

Práctica empresarial como auxiliar de ingeniería civil en OSN Construcciones S.A.S. en apoyo de las fases temporales de planeación y seguimiento del ciclo de vida de los diferentes proyectos a cargo de la empresa.

Carlos Julio Castro Peña

Trabajo de Grado para Optar al Título de Ingeniero Civil

Director

Vladimir Ernesto Merchán Jaimes

Doctor en Ingeniería del Terreno Cartográfico y Geofísica

Profesor Asistente – Escuela de Ingeniería Civil

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingeniería Físico-Mecánicas

Escuela de Ingeniería Civil

Ingeniería Civil

Bucaramanga

2025

### **Dedicatoria**

A Dios nuestro señor por darme sabiduría, conocimiento y perseverancia ante las dificultades para poder llevar a cabo este proyecto.

A toda mi familia especialmente a mi madre Aminta Peña Torres y mi padre Mario Castro Cerinza que han sido los mentores para llegar a ser la persona que soy hoy en día, brindándome la oportunidad de adquirir todas sus vivencias, valores y mi educación hasta nivel profesional. Son el ejemplo de mi vida por su sacrificio, trabajo, entrega y superación.

A mi hermana Caren Yurani Castro Peña por convertirse en uno de los motores de mi vida, por apoyarme y alentarme a seguir adelante, siempre motivándome a dar lo mejor de mí para cumplir cada una de mis metas.

A todas las personas que integraron la selección de Ultimate UIS por ayudarme a crecer como persona, deportista y por hacer de esta etapa de mi vida llamada Universidad una experiencia inigualable.

### **Agradecimientos**

Agradezco a OSN Construcciones S.A.S. y su equipo de trabajo por la oportunidad brindada para poder realizar la práctica empresarial. Especialmente a mi tutor el ingeniero Oscar, la ingeniera Camila y a todos los ingenieros de la empresa por toda su disposición, colaboración y acompañamiento durante esta etapa.

A mi director de proyecto Vladimir Merchán guiarme y compartir su experiencia y conocimiento conmigo.

A la universidad y a su claustro de profesores que me apoyaron durante el proyecto, especialmente al ingeniero Homer Buelvas.

**Tabla de Contenido**

	<b>Pág.</b>
Introducción .....	13
1. Objetivos.....	15
1.1 Objetivo General.....	15
1.2 Objetivos Específicos.....	15
2. Marco de referencia .....	16
2.1 Marco Conceptual.....	16
2.1.1 Ciclo de vida del proyecto .....	16
2.1.2 Gestión del alcance .....	17
2.1.3 Gestión del cronograma .....	17
2.1.4 Procesos de planificación.....	18
2.1.5 Método de la ruta crítica .....	18
2.1.6 Cantidades de obra.....	19
2.1.7 Presupuesto de obra .....	19
2.1.8 Análisis de precios unitarios (APUs).....	19
2.1.9 Placa deportiva.....	20
2.2 Marco legal .....	20
2.2.1 Normatividad Técnica Colombiana .....	21
2.2.2 Normas Ambientales y de Sostenibilidad .....	22
2.2.3 Cumplimiento con la Normativa de Seguridad Industrial .....	22
2.2.4 Normas para la Planificación y Gestión de Proyectos .....	23
3. Planteamiento del Problema .....	23

4. Diseño Metodológico.....	24
4.1 Tipo de Investigación y Enfoque .....	24
4.2 Marco Metodológico de Gestión de Proyectos.....	25
4.3 Normatividad Técnica Aplicable .....	25
4.4 Fases de Desarrollo Metodológico.....	26
4.4.1 Fase I: Diagnóstico y Diseño Estructural.....	26
4.4.2 Fase II: Cuantificación y Presupuestación.....	27
4.4.3 Fase III: Programación y Control .....	27
4.4.4 Fase IV: Cierre de los proyectos a cargo de la empresa .....	28
4.5 Técnicas de Recolección y Análisis de Información .....	28
4.6 Criterios de Calidad y Validación.....	29
4.7 Limitaciones Metodológicas.....	29
5. Resumen de la práctica .....	30
5.1 Apoyo en la elaboración del diseño estructural y planos del proyecto.....	30
5.1.1 Diseño estructural .....	33
5.1.1.1 Diseño geotécnico de muro en gavión. ....	33
5.1.1.2 Diseño estructural placa deportiva en concreto. ....	35
5.1.1.3 Diseño estructural viga de cimentación, columneta y dren filtrante.....	35
5.2 Apoyo en la elaboración del cronograma, memoria de cantidades y presupuesto. ....	36
5.2.1 Cantidades.....	37
5.2.2 Presupuestos.....	37
5.2.3 Cronograma.....	40
5.3 Revisión de la documentación y registro de los aspectos técnicos y administrativos .....	42

6. Resultados .....	45
6.1 Mejora en la Planificación y Diseño Técnico .....	45
6.2 Optimización en la Cuantificación y Presupuestación.....	45
6.3 Eficiencia en la Programación y Control de Actividades .....	46
6.4 Desarrollo de Capacidades Técnicas y Profesionales .....	47
6.5 Contribución a la Mejora de los Procesos Organizacionales.....	47
6.6 Impacto en la Gestión del Ciclo de Vida del Proyecto .....	48
7. Conclusiones .....	49
7.1 Logros en Diseño y Planificación Técnica .....	49
7.2 Optimización de Procesos de Cubicación y Presupuestación.....	50
7.3 Aplicación del Método de Ruta Crítica en Programación .....	50
7.4 Fortalecimiento de Capacidades Técnicas y Profesionales .....	51
7.5 Contribución a la Mejora de Procesos Organizacionales .....	51
7.6 Impacto en la Gestión del Ciclo de Vida del Proyecto .....	51
8. Recomendaciones .....	53
Referencias Bibliográficas .....	54
Apéndices.....	57

**Lista de Tablas**

	<b>Pág.</b>
<i>Tabla 1. Diseño geotécnico de muro en gavión.....</i>	<i>34</i>
<i>Tabla 2. Presupuesto del proyecto de la placa deportiva .....</i>	<i>38</i>
<i>Tabla 3. Formato de realizacion de APU's .....</i>	<i>44</i>

**Lista de Figuras**

	<b>Pág.</b>
Figura 1. <i>Plano topográfico escuela la Humareda del municipio de la Belleza Santander</i> .....	30
Figura 2. <i>Localización escuela la Humareda del municipio de la Belleza Santander</i> .....	31
Figura 3. <i>Plano arquitectónico escuela la Humareda del municipio de la Belleza Santander</i> ...	32
Figura 4. <i>Plano estructural escuela la Humareda del municipio de la Belleza Santander</i> .....	33
Figura 5. <i>Plano perfil de secciones empleando para la construcción del muro en gavión</i> .....	36
Figura 6. <i>Cronograma del Proyecto</i> .....	41

**Lista de Apéndices**

	<b>pág.</b>
Apéndice A. <i>Plano de localización de la cantera la roca</i> .....	57
Apéndice B. <i>Plano de localización de la cantera la roca</i> .....	58

### Glosario

**AutoCAD:** software de diseño asistido utilizado para realizar dibujos 2D y 3D (Autodesk, 2025).

**Cárcamo:** es una estructura que funciona como una estación de bombeo para recolectar y gestionar aguas, ya sean pluviales o de otro tipo (INVIAS, 2019).

**Columneta:** elementos verticales reforzados que se utilizan en la construcción para confinar muros (Park & Pauley, 2019).

**Concreto ciclópeo:** capa de 25 cm de espesor que sirve para reducir los costos de la construcción, es sólido, asequible y adecuado para construcciones de menor envergadura y se emplea al combinar concreto simple con rocas grandes utilizada en la cimentación del muro del cerramiento (INVIAS, 2019).

**Filtros:** es el elemento encargado de captar, controlar y evacuar las aguas provenientes a nivel subsuperficial ya sea por la presencia de niveles freáticos altos o por infiltración (INVIAS, 2019).

**Muro de gaviones:** técnica de la construcción que consiste en integrar cajas o jaulas de llamas metálicas de triple torsión y rellenas con piedras en diversos tamaños para dar estabilidad a una estructura (INVIAS, 2019).

## Resumen

**Título:** Practica empresarial como auxiliar de ingeniería civil en OSN Construcciones S.A.S. en apoyo de las fases temporales de planeación y seguimiento del ciclo de vida de los diferentes proyectos a cargo de la empresa \*

**Autor:** Carlos Julio Castro Peña \*\*

**Palabras Clave:** Planificación, Seguimiento, Cantidades, Optimización, Diseño.

**Descripción:** Este documento presenta las actividades realizadas durante la práctica empresarial como auxiliar de ingeniería civil en OSN Construcciones S.A.S., con énfasis en las fases de planeación y seguimiento del ciclo de vida de los proyectos de construcción gestionados por la empresa.

El trabajo realizado abarcó las siguientes fases: planeación, en la que se definieron los alcances y objetivos de los proyectos, estimando tiempos y costos; diseño, donde se desarrollaron los planos y las especificaciones técnicas; ejecución, en la cual se coordinó la construcción conforme a las especificaciones; y seguimiento y control, que incluyó la gestión de cambios y la supervisión de calidad a lo largo del proceso de construcción.

Los resultados obtenidos durante la práctica destacaron la importancia de la correcta implementación de estas fases en la gestión de proyectos. Se evidenció que una planificación detallada y un seguimiento constante son esenciales para minimizar los riesgos, controlar los costos y garantizar la calidad del resultado final. Además, se observó que estas fases proporcionan visibilidad y transparencia en todo el proceso, facilitando la toma de decisiones informadas y la adaptación a los cambios inevitables. En conclusión, la gestión efectiva de las fases temporales es fundamental para el éxito global de los proyectos de construcción en la empresa, permitiendo la ejecución ordenada y eficiente de los mismos.

---

\* Trabajo de Grado

\*\* Facultad de Ingeniería Fisicomecánicas. Escuela de Ingeniería Civil. Director: Vladimir Ernesto Merchán Jaimes. Doctor en Ingeniería del terreno cartográfico y geofísica.

### Abstract

**Title:** Business internship as a civil engineering assistant at OSN Construcciones SAS in support of the temporary phases of planning and monitoring the life cycle of the different projects in charge of the company\*

**Author(s):** Carlos Julio Castro Peña\*\*

**Key Words:** Planning, Monitoring, Quantities, Optimization, Design.

**Description:** This document details the activities carried out during the business internship as a civil engineering assistant at OSN Construcciones S.A.S., with a focus on the planning and monitoring phases of the project life cycle for various construction projects managed by the company.

The work covered the following phases: planning, in which the scope and objectives of each project were defined, and time and cost estimates were made; design, where technical plans and specifications were developed; execution, in which construction was coordinated according to the specifications; and monitoring and control, which included change management and quality assurance throughout the construction process.

The results obtained from the internship emphasized the importance of effectively implementing these phases in project management. It became evident that detailed planning and continuous monitoring are essential for minimizing risks, controlling costs, and ensuring the final quality of the project. Additionally, these phases provide visibility and transparency, facilitating informed decision-making and adapting to inevitable changes. In conclusion, effective management of the time phases is critical for the overall success of construction projects, allowing for their orderly and efficient execution.

---

\* Degree Work.

\*\* Faculty of Physicalmechanical Engineering. School of Civil Engineering. Director: Vladimir Ernesto Merchan Jaimes. Doctor of Engineering in Cartographic, Geodetic and Geophysical.

## Introducción

La gestión de proyectos de construcción enfrenta desafíos recurrentes en sus fases de planificación y seguimiento, como deficiencias en el control presupuestal y cronográfico, así como fallas en la comunicación con los grupos de interés, lo cual puede comprometer el éxito de las obras (Riveros, 2019). En este contexto, el rol del auxiliar de ingeniería civil ha adquirido una relevancia estratégica como pilar integral para la planeación, supervisión y control (Jumabeda, 2024).

