivo se desarrollara bajo parámetros de calidad y eficiencia. Asimismo, este enfoque no solo fortaleció la capacidad de gestión y respuesta frente a las exigencias propias de la práctica profesional, sino también aportó solidez al desarrollo integral de la obra, consolidando un marco técnico que respalda la sostenibilidad y el cumplimiento de los estándares establecidos.

La correcta supervisión y el adecuado control de obra confirma que la implementación de inspecciones diarias y la verificación detallada de los procesos constructivos constituyen un mecanismo esencial para garantizar la calidad y confiabilidad del proyecto. La identificación temprana de desviaciones y malas prácticas, junto con la aplicación de correctivos oportunos, permitió fortalecer la eficiencia en la ejecución y asegurar la coherencia con los procedimientos previamente establecidos. Este esquema de control técnico consolidado no solo asegura el cumplimiento de los estándares de calidad y desempeño, sino que aporta un valor significativo al

ejercicio profesional, al integrar prácticas de gestión que optimizan la respuesta frente a las exigencias propias de la obra civil.

Los resultados alcanzados en la fase de revisión y control de materiales demuestran que la aplicación de herramientas técnicas y registros específicos constituye un mecanismo importante para optimizar la administración de insumos en obra. La precisión en el cálculo permitió reducir desperdicios y garantizar un uso eficiente de los recursos, lo cual se traduce en una gestión más sostenible y coherente con los estándares técnicos establecidos. Este enfoque no solo asegura el cumplimiento, sino que también fortalece la práctica profesional al incorporar criterios de eficiencia y responsabilidad en la gestión de materiales, aportando un valor significativo al desarrollo integral del proyecto de infraestructura.

El modelado digital con AutoCAD Civil 3D demuestra que la utilización de herramientas de diseño representa un recurso importante para garantizar la precisión y confiabilidad en proyectos de infraestructura vial. La representación geometría del tramo correspondiente del tramo correspondiente a la unidad funcional 6 Santana – Mocoa – Neiva permitió integrar las condiciones reales del terreno con las especificaciones técnicas del proyecto, asegurando coherencia en los estándares establecidos. Este proceso consolidó un modelo digital que se convirtió en un soporte técnico indispensable para la planificación y ejecución en campo, aportando trazabilidad al diseño y fortaleciendo la capacidad de gestión del proyecto. En consecuencia, se confirma que el modelado digital no solo cumple con lo planteado, sino que aporta un valor importante al ejercicio profesional al optimizar la toma de decisiones y garantizar la calidad de vida en el desarrollo de la obra civil.

La experiencia adquirida durante el desarrollo de las prácticas profesionales representó un aprendizaje integral que permitió fortalecer los conocimientos técnicos como las competencias en

la gestión de proyectos de obra civil. Cada fase desde la planificación inicial, la supervisión en campo, la gestión eficiente de materiales y el modelado digital con AutoCAD Civil 3D, permitieron comprender la importancia de aplicar metodologías rigurosas y herramientas especializadas para garantizar la calidad y sostenibilidad de los procesos constructivos. Más allá de los resultados técnicos, estas prácticas profesionales sembraron la convicción de que la disciplina, la organización y el compromiso son pilares fundamentales en el ejercicio profesional de la ingeniería civil. Asimismo, brindaron la oportunidad de enfrentar retos reales, desarrollar capacidad de respuesta y consolidar una visión más amplia sobre el impacto que tiene nuestra labor en el desarrollo de la infraestructura y en el bienestar de la sociedad.

Las prácticas profesionales desarrolladas representaron una experiencia formativa de gran valor, al permitir la aplicación directa de los conocimientos adquiridos durante la carrera en escenarios reales de la ingeniería civil. A través de las diferentes fue posible comprender la importancia de integrar metodologías rigurosas, herramientas tecnológicas y criterios de sostenibilidad en la ejecución de proyectos de infraestructura. Este proceso fortaleció las competencias en el control de calidad, la optimización de recursos y la gestión técnica, aportando una visión integral sobre la responsabilidad que implica garantizar la eficiencia y seguridad en cada etapa constructiva. Se establecieron y aplicaron procedimientos de control mediante formatos, reportes y registros técnicos, lo que permitió un seguimiento continuo y verificable del cumplimiento de los estándares de calidad y especificaciones del proyecto. En consecuencia, las prácticas no solo consolidaron la formación académica, sino que también me dejaron la convicción de que el ejercicio profesional en ingeniería civil exige disciplina, compromiso y capacidad de innovación para responder a las necesidades del entorno y contribuir al desarrollo sostenible de la sociedad.