Durante la práctica empresarial en OSN Construcciones S.A.S., se evidenció una brecha entre el marco teórico y la aplicación operativa. Un ejemplo claro fue el proyecto del Colegio de Purnia (Mesa de los Santos), donde inconsistencias entre los estudios topográficos y los planos de diseño generaron retrasos y obras adicionales no previstas. Esta problemática condujo a la pregunta central: ¿De qué manera se pueden fortalecer las etapas de planeación y seguimiento en OSN Construcciones S.A.S. para mejorar su eficiencia y cumplimiento?

El objeto de estudio fue el ciclo de vida de los proyectos de la empresa, con énfasis en la planeación y el seguimiento. Bajo un convenio con la Universidad Industrial de Santander, el propósito de esta práctica fue implementar estrategias de mejora en dichas etapas. Como auxiliar de ingeniería, se participó activamente en la elaboración de planes detallados que consideraban logística, recursos y restricciones ambientales, optimizando los recursos y controlando eficientemente el tiempo (Harnisch, 2024). Asimismo, la supervisión de la calidad, el avance de las actividades y el uso de recursos permitió mitigar riesgos (Harnisch, 2023) e identificar e implementar mejoras clave.

La fundamentación de esta práctica se sustenta en la gerencia de proyectos, que establece que la ejecución eficiente de sus procesos es crucial para el cumplimiento oportuno del alcance

(Riveros, 2019), y en el reconocimiento del auxiliar de ingeniería como un agente clave para operacionalizar estas mejoras (Harnisch, 2024).

El impacto de esta práctica es dual. A nivel organizacional, beneficia a OSN Construcciones S.A.S. al proporcionar metodologías para evitar reprocesos, optimizar costos y mejorar la comunicación interna, incrementando su confiabilidad y competitividad. Socialmente, los beneficiarios indirectos son las comunidades receptoras de las obras, como la de la escuela La Humareda (municipio de La Belleza, Santander), que reciben infraestructuras de mayor calidad, a tiempo y sin sobrecostos imprevistos.

El enfoque para solucionar el problema fue de carácter práctico-aplicativo, basado en la observación participante, el diagnóstico de procesos y la implementación de mejoras iterativas en tiempo real. En conclusión, esta práctica permitió evidenciar la importancia estratégica del auxiliar de ingeniería civil, implementar procesos que contribuyeron a la eficiencia y generar recomendaciones transferibles para fortalecer los proyectos futuros de la compañía.

## **1. Objetivos**

### **1.1 Objetivo General**

Apoyar como auxiliar de ingeniería civil los proyectos constructivos asignados por la empresa OSN construcciones S.A.S.

### **1.2 Objetivos Específicos**

Realizar actividades de apoyo en la planificación y elaboración de presupuestos, APU's y memorias de cantidades de obra.

Apoyar en la planificación de cronogramas de obra para realizar un correcto desarrollo de los procesos constructivos realizados en las diferentes obras de la empresa OSN Construcciones S.A.S.

Realizar actividades de seguimiento y control en las obras en ejecución asignadas por la constructora.

## **2. Marco de referencia**

A continuación, se presentan los conceptos relacionados con el desarrollo de la práctica en la empresa OSN Construcciones S.A.S.

### **2.1 Marco Conceptual**

#### ***2.1.1 Ciclo de vida del proyecto***

El ciclo de vida de un proyecto se define como la serie de fases que atraviesa un proyecto desde su inicio hasta su conclusión. Este concepto es fundamental para la gestión de proyectos, ya que proporciona una estructura lógica y secuencial que guía todas las actividades involucradas en el proyecto (PMI, 2017). Las fases del ciclo de vida incluyen desde la iniciación hasta el cierre, y son cruciales para asegurar que cada aspecto del proyecto esté debidamente gestionado y controlado en cada etapa.

Es importante destacar que el ciclo de vida de un proyecto está compuesto por diferentes fases que se interrelacionan con los procesos de gestión del proyecto. Estas fases no necesariamente son secuenciales, ya que, dependiendo de la naturaleza del proyecto, pueden ser iterativas o superpuestas (PMI, 2017). Por ejemplo, en proyectos de construcción, la fase de ejecución puede solaparse con el seguimiento, mientras que la fase de cierre puede comenzar mientras aún se están gestionando ciertos entregables.

Los grupos de procesos de gestión, por otro lado, son los procedimientos y actividades específicas que deben ejecutarse dentro de cada fase del ciclo de vida para garantizar que el proyecto se realice conforme a los objetivos establecidos. Estos grupos incluyen la planificación, ejecución, control y cierre del proyecto. Es crucial entender que el ciclo de vida del proyecto y los grupos de procesos de gestión no son conceptos separados; más bien, están interrelacionados y se

complementan entre sí, de modo que cada fase del ciclo de vida involucra una serie de procesos de gestión que garantizan el éxito del proyecto en cada etapa (Kerzner, 2017).

### ***2.1.2 Gestión del alcance***

La gestión del alcance en un proyecto tiene como objetivo principal definir y controlar qué se incluye y qué no se incluye dentro de los límites del proyecto. Un aspecto clave en la gestión del alcance es la correcta identificación de los entregables y la especificación precisa de los requerimientos del cliente o de los interesados (PMI, 2017). Para ello, se aplican procesos como la recopilación de requisitos, la definición detallada del alcance, la creación de una estructura de desglose del trabajo (EDT/WBS) y la validación y control del alcance.

A lo largo de la práctica, la gestión del alcance permitió evitar desvíos del proyecto que podrían haber generado sobrecostos o retrasos innecesarios. En el caso de OSN Construcciones, la correcta definición del alcance fue fundamental para la elaboración de presupuestos detallados y la planificación de los recursos necesarios para ejecutar cada fase de los proyectos (Purizaca, 2022).

### ***2.1.3 Gestión del cronograma***

La gestión del cronograma se refiere a la planificación, ejecución y control de las actividades necesarias para completar el proyecto dentro del tiempo estimado. Los procesos de gestión del cronograma incluyen la planificación de la gestión del cronograma, la secuenciación de las actividades, la estimación de su duración, y la creación de un cronograma que permita el control efectivo de los tiempos (PMI, 2017).

Un cronograma bien estructurado es fundamental para garantizar que las actividades del proyecto se realicen de manera oportuna y en el orden correcto. El uso de herramientas como el diagrama de Gantt y el Método de la Ruta Crítica (CPM) en OSN Construcciones permitió una

gestión eficiente del tiempo, contribuyendo a cumplir con los plazos establecidos para cada fase del proyecto (Riveros, 2019).

#### ***2.1.4 Procesos de planificación***

La planificación es una de las fases más críticas del ciclo de vida de un proyecto. El Grupo de Procesos de Planificación tiene como objetivo establecer el alcance total del proyecto, definir los objetivos y desarrollar la estrategia necesaria para alcanzar esos objetivos (PMI, 2017). La planificación abarca la creación de un plan integral que cubre aspectos como el alcance, el cronograma, el presupuesto, los recursos y la calidad.

En OSN Construcciones, la planificación detallada de cada proyecto permitió anticipar posibles riesgos y asegurar que todos los recursos estuvieran disponibles cuando se necesitaran, lo que facilitó una ejecución más fluida y controlada.

#### ***2.1.5 Método de la ruta crítica***

El Método de la Ruta Crítica (CPM, por sus siglas en inglés) es una técnica fundamental para la programación de proyectos, que se utilizó para identificar las actividades que determinan la duración mínima del proyecto (PMI, 2017). A través de este método, se logró calcular las fechas de inicio y finalización de cada actividad, y determinar las tareas críticas que no pueden demorarse sin afectar el plazo total del proyecto.

En los proyectos realizados en OSN Construcciones, el uso de la ruta crítica permitió identificar las actividades esenciales que debían ejecutarse en un orden específico y sin retrasos. Esto resultó en un control más eficiente de los tiempos y en la minimización de riesgos asociados con el cumplimiento de los plazos (Kerzner, 2017).

### ***2.1.6 Cantidades de obra***

La cubicación o cálculo de cantidades de obra es una actividad esencial en la planificación de proyectos de construcción. Este proceso permitió determinar la cantidad de materiales y recursos necesarios para completar cada tarea dentro del proyecto. La cubicación se basa en los planos, las especificaciones técnicas y el listado de actividades constructivas (Pérez González & Perdomo Trujillo, 2020).

En OSN Construcciones, la cubicación precisa de materiales y recursos facilitó la creación de presupuestos detallados y contribuyó a la optimización de los costos, evitando el desperdicio de recursos y mejorando la rentabilidad de los proyectos.

### ***2.1.7 Presupuesto de obra***

El presupuesto de obra es una estimación detallada de los costos asociados con la realización de un proyecto de construcción. Incluye los costos de materiales, mano de obra, equipos, y otros recursos necesarios para ejecutar el proyecto (Purizaca, 2022). La elaboración de un presupuesto preciso es esencial para asegurar que el proyecto se realice dentro de los costos previstos y para evitar sobrecostos inesperados.

En los proyectos de OSN Construcciones, la gestión efectiva del presupuesto permitió un control más riguroso de los costos y la identificación temprana de cualquier desviación que pudiera poner en riesgo la viabilidad financiera del proyecto.

### ***2.1.8 Análisis de precios unitarios (APUs)***

El análisis de precios unitarios (APUs) es el procedimiento que se utilizó para calcular el costo de cada unidad de obra, desglosando los costos asociados a materiales, mano de obra y equipos (Data Construcción, 2025). Esta herramienta es esencial para la planificación de los costos y la elaboración de presupuestos detallados.

En el contexto de la práctica en OSN Construcciones, los APUs fueron fundamentales para establecer precios justos y competitivos en las licitaciones y para controlar los costos a lo largo de la ejecución de los proyectos.

### **2.1.9 Placa deportiva**

Una placa deportiva es un espacio diseñado específicamente para la práctica de deportes, generalmente sin servicios anexos como camerinos o baños. En el caso de OSN Construcciones, el diseño y construcción de la placa deportiva en la Vereda Humareda implicó la aplicación de principios técnicos y normativos relacionados con la infraestructura deportiva (Winters & Goldstein, 2022).

El diseño de esta placa incluyó consideraciones sobre la estabilidad del terreno, el drenaje adecuado y el uso de materiales de alta resistencia para garantizar la durabilidad de la estructura.

## **2.2 Marco legal**

En el contexto de la ingeniería civil, los proyectos deben estar sujetos a un conjunto de normativas legales y técnicas que aseguren la calidad, seguridad y cumplimiento ambiental durante todas las fases del ciclo de vida del proyecto. OSN Construcciones S.A.S. se adhiere a las regulaciones nacionales e internacionales aplicables a la construcción de obras civiles y de infraestructura, lo que garantiza que los proyectos sean ejecutados conforme a los estándares legales y de calidad requeridos.

Los proyectos realizados durante el tiempo de la ejecución de la práctica empresarial como lo fueron construcción de placa deportiva en la vereda humareda del municipio de la Belleza Santander, apoyo en la realización de informes finales en el proyecto “optimización de la planta de agua potable (PTAP Santa Fe del Municipio de Concepción - Santander), así mismo como en la elaboración de informes para presentar avances y ejecutar actas de cobro del proyecto

“ampliación de líneas de acueducto y conexiones domiciliarias, vereda la Laguna del Miedo, del municipio de Yondo”. Los proyectos descritos anteriormente se rigieron por una amplia normativa que se presenta a continuación:

### ***2.2.1 Normatividad Técnica Colombiana***

Para la ejecución de obras de construcción en Colombia, se deben cumplir diversas normativas que aseguren la viabilidad y seguridad de los proyectos. Entre las más relevantes se encuentran:

- **NSR-10 (Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente):** establece los requisitos técnicos y normativos para el diseño y construcción de estructuras resistentes a sismos, y es fundamental para asegurar la seguridad estructural de los proyectos de construcción en zonas sísmicas (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2010).
- **INVIAS (Instituto Nacional de Vías):** para proyectos relacionados con infraestructura vial, INVIAS proporciona especificaciones técnicas y guías para la construcción de carreteras, puentes y otras obras viales, buscando garantizar la durabilidad y seguridad de las obras en la red vial nacional (INVIAS, 2019).
- **Normas Técnicas para la Construcción de Infraestructura Deportiva:** en el caso de proyectos como el de la placa deportiva en la Vereda Humareda, se deben cumplir los requisitos del ministerio del deporte, que establece las especificaciones técnicas para la construcción de instalaciones deportivas, garantizando que cumplan con los estándares internacionales de funcionalidad y seguridad (Ministerio del deporte, 2015).

### ***2.2.2 Normas Ambientales y de Sostenibilidad***

La sostenibilidad y el respeto por el medio ambiente son aspectos clave en los proyectos de construcción. En este sentido, OSN Construcciones se asegura de cumplir con las siguientes normativas ambientales:

- **Ley 99 de 1993:** establece el Sistema Nacional Ambiental de Colombia y regula las acciones relacionadas con la protección del medio ambiente. Esta ley establece las bases para la gestión ambiental en los proyectos de construcción, asegurando que se realicen con un mínimo impacto ambiental (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 1993).
- **Resolución 541 de 2015:** regula los proyectos de construcción en relación con la gestión de los recursos naturales, residuos y emisiones, promoviendo la construcción sostenible y el manejo adecuado de los residuos generados durante la obra (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015).

### ***2.2.3 Cumplimiento con la Normativa de Seguridad Industrial***

La seguridad en los sitios de construcción es esencial para la protección de los trabajadores y la prevención de accidentes. OSN Construcciones sigue las normativas de seguridad industrial vigentes en Colombia:

- **Ley 1562 de 2012:** regula la seguridad social en los sistemas de salud, riesgos laborales y pensiones para los trabajadores de la construcción. Esta ley es fundamental para asegurar que todos los trabajadores estén cubiertos por el sistema de seguridad social y que se minimicen los riesgos laborales en el sitio de trabajo (Congreso de Colombia, 2012).
- **Resolución 1409 de 2012:** establece los requisitos mínimos para la gestión de la seguridad y salud en el trabajo en proyectos de construcción, garantizando que se implementen

medidas de seguridad adecuadas en todos los procesos constructivos (Ministerio de Trabajo, 2012).

#### ***2.2.4 Normas para la Planificación y Gestión de Proyectos***

- **PMBOK (Project Management Body of Knowledge):** la guía PMBOK establece las mejores prácticas y procesos para la gestión de proyectos, que incluyen la planificación, ejecución, monitoreo, control y cierre de proyectos. OSN Construcciones utiliza estos principios para la correcta gestión y administración de sus proyectos, asegurando la eficiencia y el cumplimiento de los plazos y costos establecidos (PMI, 2017).

### **3. Planteamiento del Problema**

La gerencia efectiva de proyectos de construcción requiere la correcta implementación de las etapas del ciclo de vida del proyecto (ver sección 2.1.1), que incluyen áreas clave de gestión como alcance, tiempo y costo. La ejecución eficiente de estos procesos garantiza el cumplimiento oportuno del alcance y la optimización de los recursos programados desde el inicio del proyecto (Riveros, 2019).

No obstante, la literatura especializada ha identificado que los principales problemas en la gestión de proyectos ocurren durante las fases de planeación y seguimiento. Estos problemas se manifiestan en errores de planificación presupuestal, deficiencias en el seguimiento de cronogramas y fallas en la comunicación con los grupos de interés. Las deficiencias comunicacionales incluyen la falta de canales sólidos con el público objetivo, la frecuencia inadecuada de comunicación y la selección inapropiada de los medios de comunicación (correo electrónico, reuniones, entre otros) (Ardila, 2015).

En la constructora OSN, se detectaron problemas específicos en los procesos de planificación y seguimiento de proyectos. Un caso representativo fue la inconsistencia entre los estudios topográficos y los planos de diseño del colegio de Purnia, ubicado en la Mesa de los Santos. Esta situación generó dificultades en diversas áreas de gestión, afectando los tiempos de entrega y requiriendo la realización de obras adicionales no contempladas inicialmente.

Para abordar estos inconvenientes, se estableció un convenio con la Universidad Industrial de Santander por el cual se desarrolló el presente proyecto en modalidad de práctica empresarial. Esta iniciativa tuvo como objetivo fortalecer las etapas de planeación y seguimiento de obra en los proyectos ejecutados por la empresa, aprovechando el conocimiento del personal interno involucrado en las fases a optimizar.

## **4. Diseño Metodológico**

### **4.1 Tipo de Investigación y Enfoque**

La investigación se enmarcó como un estudio aplicado con un enfoque mixto, que combina elementos cuantitativos y cualitativos para abordar la problemática identificada en OSN Construcciones S.A.S. El diseño metodológico adoptado corresponde a una investigación-acción participativa, en la cual el investigador participó de manera directa en el proceso de mejora organizacional, involucrando tanto a la universidad como a la empresa en el desarrollo de soluciones (Hernández-Sampieri et al., 2018).

El enfoque práctico-empírico se fundamentó en la aplicación directa de los conocimientos teóricos de ingeniería civil y gestión de proyectos al caso específico de la "Construcción de la Placa Deportiva en la Vereda Humareda del Municipio de la Belleza, Santander". Esta metodología permitió la integración de la teoría académica con la práctica profesional, creando un proceso de

aprendizaje bidireccional entre la universidad y la empresa, lo que generó un entorno enriquecido para ambos actores (Kolb, 2015).

#### **4.2 Marco Metodológico de Gestión de Proyectos**

La metodología aplicada se alineó con los estándares internacionales de gestión de proyectos establecidos en el Project Management Body of Knowledge (PMBOK). En la fase de planificación, se desarrolló el plan de gestión del proyecto, una herramienta crucial para guiar tanto la ejecución como el control de todas las actividades involucradas. Este plan estableció las bases para la comunicación efectiva y los criterios para medir el desempeño del proyecto, desde la definición de los objetivos hasta la entrega de los resultados, documentados en el chárter del proyecto (PMI, 2017).

La implementación de las nueve áreas del conocimiento del PMBOK, que incluyen integración, alcance, cronograma, costos, calidad, recursos, comunicaciones, riesgos y adquisiciones, proporcionó un marco estructural que facilitó la ejecución sistemática y eficiente de la práctica empresarial. Este enfoque también permitió la integración de herramientas tecnológicas para optimizar la gestión del proyecto, asegurando que se cumplieran los plazos y los presupuestos establecidos.

#### **4.3 Normatividad Técnica Aplicable**

El desarrollo metodológico se basó en el cumplimiento estricto de la normatividad técnica colombiana, que establece los estándares necesarios para garantizar la seguridad, calidad y sostenibilidad de las obras. Entre las normativas más relevantes se incluyeron:

NSR-10 (Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente): garantiza la resistencia sísmica de las estructuras, estableciendo requisitos de diseño y construcción (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2010).

Cartilla de Obras Menores de Drenaje del INVIAS: especifica los procedimientos para la construcción de sistemas de drenaje en proyectos viales y de infraestructura (INVIAS, 2019).

Especificaciones Técnicas del Instituto Colombiano del Deporte para Placas Deportivas: regulan los requisitos de diseño y construcción de instalaciones deportivas, garantizando su funcionalidad y seguridad (Ministerio del deporte, 2015).

Requisitos del Departamento de Planeación del Municipio de La Belleza: definen los lineamientos específicos para la ejecución de obras en la región, asegurando la alineación con los planes de desarrollo local.

#### **4.4 Fases de Desarrollo Metodológico**

##### ***4.4.1 Fase I: Diagnóstico y Diseño Estructural***

Durante las primeras cuatro semanas de la práctica, se enfocó en el análisis integral del sitio de intervención y el desarrollo del diseño técnico de la obra. Las actividades específicas incluyeron:

Recopilación de información primaria: se revisaron los estudios topográficos y de suelos proporcionados por OSN Construcciones. La información obtenida se procesó utilizando CivilCAD, un software especializado que permite generar modelos digitales del terreno con precisión centimétrica (Autodesk, 2025).

Diseño estructural: se aplicaron metodologías de diseño estructural según la NSR-10, utilizando el software PRESTO para el análisis de cargas y dimensionamiento de elementos estructurales (PRESTO, 2025). Las actividades incluyeron:

Análisis geotécnico para el muro de gaviones mediante cálculos de estabilidad por deslizamiento y volcamiento.

Dimensionamiento de la placa deportiva, considerando tanto las cargas vivas como muertas.

Diseño de los sistemas de drenaje y otros elementos complementarios.

Elaboración de planos técnicos: utilizando AutoCAD, se desarrollaron los planos arquitectónicos y estructurales, siguiendo las normas ICONTEC para la presentación técnica de los proyectos (Autodesk, 2025).

#### ***4.4.2 Fase II: Cuantificación y Presupuestación***

De las semanas 5 a 8, se trabajó en la elaboración de las memorias de cantidades y el análisis de precios unitarios. Las actividades fueron:

Cubicación de materiales: utilizando Microsoft Excel, se organizó el cálculo de cantidades en seis categorías principales: preliminares, movimiento de tierras, aceros de refuerzo, concretos, cerramiento y sistemas de manejo de aguas.

Análisis de Precios Unitarios (APU): se calcularon los costos directos (materiales, mano de obra, equipos) e indirectos (administración, imprevistos, utilidades), y se aplicó el factor prestacional actualizado, conforme a la normativa laboral vigente.

Estructuración presupuestal: el presupuesto total se desarrolló siguiendo las metodologías del Departamento Nacional de Planeación (DNP, 2023), asegurando un análisis de riesgos financieros y contingencias.

#### ***4.4.3 Fase III: Programación y Control***

De las semanas 9 a 12, se centró en la planificación temporal y en el establecimiento de los sistemas de control del proyecto:

Desarrollo del cronograma: se aplicó el Método de la Ruta Crítica (CPM) para programar las actividades, identificando secuencias lógicas y optimizando la duración de las actividades (PMI, 2017).

Sistema de seguimiento y control: se estableció un sistema de seguimiento y control basado en KPI o Indicadores Clave de Desempeño (por sus siglas en inglés, *Key Performance Indicators*), los cuales se definen como métricas cuantificables que permiten medir el rendimiento y la eficiencia de un proyecto frente a sus objetivos críticos (Project Management Institute, 2021). Estos indicadores se aplicaron para evaluar de manera integral el avance físico, el control presupuestal, la gestión de calidad y el cumplimiento del cronograma. Este sistema facilitó la toma de decisiones basada en datos y la adaptación eficaz a las variaciones presentadas durante la ejecución del proyecto.

Documentación técnica: se elaboró una documentación integral del proyecto, incluyendo especificaciones técnicas detalladas, manuales de construcción, planes de manejo ambiental y protocolos de seguridad industrial.

#### ***4.4.4 Fase IV: Cierre de los proyectos a cargo de la empresa***

De las semanas 12 a 16, se centró en actividades de cierre del proyecto “optimización de la planta de agua potable (PTAP Santa Fe del Municipio de Concepción - Santander), en el acompañamiento en la realización de informes para presentar avances y ejecutar actas de cobro del proyecto “ampliación de líneas de acueducto y conexiones domiciliarias, vereda la Laguna del Miedo, del municipio de Yondó” y finalmente en la asistencia a mesas técnicas para presentar avances del proyecto “placa huellas en el sector la Esperanza del municipio de Sabana de Torres.

#### **4.5 Técnicas de Recolección y Análisis de Información**

Las fuentes de información incluyeron:

Primarias: observación directa, entrevistas estructuradas con el personal técnico de OSN Construcciones y revisión de la documentación técnica.

Secundarias: consulta de normatividad técnica vigente, revisión bibliográfica especializada y análisis de casos similares en la región.

El análisis de la información se realizó mediante técnicas cuantitativas para procesar datos técnicos (cantidades, costos, tiempos) y cualitativas para evaluar los procesos organizacionales y mejores prácticas.

#### **4.6 Criterios de Calidad y Validación**

La validación de los resultados se realizó mediante:

Revisión técnica por pares: los diseños y cálculos fueron validados por el equipo técnico senior de OSN Construcciones.

Conformidad normativa: se verificó el cumplimiento con la normatividad técnica y legal aplicable.

Viabilidad económica: se evaluó la factibilidad presupuestaria comparando los costos con proyectos similares.