Recomendaciones

En primer lugar, es fundamental realizar una revisión exhaustiva y anticipada de los diseños estructurales, arquitectónicos e hidrosanitarios antes de iniciar la ejecución de la obra. Este proceso permite detectar a tiempo posibles inconsistencias en planos o especificaciones técnicas, evitando improvisaciones durante la construcción que podrían generar sobrecostos, retrasos en el cronograma o incluso riesgos en la calidad estructural del proyecto.

De igual manera, se recomienda la implementación y el uso constante de herramientas digitales como, Excel y AutoCAD Civil3D, las cuales demostraron ser de gran utilidad durante las prácticas. Excel es una herramienta indispensable para el cálculo de presupuestos y control de materiales, y AutoCAD Civil 3D permite anticipar interferencias entre elementos constructivos y verificar la correcta disposición de instalaciones. Integrar estos programas en todas las etapas de planeación y control contribuirá significativamente a mejorar la eficiencia y precisión en futuros proyectos.

Otro aspecto de gran importancia es llevar un registro sistemático y riguroso de los avances de obra, por medio de bitácoras diarias e informes periódicos. Estos documentos no solo sirven como evidencia del progreso del proyecto, sino que también facilitan la identificación de problemas recurrentes, la toma de decisiones oportunas y la transparencia en la gestión de recursos.

Asimismo, resulta imprescindible garantizar la verificación continua de la calidad tanto de los materiales como de los procesos constructivos. La recepción de insumos debe estar acompañada de inspecciones que aseguren el cumplimiento de las normas técnicas colombianas y de las especificaciones de diseño, ya que cualquier irregularidad en este aspecto podría comprometer la seguridad, durabilidad y funcionalidad del edificio.

Por último, se recomienda fomentar la capacitación constante en metodologías innovadoras, normativas vigentes y en el manejo de nuevas tecnologías aplicadas a la construcción. El sector de la ingeniería civil se encuentra en permanente evolución, y la actualización profesional es clave para mantener la competitividad, garantizar la calidad de los proyectos y responder a las demandas de un mercado cada vez más exigente.

Referencias

DPavimento [Tipos] Propiedades, Características y Usos. (2021, enero 24).

<https://geologiaweb.com/materiales/pavimento/>

103-18 LINEAMIENTOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LOS TRABAJOS

EJECUTADOS.pdf. (s. f.). Recuperado 26 de mayo de 2025, de

[https://www.idu.gov.co/Archivos_Portal/Transparencia/Informacion%20de%20intereses/SIIPVIALES/Innovaci%C3%B3n/Portafolio/2020/ET-IC-01-Especificaciones-tecnicas-generales/103-](https://www.idu.gov.co/Archivos_Portal/Transparencia/Informacion%20de%20intereses/SIIPVIALES/Innovaci%C3%B3n/Portafolio/2020/ET-IC-01-Especificaciones-tecnicas-generales/103-18%20LINEAMIENTOS%20PARA%20EL%20CONTROL%20DE%20CALIDAD%20DE%20LOS%20TRABAJOS%20EJECUTADOS.pdf)

[18%20LINEAMIENTOS%20PARA%20EL%20CONTROL%20DE%20CALIDAD%20DE%20LOS%20TRABAJOS%20EJECUTADOS.pdf](https://www.idu.gov.co/Archivos_Portal/Transparencia/Informacion%20de%20intereses/SIIPVIALES/Innovaci%C3%B3n/Portafolio/2020/ET-IC-01-Especificaciones-tecnicas-generales/103-18%20LINEAMIENTOS%20PARA%20EL%20CONTROL%20DE%20CALIDAD%20DE%20LOS%20TRABAJOS%20EJECUTADOS.pdf)

admin-cavialpa. (2023, septiembre 28). 5 Factores clave para garantizar la sostenibilidad de las obras viales. Cavialpa. <https://cavialpa.org.py/noticia/5-factores-clave-para-garantizar-la-sostenibilidad-de-las-obras-viales>

*Ahmad, K. N., Chen, X., Khan, A., Shah, S. K., & Lu, Q. (2025). Monitoring and explainable prediction technique for density of hot mix asphalt during pavement construction via intelligent compaction technology. *Case Studies in Construction Materials*, 22, e04197. <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2024.e04197>*

Arboleda López, S. A. (2014). Análisis de productividad, rendimientos y consumo de mano de obra en procesos constructivos, elemento fundamental en la fase de planeación [Trabajo de grado - Maestría, Universidad Nacional de Colombia]. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/51745>