Sostenibilidad técnica: se evaluó la durabilidad y el mantenimiento a largo plazo de la infraestructura propuesta.

#### **4.7 Limitaciones Metodológicas**

Las principales limitaciones fueron: acceso restringido a información histórica detallada de proyectos anteriores, limitaciones temporales para el seguimiento completo del proceso constructivo y dependencia de la disponibilidad del personal técnico de la empresa para las validaciones. Estas limitaciones se mitigaron implementando estrategias alternativas para la recolección de datos optimizando el tiempo disponible durante la práctica empresarial.

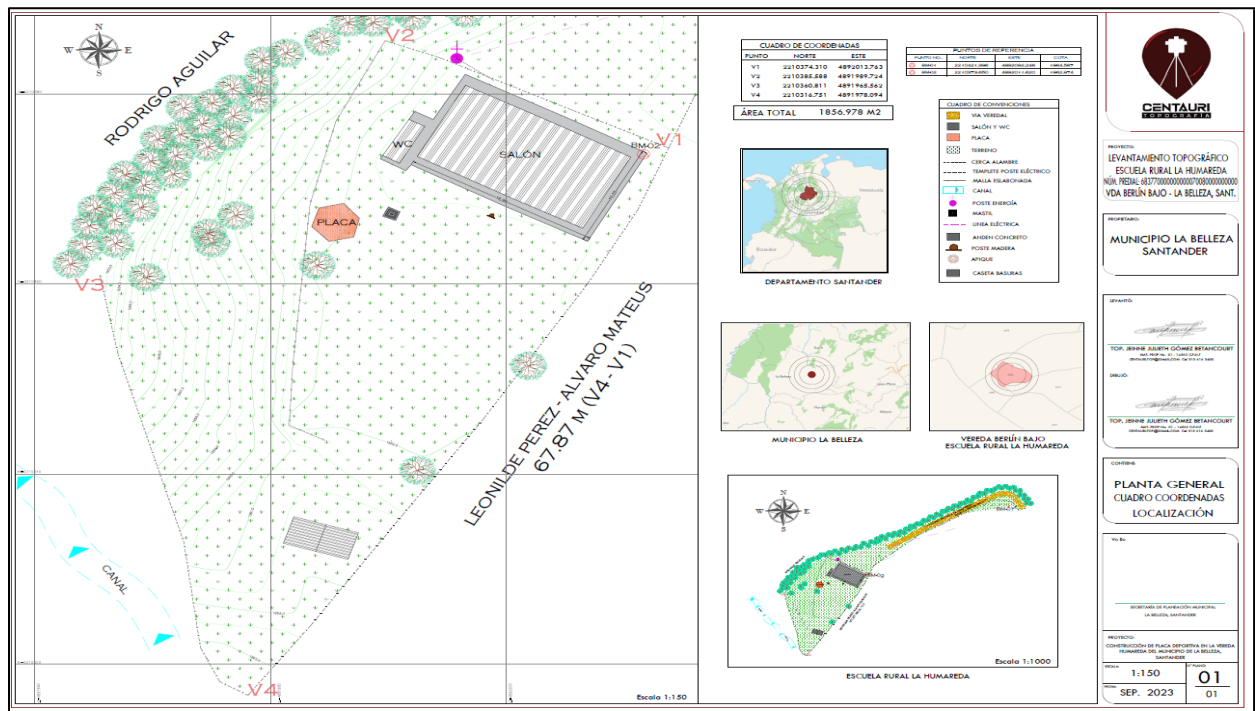
### 5. Resumen de la práctica

#### 5.1 Apoyo en la elaboración del diseño estructural y planos del proyecto

Para cualquier obra a realizar, es fundamental analizar la ubicación del proyecto, realizar el correspondiente estudio de suelos y también realizar un levantamiento topográfico que permita identificar las características de la zona a intervenir. Con los datos obtenidos por el equipo encargado de la topografía asignado por la empresa para la infraestructura del municipio de la Belleza Santander, se procedió a elaborar el dibujo topográfico (Figura 1). Utilizando el software de diseño AutoCAD para identificar gradualmente la forma y las características del terreno donde se desarrolla la construcción.

**Figura 1.**

*Plano topográfico escuela la Humareda del municipio de la Belleza Santander*

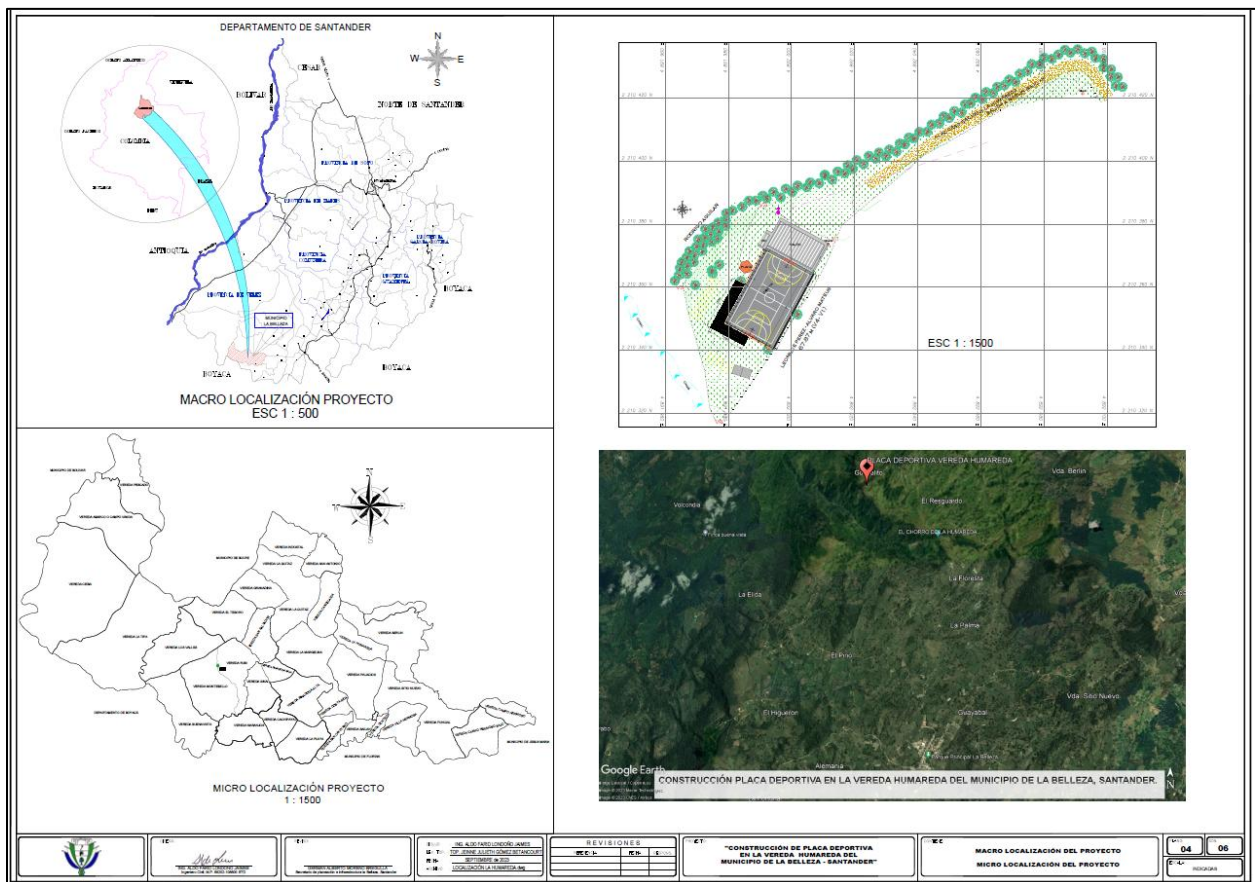


*Nota.* El gráfico representa el plano topográfico de la zona a intervenir y su ubicación. En el plano se identifica un salón existente color gris y una placa color naranja. Fuente propia.

El proyecto se localiza en la vereda la Humareda del municipio de la Belleza (Figura 2) en el departamento de Santander y tiene una extensión territorial de 219 Km2, se encuentra ubicado entre las coordenadas 5°51'27" latitud norte y 73°57'56" longitud al oeste con respecto al meridiano de Greenwich. Su altitud de la cabecera municipal es de 2200 metros sobre el nivel del mar.

**Figura 2.**

*Localización escuela la Humareda del municipio de la Belleza Santander*



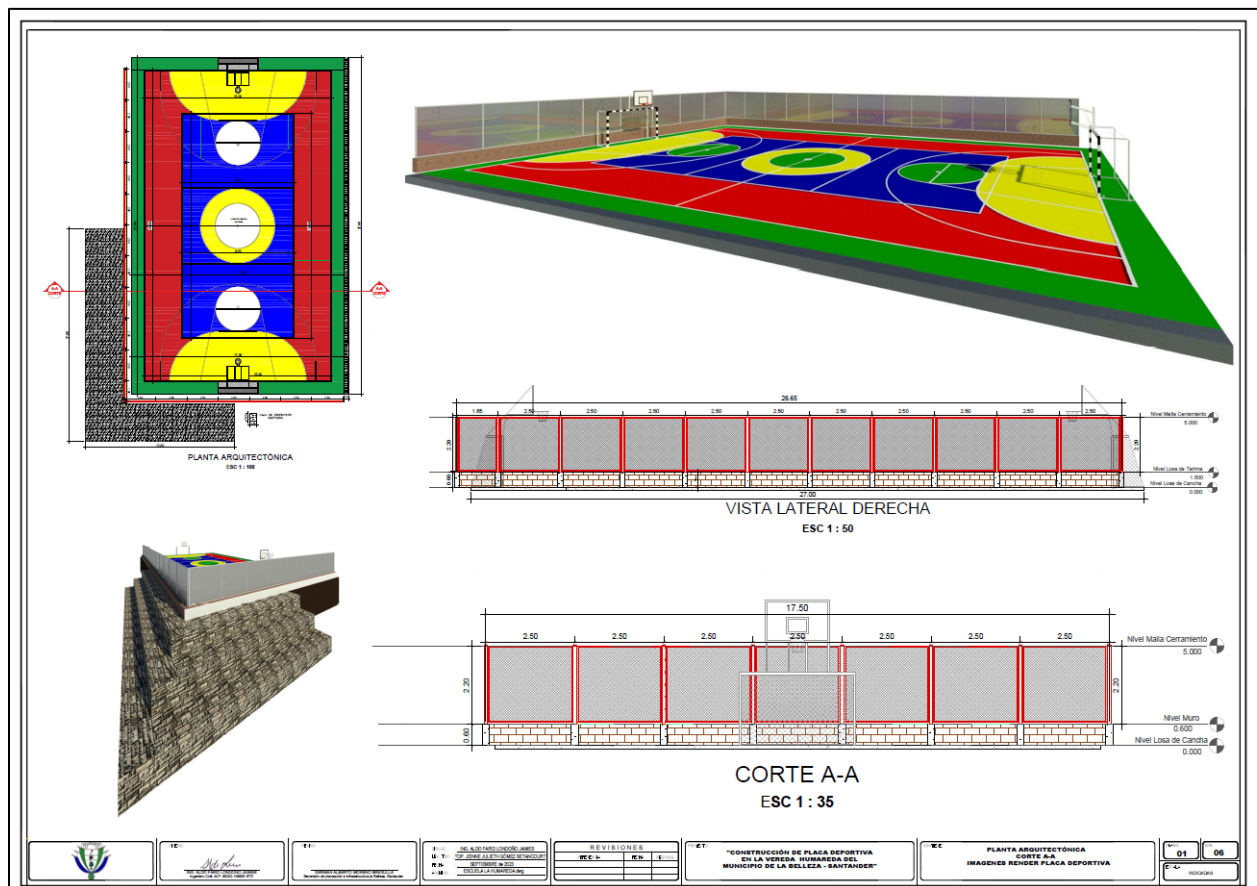
*Nota.* El gráfico representa la ubicación donde se construirá la placa deportiva. Fuente propia.

Adicionalmente al plano mostrado anteriormente se realizó el plano de localización de la cantera de roca Monquirá para el traslado de roca y triturado (apéndice A) y se digito el plano de

localización de acero y cemento que se trasladara desde el municipio de Barbosa Santander (apéndice B). Para materializar el diseño y garantizar la viabilidad constructiva del proyecto, se elaboraron el plano arquitectónico (Figura 3) y el plano estructural (Figura 4). Estos documentos técnicos constituyen la base para la ejecución de la obra y sirven de guía para todos los involucrados.

**Figura 3.**

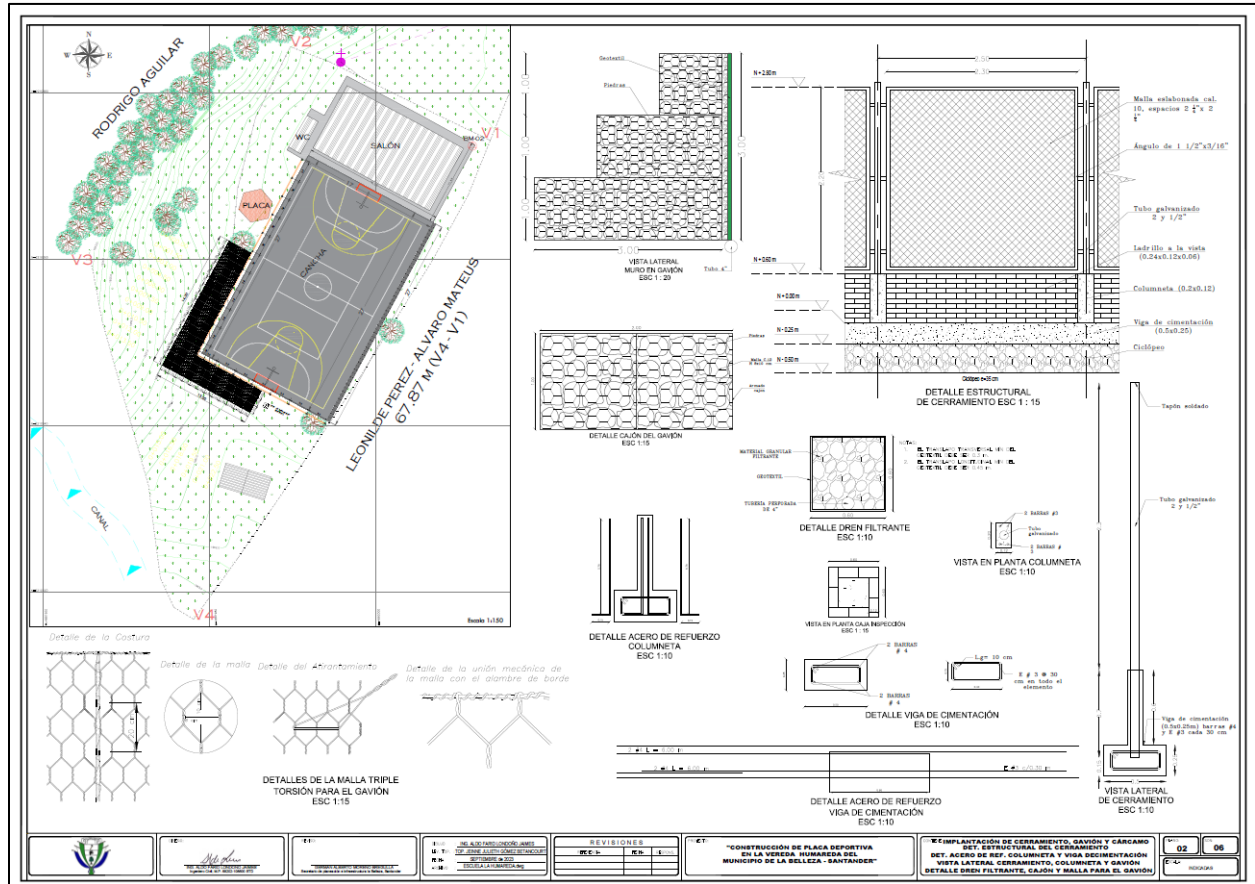
*Plano arquitectónico escuela la Humareda del municipio de la Belleza Santander*



*Nota.* El gráfico representa la planta arquitectónica, un render empleado para la construcción de la placa deportiva, con un cerramiento en L y un muro en gavión en L. Fuente propia.

Figura 4.

Plano estructural escuela la Humareda del municipio de la Belleza Santander



Nota. El gráfico representa la implantación del cerramiento, el muro en gavión y el cárcamo. Además, podemos observar el detalle estructural del cerramiento y los detalles de acero de refuerzo para las columnetas y las vigas de cimentación del cerramiento. Fuente propia.

5.1.1 Diseño estructural

5.1.1.1 Diseño geotécnico de muro en gavión.

El proyecto se localiza en la vereda la Humareda del municipio de la Belleza (Figura 2) en el departamento de Santander y tiene una extensión territorial de 219 Km2, se encuentra ubicado entre las coordenadas 5°51'27" latitud norte y 73°57'56" longitud al oeste con respecto al

meridiano de Greenwich. Su altitud de la cabecera municipal es de 2200 metros sobre el nivel del mar. A continuación, se presentan los cálculos desarrollados para diseñar el muro en gavión en L utilizado en la construcción de la placa deportiva (Tabla 1). Finalmente se concluye que el muro en gavión de 3 [m] de altura cumple con capacidad y estabilidad.

**Tabla 1.**

*Diseño geotécnico de muro en gavión*

<b>Dimensiones muro [m]</b>		<b>Bloque (m)</b>	
<b>Largo</b>	2	<b>Alto</b>	1
<b>Alto (ht)</b>	3	<b>Largo</b>	2
<b>Ancho (B)</b>	3	<b>Ancho</b>	1
<hr/>			
<b>P. específico roca (<math>\gamma</math>)</b>	2,8	[Ton/m <sup>3</sup> ]	
<b>P. específico suelo (<math>\gamma</math>)</b>	2	[Ton/m <sup>3</sup> ]	
<b>Angulo de fricción (<math>\Phi</math>)</b>	30°		
<b>Angulo de terreno (<math>\beta</math>)</b>	0°		
<b>Coefficiente activo (<math>k_a</math>)</b>	0,3		
<hr/>			
	W1	2,24 [Ton]	M1 1,12 [Ton]
	W2	2,24 [Ton]	M2 3,36 [Ton]
	W3	2,24 [Ton]	M3 5,6 [Ton]
	W4	2,24 [Ton]	M4 3,36 [Ton]
	W5	2,24 [Ton]	M5 5,6 [Ton]
	W6	2,24 [Ton]	M6 5,6 [Ton]
	Total	13,44 [Ton]	M7 24,64 [Ton]
<hr/>			
<b>Empuje activo (<math>e_a</math>)</b>	3	[Ton]	
<b>Momento activo (<math>m_o</math>)</b>	3	[Ton/m]	
<b>F.S.</b>	3		
<b>Momento activo (<math>m_o</math>)</b>	9	[Ton/m]	
<hr/>			
<b>Seguridad deslizamiento</b>	2,6		
<b>Seguridad volcamiento</b>	2,7		

*Nota.* Valores calculados y tomados para la construcción del muro en gavión. Fuente propia.

### **5.1.1.2 Diseño estructural placa deportiva en concreto.**

Las dimensiones de la obra obtenidas en este diseño se verán en el plano correspondiente de este proyecto (Figura 4). Una placa deportiva, está apoyada sobre un piso de relleno firme en compuesto por materiales pétreos, debidamente compactado al Proctor modificado del 90%.

La losa deportiva, está destinada a revivir cargas vivas de personas que la están utilizando y el peso propio como carga muerta se transmite al suelo de apoyo compuesto material de relleno, el cual evita que se produzca momentos a flexión, en la misma placa que puedan afectarla.

Como conclusión las placas deportivas no llevan acero de refuerzo para controlar estos momentos de flexión que puedan afectarla, únicamente chequeamos el espesor que se va a realizar para certificar lo anteriormente expuesto. Si debe tener un acero mínimo, el cual lo protegerá a la placa de movimientos de contracción por Temperatura.

Las dimensiones de la placa deportiva propuesta son las siguientes:

- Espesor de la placa = 0.10 m
- Longitud de la losa = 27.0 m
- Ancho de la losa = 17.0 m

Utilizando el programa PRESTO y según los resultados del programa, No necesita refuerzo para momentos a flexión, luego suministraremos un Área de acero mínima en malla electrosoldada H-131. Malla de  $e=0.4$  0.2x0.2 y una dilatación entre placas de 0.025 [m] (Figura 5).

### **5.1.1.3 Diseño estructural viga de cimentación, columneta y dren filtrante.**

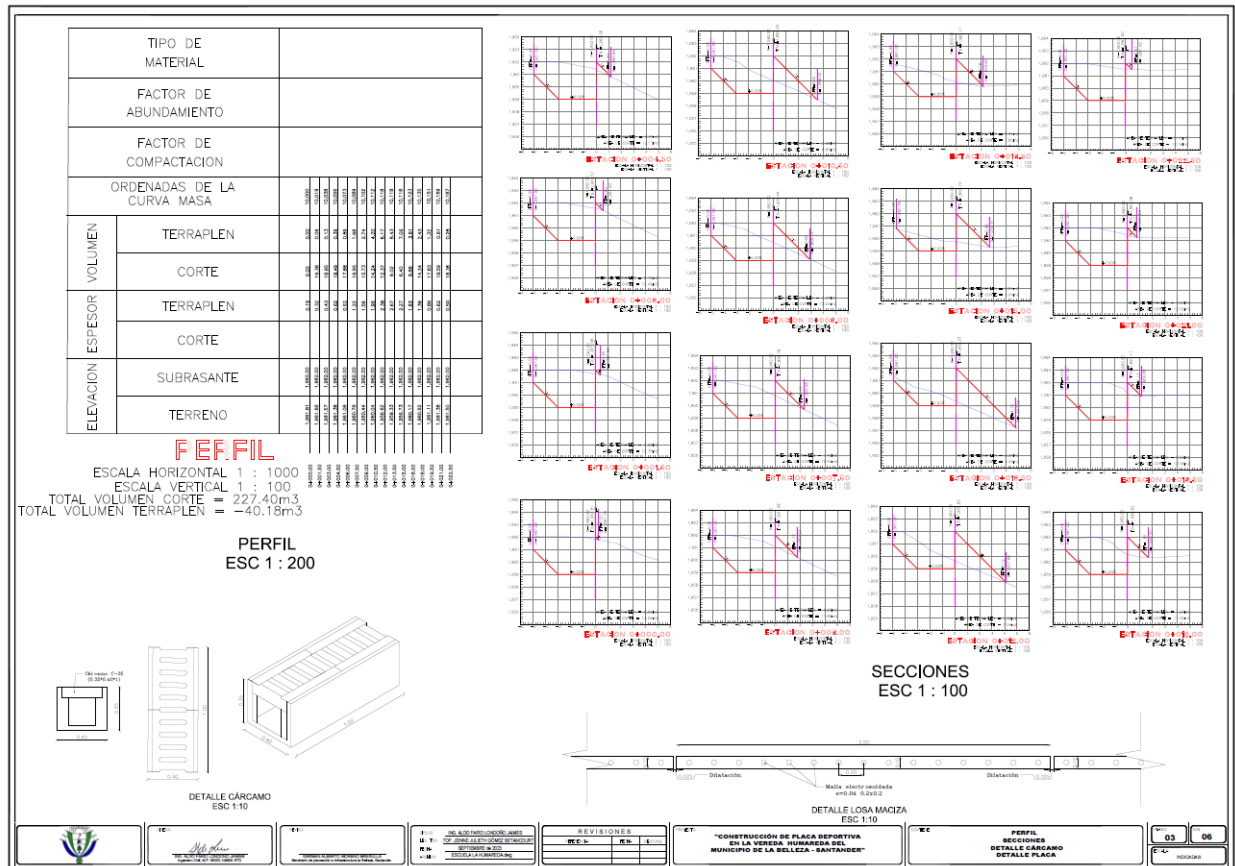
Para el diseño estructural de la viga de cimentación y la columneta utilizamos el acero mínimo dando como resultado los valores mostrados en el plano estructural (figura 4).