Bastidas-Martínez, J. G., Ruge, J. C., & Herrera Cano, C. E. (2024). Mechanical performance of an asphalt stabilized base with natural asphalt, hydrated lime and Portland cement. Construction and Building Materials, 446, 137938. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2024.137938>

Castillo, D., & Caro, S. (2014). Probabilistic modeling of air void variability of asphalt mixtures in flexible pavements. Construction and Building Materials, 61, 138-146. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2014.02.075>

DANE - Indicador de Mezcla Asfáltica. (s. f.). Recuperado 24 de mayo de 2025, de <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/construccion/indicador-de-mezcla-asfaltica?highlight=WyJ4bHN4Il0=>

Decreto 620 de 1994—Gestor Normativo. (s. f.). Recuperado 26 de mayo de 2025, de <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=1354>

Departamento de Huila—Departamentos de Colombia. (2025, marzo 3). <https://departamentosdecolombia.co/departamento-de-huila/>

Oviedo Montes, Mejía Díaz, Muñoz Méndez & Álvarez Rosario. (2020). Recuperado 25 de mayo de 2025, de <https://bibliotecadigital.ucc.edu.co/discovery/fulldisplay/alma992246439704416/57U>

CC_INST:57UCC_INST

Diseño de pavimento flexible por método AASHTO para la carrera 9 este del municipio de Pitalito Huila. (s. f.). Recuperado 25 de mayo de 2025, de <https://repository.umng.edu.co/items/fbfce005-ec50-4437-b027-d416536e5b9d/full>

Funciones de un Director de Obra  Claves para Gestión Efectiva. (2024, febrero 6). <https://www.teat.es/noticias/funciones-de-un-director-de-obra/>

Gomez Oliveros, J. J., & Alarcon Dussan, J. D. (2024). Diseño de pavimento flexible, presupuesto y cronograma de obra para la vía que comunica a los municipios de Palermo a Santa María del K0+000 Al K7+000, en el departamento del Huila. <https://hdl.handle.net/20.500.12494/57861>

Niño (2022). Recuperado 25 de mayo de 2025, de <https://simo.cnsc.gov.co/documents/get-document?docId=749051913&contentType=application/pdf>

Harishbabu, J., Saboo, N., & Kar, S. S. (2024). Use of non-potable water sources in pavement construction: A review. *Construction and Building Materials*, 411, 134781. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2023.134781>

Hernández-Zamora, M. F., Jiménez-Martinez, S., Sánchez-Monge, J. I., Hernández-Zamora, M. F., Jiménez-Martinez, S., & Sánchez-Monge, J. I. (2021). Materiales alternativos como oportunidad de reducción de impactos ambientales en el sector construcción. *Revista Tecnología en Marcha*, 34(2), 3-10. <https://doi.org/10.18845/tm.v34i2.4831>

Huila, G. del. (2021, agosto 11). ¡Por Fin ¡ la Ruta 45 será una realidad para el sur del Huila. Gobernación del Huila. <https://www.huila.gov.co/publicaciones/10725/por-fin-la-ruta-45-sera-una-realidad-para-el-sur-del-huila/>

Infraestructura Vial: Qué Es & BIM | StudySmarter. (s. f.). StudySmarter ES. Recuperado 26 de mayo de 2025, de <https://www.studysmarter.es/resumenes/estudios-de-arquitectura/construccion/infraestructura-vial/>

Kumar, P., & Shukla, S. (2022). Flexible pavement construction using different waste materials: A review. *Materials Today: Proceedings*, 65, 1697-1702.
<https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.04.713>

Ley 80 de 1993—Gestor Normativo. (s. f.). Recuperado 26 de mayo de 2025, de <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=304>

Leyva Carvajal, M. D., Mora Portela, E. J., & Olarte Oyola, E. (2023). Estudio y diseño de pavimento flexible por el método AASHTO 93 en la vía Ibagué – Rovira en el departamento del Tolima. <https://hdl.handle.net/20.500.12494/52670>

Mendoza, A., Guaje, J., Enciso, C., & Beltrán, G. (2022). Mechanical behavior assessment of tire-reinforced recycled aggregates for low traffic road construction. Transportation Geotechnics, 33, 100730. <https://doi.org/10.1016/j.trgeo.2022.100730>

Multinsa, C. (2022, julio 19). ¿Qué son mezclas asfálticas? Multinsa. <https://www.multinsa.com/que-son-mezclas-asfalticas/>

Normativa | Minvivienda. (s. f.). Recuperado 26 de mayo de 2025, de

https://minvivienda.gov.co/normativa?search_api_fulltext=nsr-10&op=#views-exposed-form-normativa-block-1

Normativas y certificaciones de calidad con Icontec. (s. f.). Icontec. Recuperado 26 de mayo de 2025, de <https://www.icontec.org/>

Nuevo Manual del INVÍAS: Actualización de Especificaciones Técnicas para Infraestructura Vial. (2024, diciembre 17). CTS INGENIEROS.