De igual manera siguiendo las especificaciones de la cartilla de obras menores de drenaje se realizó el diseño un dren filtrante en la parte más plana del terreno con el fin de filtrar las aguas

lluvias y aumentar la vida útil del proyecto, apoyados del artículo INV 673 – 13 para elegir el geotextil y el material filtrante especificados en la (figura 4).

**Figura 5.**

*Plano perfil de secciones empleando para la construcción del muro en gavión*



*Nota.* El gráfico representa los datos adquiridos por CivilCAD utilizados para el cálculo del volumen del muro en gavión. También muestra el perfil del cárcamo y el detalle de la loza maciza.

Fuente propia.

**5.2 Apoyo en la elaboración del cronograma, memoria de cantidades y presupuesto.**

En los proyectos realizados por la empresa OSN Construcciones, se elaboraron paquetes de entregables que incluyen todas las actividades a realizar según las necesidades específicas de

cada proyecto. En las cuales encontramos preliminares, movimiento de tierra, aceros, estructuras de concreto, ciclópeo, pintura, entre otras actividades. En la construcción de la placa deportiva se incluyeron actividades específicas muy detalladas a realizar y fueron plasmadas en hojas de Excel.

### ***5.2.1 Cantidades***

Una vez definidos el número de lozas empleadas para la placa deportiva y determinadas las modificaciones necesarias para todos los elementos a construir, se procede a ingresar los datos en una hoja de Excel, organizada en seis secciones. Estas tablas tienen como función proporcionar valores para:

- Preliminares y movimientos de tierra
- Acero
- Concreto de 3000 psi y muro en gavión.
- Cerramiento y estructura metálica.
- Pintura y otros
- Manejo de agua

### ***5.2.2 Presupuestos***

Al elaborar el presupuesto de la obra, es fundamental considerar que este se realizará utilizando los precios oficiales establecidos para la contratación de obras civiles de la empresa, específicamente para la infraestructura de la "Construcción de una placa deportiva en la Vereda Humareda, municipio de La Belleza (Santander), que incluye: movimiento de tierras, estructura en concreto (placas, vigas, cimentación), muro en gavión, cerramiento metálico con malla eslabonada, instalación de porterías múltiples, demarcación deportiva y sistema de drenaje. El proyecto cuenta con un plazo de ejecución de 2 meses y un valor total de \$ 298.611.694,07 (COP) (Tabla 2). Para esta sección, se contó con el apoyo en la verificación de porcentajes y la

actualización de precios. Además, se calculó el factor prestacional para respaldar el AIU (Administración 17%, Imprevistos 1% y Utilidades 5%) de la obra y el valor de interventoría 5%.

**Tabla 2.**

*Presupuesto del proyecto de la placa deportiva*

REPÚBLICA DE COLOMBIA		PRESUPUESTO GENERAL			
<b>OBJETO: "CONSTRUCCIÓN DE PLACA DEPORTIVA EN LA VEREDA HUMAREDA DEL MUNICIPIO DE LA BELLEZA, SANTANDER"</b>					
<b>MUNICIPIO DE LA BELLEZA- DEPARTAMENTO DE SANTANDER</b>		<b>PLAZO EJECUCIÓN</b>		<b>2 MESES</b>	
		<b>VALOR PROYECTO</b>		<b>\$ 298,611,694.07</b>	
<b>1</b>		<b>LA HUMAREDA</b>			
	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UND</b>	<b>CANT</b>	<b>V/UNITARIO</b>	<b>V/TOTAL</b>
<b>1.1.</b>	<b>PRELIMINARES</b>				
<b>1.1.1.</b>	Nivelación y replanteo de obra	M2	546.00	\$ 2,016.00	\$ 1,100,736.00
<b>1.1.2.</b>	Excavación en material común (incluye retiro)	M3	263.62	\$ 51,685.72	\$ 13,625,389.51
<b>1.1.3.</b>	Relleno en material seleccionado	M3	43.78	\$ 124,947.06	\$ 5,470,182.29
<b>1.2.</b>	<b>ACERO</b>				
<b>1.2.1.</b>	Acero de refuerzo	KG	833.54	\$ 10,578.65	\$ 8,817,768.26
<b>1.3.</b>	<b>CONCRETOS Y MURO EN G.</b>				
<b>1.3.1.</b>	Concreto de 3000 psi para columneta	M3	0.19	\$ 917,563.52	\$ 174,337.07
<b>1.3.2.</b>	Viga de amarre en Concreto de 3000 psi	M3	5.50	\$ 889,563.52	\$ 4,892,599.36
<b>1.3.3.</b>	Concreto de 3000 psi placa de contrapiso con e=10 cm	M2	459.00	\$ 108,309.54	\$ 49,714,078.86
<b>1.3.4.</b>	Concreto ciclópeo de 2500 psi	M3	5.50	\$ 493,974.18	\$ 2,716,857.99



1.3.5.	Muro en gavión. incluye malla electrosoldada calibre 12 y relleno con piedra rajón	M3	152.00	\$	414,580.00	\$	63,016,160.00
1.3.6.	Drenaje gavión (incluye geo dren planar y tubería de drenaje de 4")	M3	69.00	\$	111,197.44	\$	7,672,623.36
1.4.	<b>CERRAMIENT</b>						
1.4.1.	Mampostería en ladrillo a la vista Paral metálico en tubería de 2 1/2"	M2	24.33	\$	177,662.08	\$	4,322,518.41
1.4.2.	2.5 mm, incluye tapas Suministro y montaje de módulos para cerramiento con	ML	57.00	\$	88,095.00	\$	5,021,415.00
1.4.3.	malla eslabonada de 2 1/4" x 2 1/4" cal. 10, marco en ángulo de 1 1/2" x 3/16"	M2	89.21	\$	345,670.00	\$	30,837,220.70
1.4.4.	Junta de dilatación de 25 mm cada 3 metros, incluye sellante Suministro e instalación de	ML	306.09	\$	4,711.06	\$	1,442,008.36
1.4.5.	juego de porterías múltiples (incluye 2 arcos), mano de obra y transporte	UND	1.00	\$	13,078,911.57	\$	13,078,911.57
1.5.	<b>PINTURA Y OTROS</b>						
1.5.1.	Pintura anticorrosivo y esmalte para estructura metálica	ML	123.00	\$	30,353.33	\$	3,733,459.59
1.5.2.	Pintura cancha múltiple según diseño, incluye demarcaciones y líneas según reglamentos deportivos	M2	499.00	\$	12,295.00	\$	6,135,205.00

<b>1.6. MANEJO DE AGUAS</b>						
Cárcamo en						
<b>1.6.1.</b>	concreto c-35 0,35x0,40	ML	27.00	\$	281,630.00	\$ 7,604,010.00
Caja de inspección						
<b>1.6.2.</b>	de 0,60x0,60 (incluye tapa)	UND	2.00	\$	380,058.33	\$ 760,116.66
<b>1.6.3.</b>	Tubería pvc de 6"	ML	6.00	\$	91,414.00	\$ 548,484.00
<b>1.6.4.</b>	construcción de filtro	ML	17.00	\$	153,312.00	\$ 2,606,304.00
					<b>COSTO DIRECTO</b>	<b>\$ 233,290,385.99</b>

*Nota.* Esta tabla muestra el presupuesto general para la construcción de la placa deportiva en el municipio de la Belleza, Santander. Fuente propia.

### 5.2.3 Cronograma

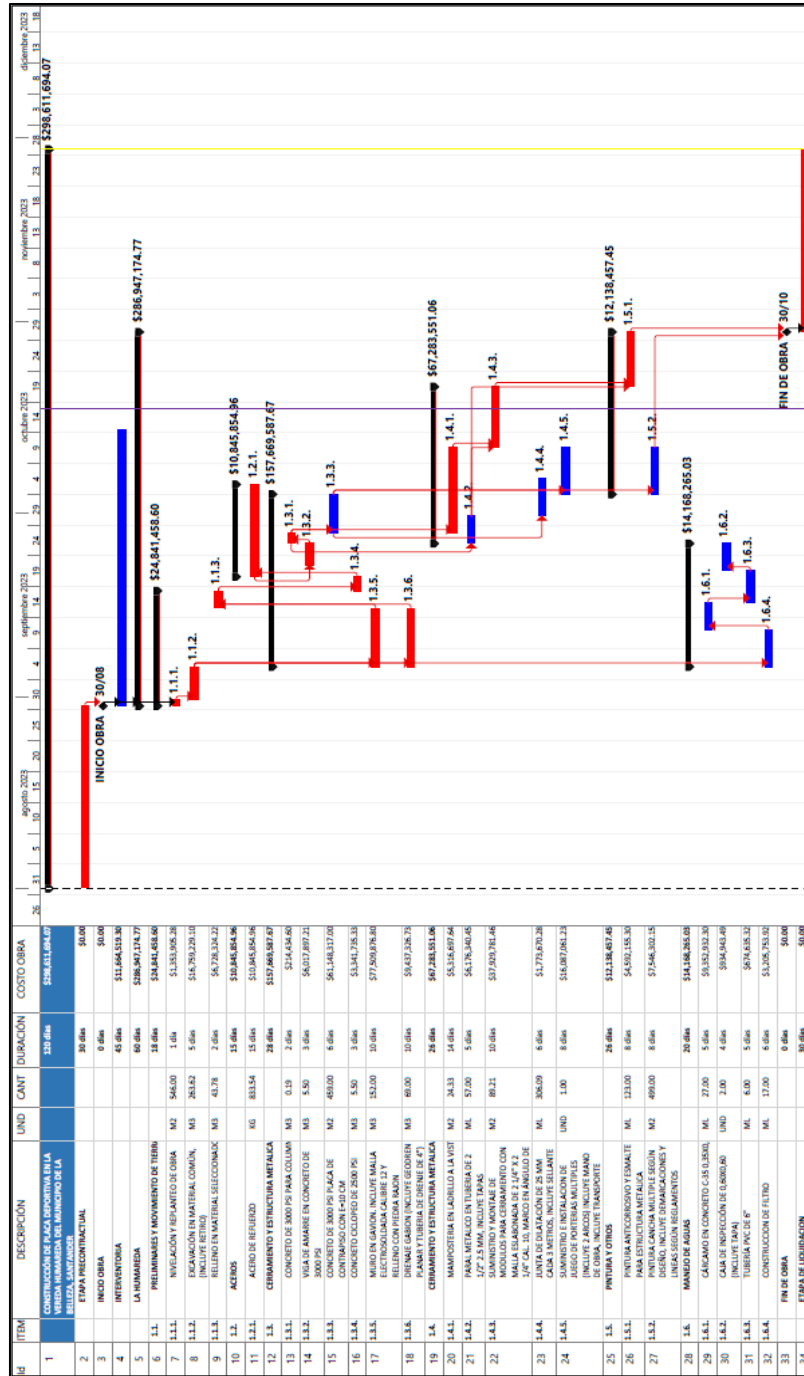
El proyecto "Construcción de la Placa Deportiva en la Vereda Humareda (La Belleza, Santander)" se desarrolló en un plazo total de 120 días, distribuidos en etapas clave:

1. Precontractual (30 días): Planificación y preparación de documentos.
2. Ejecución (60 días): Incluyó:
  - Estructuras principales (28 días): Concretos (placas, vigas, muro de gavión), drenajes y aceros.
  - Cerramiento y acabados (26 días): Instalación de malla eslabonada, porterías y pintura deportiva.
  - Manejo de aguas (20 días): Cárcamos, filtros y tuberías.
4. Interventoría (45 días): Supervisión técnica y control de calidad.

Se realizó una inversión total de \$ 298.611.694,07 (COP) y la planificación se basó en el método de la ruta crítica evidenciado en el cronograma del proyecto (Figura 6), priorizando actividades secuenciales como movimiento de tierras antes de estructura.

Figura 6.

Cronograma del Proyecto



Nota. Esta figura muestra el cronograma de actividades para la construcción de la placa deportiva en el municipio de la Belleza, Santander. Fuente propia.

### **5.3 Revisión de la documentación y registro de los aspectos técnicos y administrativos**

En la práctica realizada, se trabajó principalmente en el Módulo I del DNP, donde se revisaron las principales técnicas y metodologías recomendadas por la Dirección de Inversiones y Finanzas Públicas para la formulación y la estructuración de proyectos de inversión pública como es el caso de la placa deportiva a construir. Este módulo cubre las etapas claves del proceso, reflejadas en los capítulos de un documento base para la OSN, que incluye identificación, preparación, evaluación y programación.

La fase de identificación busca reconocer el problema público que justifica la intervención. En el presente proyecto, se evidenció una fractura comunicativa entre la comunidad de la vereda Humareda y el municipio de La Belleza, lo cual afecta la alineación de expectativas, la participación ciudadana y la sostenibilidad del proyecto.

La literatura especializada recomienda incorporar metodologías participativas como el Diagnóstico Rural Participativo (DRP), que permite integrar la visión comunitaria en la identificación de necesidades. Este enfoque ha demostrado ser eficaz en contextos rurales para fortalecer la apropiación social de los proyectos.

La preparación implica dimensionar el problema, estimar la demanda y analizar los recursos disponibles. En este proyecto, se evaluaron los costos y beneficios de distintas soluciones técnicas, buscando optimización presupuestal y pertinencia social.

La Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) recomienda aplicar modelos de análisis costo-beneficio que consideren tanto impactos económicos como sociales, especialmente en infraestructura comunitaria (CEPAL, 2020). Además, herramientas como la Estructura de Desglose del Trabajo (EDT) permiten organizar actividades y recursos de manera eficiente (DNP, 2023).

La evaluación consiste en seleccionar la mejor alternativa técnica y financiera, anticipando costos mediante análisis de mercado. En este proyecto, se aplicaron criterios multicriterio para elegir materiales y proveedores, considerando calidad, disponibilidad y sostenibilidad.

El uso de técnicas como el Análisis Multicriterio (AMC) ha sido ampliamente validado en ingeniería civil para la toma de decisiones complejas (Saaty, 2008). Asimismo, el Marco Lógico propuesto por el DNP permite estructurar los objetivos, indicadores y supuestos del proyecto (DNP, 2023).

Con el diagnóstico claro y la solución definida, se establecen los entregables, cronogramas y responsables. Esta fase traduce la planeación en acción, articulando los recursos con los tiempos y metas del proyecto.

La programación puede fortalecerse mediante metodologías como el Last Planner System (Ballard, 2000) o el Método de la Ruta Crítica (CPM), ampliamente documentadas en la literatura especializada en gestión de proyectos (Project Management Institute [PMI], 2021). Estas herramientas permiten mejorar la confiabilidad del cronograma y anticipar riesgos operativos.

Esta secuencia de actividades permitirá un control preciso de la ejecución del proyecto, facilitando el seguimiento y la prevención de retrasos. El proceso comienza con la propuesta, que incluye el presupuesto disponible proporcionado por los interesados, seguida de la firma de un contrato adjudicado por el alcalde. Posteriormente, se actualizan las pólizas especificadas en el contrato y se inician las actividades, que comprenden estudios topográficos, análisis de suelos, diseños necesarios, Plan de Manejo Ambiental (PMA), análisis de riesgos, plan de contingencia, documento técnico, especificaciones técnicas, presupuesto, cantidades, y APU's (Tabla 3), entre otros.

**Tabla 3.**

*Formato de realización de APU's*

MUNICIPIO	SECTOR	ITEM	TIPO	INSUMO	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	RENDIMIENTO/ DISTANCIA	TARIFA	VALOR TOTAL
		1.3.			CONCRETOS Y MURO EN GAVION					
		1.3.1.			CONCRETO DE 3000 PSI PARA COLUMNETA	0,19	M3			
-	LA BELLEZA	1.3.1.1.	Herramientas menores	HM	HERRAMIENTA MENOR (10% M.O.)	1,00	UND	1,000	\$ 8.325,00	\$ 8.325,00
-	LA BELLEZA	1.3.1.1.	Materiales	M-09	FORMALETA	1,00	M2	2,000	\$ 14.000,00	\$ 28.000,00
-	LA BELLEZA	1.3.1.1.	Equipos y herramientas	EH-13	VIBRADOR DE CONCRETO	1,00	DIA	180,000	\$ 95.000,00	\$ 95.000,00
-	LA BELLEZA	1.3.1.1.	Concretos	CO-02	CONCRETO 3000 PSI	1,00	M3	1,050	\$ 678.057,85	\$ 711.960,74
-	LA BELLEZA	1.3.1.1.	Transporte	TP-13	TRANSPORTE MULAR INTERNO	57,00	VIAJE	1,000	\$ 1.500,00	\$ 85.500,00
-	LA BELLEZA	1.3.1.1.	Mano de obra	MO-03	AYUDANTE	2,00	DIA	4,000	\$ 90.000,00	\$ 45.000,00
-	LA BELLEZA	1.3.1.1.	Mano de obra	MO-04	OFICIAL	1,00	DIA	4,000	\$ 153.000,00	\$ 38.250,00
									<b>SUBTOTAL \$</b>	<b>917.569,52</b>
		1.3.2.			VIGA DE AMARRE EN CONCRETO DE 3000 PSI	5,50	M3			
-	LA BELLEZA	1.3.2.1.	Herramientas menores	HM	HERRAMIENTA MENOR (10% M.O.)	1,00	UND	1,000	\$ 8.325,00	\$ 8.325,00
-	LA BELLEZA	1.3.2.1.	Equipos y herramientas	EH-13	VIBRADOR DE CONCRETO	1,00	DIA	180,000	\$ 95.000,00	\$ 95.000,00
-	LA BELLEZA	1.3.2.1.	Concretos	CO-02	CONCRETO 3000 PSI	1,00	M3	1,050	\$ 678.057,85	\$ 711.960,74
-	LA BELLEZA	1.3.2.1.	Transporte	TP-13	TRANSPORTE MULAR INTERNO	57,00	VIAJE	1,000	\$ 1.500,00	\$ 85.500,00
-	LA BELLEZA	1.3.2.1.	Mano de obra	MO-03	AYUDANTE	2,00	DIA	4,000	\$ 90.000,00	\$ 45.000,00
-	LA BELLEZA	1.3.2.1.	Mano de obra	MO-04	OFICIAL	1,00	DIA	4,000	\$ 153.000,00	\$ 38.250,00
									<b>SUBTOTAL \$</b>	<b>889.569,52</b>

*Nota.* La tabla representa el formato implementado para la realización futura de APU's en la empresa.

Fuente propia.

## **6. Resultados**

La práctica empresarial realizada en OSN Construcciones S.A.S. como auxiliar de ingeniería civil generó resultados tangibles que contribuyeron significativamente a la mejora de la gestión de proyectos en la empresa, especialmente en las áreas de planificación, presupuestación, programación y control de obras. A continuación, se presentan los hallazgos clave obtenidos durante el desarrollo del proyecto específico "Construcción de la Placa Deportiva en la Vereda Humareda del Municipio de La Belleza, Santander".

### **6.1 Mejora en la Planificación y Diseño Técnico**

Uno de los principales resultados fue la mejora en la planificación técnica del proyecto, que permitió la optimización de los diseños estructurales y la alineación con las normativas técnicas colombianas, como la NSR-10 y las especificaciones del Instituto Colombiano del Deporte. Los modelos digitales del terreno generados con CivilCAD proporcionaron datos topográficos precisos, lo que permitió realizar cálculos exactos para los volúmenes de excavación y relleno, evitando inconsistencias detectadas en proyectos previos.

Además, la aplicación de herramientas especializadas como AutoCAD para el diseño arquitectónico y estructural, y PRESTO para el análisis estructural, garantizó que el diseño del muro de gaviones y la placa deportiva cumplieran con los estándares de seguridad y funcionalidad. La verificación de cálculos por parte del equipo técnico de la empresa también resultó en una mayor precisión y confiabilidad en los diseños, reduciendo posibles errores en la ejecución.

### **6.2 Optimización en la Cuantificación y Presupuestación**

La implementación de un sistema organizado de cubicación de materiales permitió un control detallado y preciso de los recursos necesarios para el proyecto. La clasificación de materiales en categorías clave como acero de refuerzo, concretos y sistemas de drenaje facilitó la

planificación de compras y el control de inventarios. Este sistema de cubicación no solo permitió una mayor precisión en las estimaciones de recursos, sino que también ayudó a mejorar la actualización de precios unitarios según las condiciones del mercado regional, lo que contribuyó a una presupuestación más ajustada y realista.

El desarrollo de los Análisis de Precios Unitarios (APU) detallados, que incluyeron costos directos e indirectos y la inclusión de factores prestacionales actualizados, permitió obtener una precisión presupuestal mayor, lo que contribuyó a evitar sobrecostos y optimizar la asignación de recursos en el proyecto. Esta metodología no solo benefició al proyecto en cuestión, sino que también estableció un modelo replicable para futuros proyectos dentro de la empresa.

### **6.3 Eficiencia en la Programación y Control de Actividades**

La aplicación del Método de la Ruta Crítica (CPM) resultó en una programación detallada y precisa de las actividades, lo que permitió identificar las actividades críticas y establecer un cronograma realista para el proyecto. El cronograma final de 120 días, dividido en las fases de precontractual (30 días), ejecución (60 días) e interventoría (45 días), permitió asignar los recursos de manera eficiente y garantizar que los plazos se cumplieran sin retrasos significativos.

La identificación de actividades críticas, como el movimiento de tierras (18 días), las estructuras principales (28 días) y el cerramiento (26 días), facilitó la asignación eficiente de recursos, la minimización de tiempos muertos y la anticipación de posibles retrasos. Esta programación detallada contribuyó a un mejor control de los tiempos de ejecución, validado mediante el uso de diagramas de Gantt y el análisis de precedencias. La metodología aplicada contrastó positivamente con proyectos anteriores, donde la falta de planificación detallada resultó en sobrecostos y extensiones no programadas.

#### **6.4 Desarrollo de Capacidades Técnicas y Profesionales**

Otro hallazgo importante fue el fortalecimiento de las capacidades técnicas tanto del personal de OSN Construcciones como del practicante. La participación en el análisis crítico de diseños y la validación de cálculos estructurales permitió un aprendizaje significativo y la aplicación directa de normas técnicas colombianas, tales como la NSR-10 y las especificaciones del Instituto Colombiano del Deporte para infraestructura deportiva. Este aprendizaje no solo mejoró el desempeño del equipo, sino que también incrementó la calidad de la documentación técnica elaborada, incluyendo especificaciones constructivas, memorias de cálculo y planos de detalle.

La experiencia adquirida durante la práctica fue fundamental para el desarrollo profesional del practicante, se adquirió habilidades prácticas en la elaboración de documentos técnicos y en la implementación de metodologías de gestión de proyectos que serán aplicables en futuros proyectos.

#### **6.5 Contribución a la Mejora de los Procesos Organizacionales**

La implementación de metodologías académicas estructuradas en los procesos internos de OSN Construcciones contribuyó a la estandarización de formatos para presupuestación, cronogramas y seguimiento de proyectos. Esta mejora en los procesos organizacionales resultó en una mayor eficiencia administrativa, permitiendo a la empresa optimizar sus recursos y gestionar sus proyectos de manera más efectiva.

Además, la documentación de mejores prácticas y la identificación de áreas de mejora dentro de la empresa permitieron generar recomendaciones específicas para fortalecer las fases de planificación y control de proyectos en el futuro. La sistematización de los procesos técnicos y

administrativos contribuyó a la creación de un marco metodológico replicable, que podrá ser utilizado en proyectos similares de infraestructura comunitaria.