<https://www.ctsingenieros.com/post/nuevo-manual-del-invias-actualización-de-especificaciones-técnicas-para-infraestructura-vial>

Obra, E. (s. f.). ¿Cuáles son las funciones de un Ingeniero Residente? En Obra. Recuperado 26 de mayo de 2025, de <https://www.en-obra.com/es/noticias/estas-son-las-funciones-de-un-ingeniero-residente>

O&m Ingenieria Cia Ltda en TESALIA | Información y Contacto. (s. f.). Directorio de Empresas - Directorio de empresas en Colombia. Recuperado 27 de mayo de 2025, de <https://www.informacolombia.com/directorio-empresas/informacion-empresa/oym-ingenieria-cia-ltda>

Portal INVÍAS - Colombia. (s. f.). Recuperado 26 de mayo de 2025, de <https://www.invias.gov.co/>

¿Qué es un Pavimento Flexible? - El Ingeniero. (s. f.). Recuperado 26 de mayo de 2025, de <https://noticiaselingeniero.com/que-es-un-pavimento-flexible/>

¿Qué es y qué hace un ingeniero civil y cómo llegar a serlo? (s. f.). Guía profesional de Indeed. Recuperado 26 de mayo de 2025, de <https://mx.indeed.com/orientacion-profesional/como-encontrar-empleo/que-hace-ingeniero-civil>

Técnicas para el mejoramiento de base y sub-base en pavimentos: Una revisión sobre las técnicas empleadas. (s. f.). Recuperado 26 de mayo de 2025, de <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/27449>

Tello-Cifuentes, L., Acero, S., Marulanda, J., Thomson, P., & Barona, J. J. (2024). Implementation of a low-cost comprehensive pavement inspection system. Transportation Engineering, 18, 100274. <https://doi.org/10.1016/j.treng.2024.100274>

Vega, B., & Augusto, F. (2022). Las infraestructuras de movilidad y su impacto en el desarrollo de las Regiones [Thesis]. <http://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/11899>

Yuan, L., Han, Z., Liu, L., Li, M., & Mao, S. (2024). Six-synchronous construction technology-based fiber stone seal of road pavements: Design, optimization, and performance evaluation. Construction and Building Materials, 450, 138594. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2024.138594>

Zhou, Y., Chen, X., Peng, Y., Chen, Z., & Chen, X. (2025). Experimental study on construction application of red mud-based concrete pavement. Case Studies in Construction Materials, 22, e04500. <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2025.e04500>

Ramírez Cárdenas, A. F., & Meneses Gómez, D. I. (2021). Construcción de pavimento rígido en red vial urbana y centro poblados departamento del Huila municipio de Garzón. <https://hdl.handle.net/20.500.12494/40975>

Apéndices

[Apéndice A](#). Planos arquitectónicos del área de servicio UF6 Santana-Mocoa-Neiva.

[Apéndice B](#). Planos estructurales del área de servicio UF6 Santana-Mocoa-Neiva.

[Apéndice C](#). Planos hidrosanitarios del área de servicio UF6 Santana-Mocoa-Neiva.

[Apéndice D](#). Planos de redes contra incendios del área de servicio UF6 Santana-Mocoa-Neiva.

[Apéndice E](#). Planos de redes de gas del área de servicio UF6 Santana-Mocoa-Neiva.

[Apéndice F](#). Planos eléctricos del área de servicio UF6 Santana-Mocoa-Neiva.

[Apéndice G](#). Memorias estructurales del área de servicios de UF6.

[Apéndice H](#). Bitácora de obra.

[Apéndice I](#). Formatos de liberación de material granular instalado.

[Apéndice J](#). Formato de solicitud de materiales granulares

[Apéndice K](#). Cartillas de cantidades de acero de módulos

[Apéndice M](#). Cartera topográfica con los niveles y cotas para instalación de base granular

[Apéndice N](#). Modelado del tramo de vía en AutoCAD Civil 3D

[Apéndice O](#). Cronograma en Project.