### **6.6 Impacto en la Gestión del Ciclo de Vida del Proyecto**

La gestión integral de las fases del ciclo de vida del proyecto (iniciación, planificación, ejecución, seguimiento y control, y cierre) resultó en una gestión proactiva de riesgos, facilitada por el uso de indicadores clave de desempeño (KPI). Estos indicadores, que incluyeron el avance físico, el cumplimiento presupuestal y la adherencia al cronograma, permitieron un seguimiento constante de las actividades y ayudaron a anticipar problemas antes de que afectaran el progreso del proyecto.

Los resultados obtenidos demostraron que una planificación detallada y un seguimiento constante son esenciales para prevenir problemas durante la ejecución, y que una gestión eficiente de los recursos es clave para el éxito de proyectos de infraestructura civil.

## **7. Conclusiones**

La práctica empresarial realizada en OSN Construcciones S.A.S. como auxiliar de ingeniería civil permitió la aplicación efectiva de las metodologías del Project Management Body of Knowledge (PMBOK), lo que contribuyó al éxito del proyecto específico "Construcción de la Placa Deportiva en la Vereda Humareda del Municipio de La Belleza, Santander". Con un presupuesto total de \$298.611.694,07 COP y un cronograma de ejecución de 120 días, la implementación de las áreas clave del PMBOK, como la gestión del alcance, el tiempo y los costos, resultó en la optimización de los procesos de planificación y seguimiento del proyecto (PMI, 2017).

### **7.1 Logros en Diseño y Planificación Técnica**

Uno de los logros más relevantes fue la correcta implementación de diseños estructurales que garantizaron la seguridad y estabilidad de la obra. Se desarrollaron elementos técnicos como el muro de gaviones en configuración L, de 3 metros de altura, con factores de seguridad para deslizamiento (2,6) y volcamiento (2,7). También se dimensionó la placa deportiva de concreto de 27,0 x 17,0 metros y se diseñó un sistema de drenaje filtrante. Estas acciones se realizaron utilizando herramientas especializadas como AutoCAD para los planos, CivilCAD para el procesamiento topográfico y PRESTO para los análisis estructurales, lo que permitió la precisión técnica y el cumplimiento normativo de la NSR-10 e INVIAS (2019).

El uso de CivilCAD permitió procesar los datos topográficos con precisión centimétrica, lo cual resultó en una correcta estimación de los volúmenes de excavación y relleno, evitando inconsistencias detectadas en proyectos anteriores, como en el caso del colegio de Purnia.

## **7.2 Optimización de Procesos de Cubicación y Presupuestación**

La implementación de metodologías sistemáticas para la cubicación de materiales mediante hojas de cálculo en Excel permitió un control más detallado de los recursos y facilitó la actualización de los precios unitarios, adaptándolos a las condiciones del mercado regional. Las memorias de cantidades se organizaron en seis categorías principales, lo que facilitó la gestión eficiente de los recursos (preliminares, movimiento de tierras, aceros, concretos, cerramiento, y sistemas de manejo de aguas).

Además, el desarrollo de Análisis de Precios Unitarios (APU) detallados para cada actividad constructiva, considerando los costos directos e indirectos, y la inclusión del factor prestacional actualizado mejoró la precisión del presupuesto. Esta metodología permitió establecer un modelo replicable para futuros proyectos, optimizando los tiempos de preparación de propuestas técnicas.

## **7.3 Aplicación del Método de Ruta Crítica en Programación**

La aplicación del Método de la Ruta Crítica (CPM) para la programación de las actividades resultó en una planificación precisa del proyecto. El cronograma se estructuró en tres fases: precontractual (30 días), ejecución (60 días) e interventoría (45 días). Este enfoque permitió identificar actividades críticas como el movimiento de tierras (18 días), las estructuras principales (28 días) y el cerramiento (26 días), lo que facilitó la asignación eficiente de recursos y la reducción de tiempos muertos.

La programación, validada mediante diagramas de Gantt y análisis de precedencias, ayudó a anticipar retrasos y a establecer contingencias operativas. Esta planificación detallada permitió evitar sobrecostos y extensiones no programadas, como ocurrió en proyectos previos donde la falta de planificación detallada generó problemas (Kerzner, 2017).

#### **7.4 Fortalecimiento de Capacidades Técnicas y Profesionales**

La práctica empresarial brindó valiosa experiencia en la aplicación de la normatividad técnica colombiana relevante, como la NSR-10 para el diseño estructural sismo-resistente, la Cartilla de obras menores de drenaje del INVIAS, y las especificaciones del Instituto Colombiano del Deporte para la construcción de infraestructuras deportivas. El dominio de estas normativas fue crucial para garantizar que el proyecto cumpliera con los requisitos legales y técnicos.

La participación en los procesos de revisión técnica con ingenieros senior de OSN Construcciones fortaleció las competencias en análisis crítico de diseños y validación de cálculos estructurales. Además, la elaboración de documentación técnica integral, incluyendo memorias de cálculo, planos de detalle y especificaciones constructivas, permitió desarrollar habilidades directamente aplicables en el ejercicio de la ingeniería civil.

#### **7.5 Contribución a la Mejora de Procesos Organizacionales**

El convenio con la Universidad Industrial de Santander facilitó la transferencia de conocimientos entre el ámbito académico y empresarial. Se implementaron metodologías académicas estructuradas en los procesos internos de OSN Construcciones, lo que resultó en la estandarización de formatos para presupuestación, cronogramas y seguimiento de proyectos. Esto permitió que los procesos internos de la empresa se optimizaran, y se establecieron mejores prácticas que serán de utilidad en futuros proyectos.

#### **7.6 Impacto en la Gestión del Ciclo de Vida del Proyecto**

La aplicación integral de las fases del ciclo de vida del proyecto (iniciación, planificación, ejecución, seguimiento y control, y cierre) demostró la importancia crítica de la planificación detallada en la prevención de problemas durante la ejecución. La revisión sistemática de estudios

topográficos, diseños estructurales y especificaciones técnicas antes de iniciar la obra evitó inconsistencias que afectaron proyectos anteriores.

La implementación de sistemas de seguimiento y control basados en indicadores cuantitativos de avance físico, cumplimiento presupuestal y adherencia al cronograma estableció una gestión proactiva de riesgos. Este enfoque validó la efectividad de las herramientas de gestión de proyectos en obras de infraestructura civil de mediana envergadura.

## 8. Recomendaciones

Para fortalecer la gestión de proyectos en OSN Construcciones S.A.S., se recomienda avanzar en la integración de tecnologías digitales como BIM, que permiten centralizar información de diseño, presupuesto y programación en un entorno colaborativo. Esta herramienta ha demostrado reducir errores, mejorar la trazabilidad y facilitar la toma de decisiones en tiempo real.

Además, se sugiere capacitar al personal en metodologías ágiles y herramientas digitales que promuevan la adaptabilidad y la eficiencia en la ejecución de obras. La formación continua en software especializado y gestión de proyectos es clave para asegurar la sostenibilidad de las mejoras implementadas (PMI, 2021).

En cuanto a la sostenibilidad ambiental, se recomienda explorar materiales y técnicas ecoeficientes como concretos reciclados, sistemas de drenaje sostenible y soluciones de bajo impacto ambiental. Estas prácticas están alineadas con las tendencias de la construcción verde y pueden mejorar la percepción social de los proyectos.

Finalmente, se propone evaluar el impacto social de las obras mediante encuestas a comunidades beneficiarias, como la vereda Humareda. Integrar criterios de satisfacción y usabilidad en la planificación permite involucrar a actores clave —clientes, proveedores y comunidad— y reducir riesgos como modificaciones tardías o rechazos. Esta estrategia fortalece la gobernanza del proyecto y promueve la corresponsabilidad en su ejecución (CEPAL, 2020).

### Referencias Bibliográficas

- Ardila, E. (2015). *Gestión de la comunicación en proyectos de construcción: Un enfoque práctico*. Editorial Universidad del Norte.
- Autodesk. (2025). CivilCAD. Autodesk. Recuperado de <https://www.autodesk.com>
- Autodesk. (2025). Dynamo. Autodesk. <https://dynamobim.org/>
- Ballard, G. (2000). The last planner system of production control [Tesis de doctorado, University of Birmingham].
- CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe). (2020). La infraestructura en el desarrollo social: Análisis y recomendaciones. Recuperado de <https://www.cepal.org>
- Congreso de la República de Colombia. (2012). Ley 1562 de 2012. Por la cual se modifica el Sistema de Riesgos Laborales y se dictan otras disposiciones en materia de salud ocupacional. Diario Oficial No. 48.567. <https://www.congresogov.co>
- Congreso de la República de Colombia. (1979). Ley 11 del 5 de marzo de 1979. Por la cual se reconoce la profesión de bibliotecólogo y se reglamenta su ejercicio. Diario Oficial No. 35.202.
- Data Construcción. (2025). Análisis de Precios Unitarios (APUs). Recuperado de <https://www.dataconstruccion.com>
- Departamento Nacional de Planeación (DNP). (2018). Placa polideportiva. Recuperado de <https://proyectostipo.dnp.gov.co/images/pdf/placapolideportiva/PTPolideportiva.pdf>
- Harnisch, C. (2023, 13 de noviembre). Importancia de la planificación en construcción. Foco en Obra. Recuperado de <https://focoenobra.com/blog/importancia-planificacion-en-construccion/>

- Harnisch, C. (2024, 5 de julio). Importancia de la planificación en construcción. Foco en Obra. Recuperado de <https://focoenobra.com/blog/importancia-planificacion-en-construccion/>
- Hernández-Sampieri, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2018). Metodología de la investigación (6ta ed.). McGraw-Hill.
- INVIAS. (2019). Cartilla de Obras Menores de Drenaje y Estructuras Viales. Recuperado de <https://www.invias.gov.co>
- Jumabeda. (2024, 12 de junio). Innovaciones en la ingeniería civil: De la teoría a la práctica. Recuperado de <https://www.jumabeda.com/innovaciones-en-la-ingenieria-civil-de-la-teoria-a-la-practica/>
- Kerzner, H. (2017). Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling (12th ed.). Wiley.
- Kolb, D. A. (2015). Experiential learning: Experience as the source of learning and development (2nd ed.). Pearson.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (1993). Ley 99 de 1993. Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones. Diario Oficial No. 41.506. <https://www.minambiente.gov.co>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2015). Resolución 541 de 2015. Por la cual se establecen los requisitos para la gestión ambiental en proyectos de construcción. <https://www.minambiente.gov.co>
- Ministerio del Deporte. (2015). *Resolución 2847 de 2015 "Por la cual se adoptan los Manuales de Diseño, Construcción y Mantenimiento de Escenarios Deportivos y Recreativos"*. República de Colombia. <https://www.mindeporte.gov.co/>

- Ministerio del Trabajo. (2012). *Resolución 1409 de 2012. Por la cual se establece el Reglamento de Seguridad para Protección contra Caídas en Trabajo en Alturas*. República de Colombia. <https://www.mintrabajo.gov.co/>
- Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (2010). \*NSR-10: Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente\*. Recuperado de <https://www.minvivienda.gov.co>
- Park, R., & Pauley, T. (2019). *Estructuras de concreto reforzado: Comportamiento y diseño* (5a ed.). Editorial McGraw-Hill.
- Pérez González, F. & Perdomo Trujillo, J. (2020). *Cubicación de materiales en obras civiles: Teoría y práctica*. Editorial Tecnológica.
- Project Management Institute. (2017). *Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK®)* (6ta ed.). Project Management Institute.
- Project Management Institute. (2021). *Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK®)* (7ª ed.). Project Management Institute, Inc.
- PRESTO. (2025). PRESTO software de cálculo estructural. Recuperado de <https://www.prestosoftware.com>
- Purizaca, C. (2022). *Presupuestos y costos en proyectos de construcción*. Editorial Planeta.
- Riveros, D. (2019). *Gestión de proyectos de construcción: Planificación, ejecución y control* (3ra ed.). McGraw-Hill.
- Saaty, T. L. (2008). Decision making with the analytic hierarchy process. *International Journal of Services Sciences*, 1(1), 83–98.
- Winters, J., & Goldstein, R. (2022). *Odontología deportiva: Principios y práctica clínica*. Editorial Médica Panamericana.

Apéndices

Apéndice A.

Plano de localización de la cantera la roca

