

AUXILIAR DE INGENIERÍA EN LA ETAPA DE SEGUIMIENTO Y CONTROL DEL
DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LOS PROYECTOS CONDOMINIO PALERMO CLUB Y
CONDOMINIO VILLAS DE RUITOQUE EJECUTADOS POR LA EMPRESA CIVITEK
INGENIERÍA S.A.S.

Santiago Sánchez Díaz

Trabajo de Grado para Optar el Título de Ingeniero Civil

Director

Laura Andrea Vargas Carvajal

Ingeniera Civil, M.Eng, Ph.D.

Universidad Industrial de Santander
Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas
Escuela de Ingeniería Civil
Bucaramanga

2025

Dedicatoria

Dedico este trabajo de grado con todo mi cariño, gratitud y admiración a mis padres Maryi Paola Díaz Bedoya y Elibardo Sánchez Pedraza. Ellos han sido mi mayor ejemplo a seguir en cada etapa de mi vida. Me han mostrado con su esfuerzo y dedicación lo que significan la superación, el compromiso, la responsabilidad y muchos otros valores que hoy son parte de mí. Estoy profundamente agradecido por todo lo que me han enseñado y por estar siempre a mi lado apoyándome, aconsejándome, inspirándome y motivándome a seguir adelante.

También a los demás miembros de mi familia que siempre han mostrado un apoyo incondicional hacia mí, motivándome a seguir adelante y llenándome de valor para cada reto que afronto. Sin ellos no hubiese sido posible ser la persona que soy hoy ni culminar este proceso tan importante en mi vida.

Este logro no es solo mío, también es de ustedes, porque sin su amor y respaldo incondicional no habría llegado hasta aquí.

Agradecimientos

Quiero agradecer de manera muy especial al Acueducto Metropolitano de Bucaramanga (AMB), empresa en la que trabajan mis padres y que me apoyó económicamente a lo largo de toda mi carrera. Ese respaldo fue clave para poder llegar hasta aquí y culminar este proceso que representa un sueño cumplido para mí.

También doy mis más sinceras gracias a la empresa CIVITEK INGENIERÍA S.A.S., donde tuve la oportunidad de vivir mi primera experiencia laboral. Allí pude aprender mucho, resolver dudas y aplicar lo que había estudiado en la universidad. De manera particular agradezco al ingeniero Jhon Lozano, mi tutor en la práctica, por su paciencia, por estar siempre dispuesto a orientarme y por enseñarme tanto aspectos técnicos como principios éticos que sé que me servirán durante toda mi vida profesional.

A mi directora de proyecto, la profesora Laura Vargas, le agradezco enormemente por el tiempo, la dedicación y la orientación que me brindó desde el inicio hasta la finalización de este trabajo de grado. Su acompañamiento fue fundamental para que este proyecto pudiera llevarse a cabo de la mejor manera.

Finalmente, quiero agradecer a todos mis profesores de la Escuela de Ingeniería Civil, quienes, más allá de transmitir conocimientos teóricos, me compartieron experiencias y valores que fueron muy importantes en mi proceso de formación como futuro ingeniero civil.

Tabla de Contenido

Introducción	11
1. Objetivos.....	13
1.1 Objetivo General.....	13
1.2 Objetivos Específicos.....	13
2. Marco Contextual.....	14
2.1 Descripción y antecedentes de la empresa.....	14
2.1.2 CIVITEK INGENIERIA S.A.S.	14
2.1.2 Misión	14
2.1.2 Visión.....	14
2.2 Contexto local y descripción de proyectos	15
2.2.1 Proyecto Condominio Palermo Club	15
2.2.2 Proyecto Condominio Villas de Ruitoque	16
3. Marco Conceptual.....	17
3.1 Planificación	17
3.2 Cronograma del proyecto.....	18
3.3 Presupuesto del proyecto	18
3.4 Recursos	18
3.5 Monitorear y controlar	19
3.6 Supervisión Técnica.....	19
4. Marco Legal	19
5. Metodología	20
5.1 Verificación de requisitos de calidad y normatividad vigente.....	20

5.2 Modelado de la información 3D del proyecto Condominio Villas de Ruitoque	21
5.3 Desarrollo un cronograma de referencia.....	22
5.4 Documentación de los procesos constructivos	22
6. Resultados.....	24
6.1 Contextualización inicial de los proyectos	24
6.2 Verificación de calidad documental y cumplimiento de normativa vigente.....	27
6.2.1 Revisión del diseño estructural y diseño arquitectónico.....	30
6.2.2 Revisión del Diseño Hidrosanitario	33
6.2.3 Revisión del Diseño Eléctrico.....	34
6.2.4 Revisión del Diseño del gas.....	36
6.3 Modelado 3D del proyecto Condominio Villas de Ruitoque en Autodesk Revit.....	37
6.4 Desarrollo de cronograma y presupuestos	41
6.5 Documentación de Procesos Constructivos	48
6.5.1 Localización y Replanteo.....	48
6.5.2 Excavaciones Manuales para las Cimentaciones	49
6.5.3 Construcción de Concreto Ciclópeo con 40% de piedra	50
6.5.4 Construcción de Concreto Pobre para Solado (14 MPa)	51
6.5.5 Armado del Acero de 420 MPa para Cimentaciones.....	52
6.5.6 Construcción de concreto de 3000 psi para las Cimentaciones	54
7. Conclusiones	56
Referencias Bibliográficas	59

Lista de Tablas

Tabla 1 <i>Revisión de los diseños generales de una casa del Proyecto Condominio Villas de Ruitoque</i>	29
Tabla 2 <i>Revisión del diseño estructural y arquitectónico de una casa del Proyecto Condominio Villas de Ruitoque</i>	31
Tabla 3 <i>Diferencias entre los diseños estructurales del Proyecto Condominio Palermo Club.</i>	33
Tabla 4 <i>Revisión del diseño hidrosanitario de una casa en el Proyecto Condominio Villas de Ruitoque.</i>	34
Tabla 5 <i>Formato para la revisión de Diseños Eléctricos.</i>	35
Tabla 6 <i>Actividades críticas identificadas en el Proyecto Villas de Ruitoque.</i>	44

Lista de Figuras

Figura 1	<i>Ubicación y primera implantación del proyecto Palermo Condominio Club.</i>	16
Figura 2	<i>Urbanismo Proyecto Condominio Villas de Ruitoque.</i>	17
Figura 3	<i>Formato estándares de calidad.</i>	23
Figura 4	<i>Planta arquitectónica del primer nivel de una vivienda del Condominio Villas de Ruitoque.</i>	25
Figura 5	<i>Planta estructural del tercer nivel del proyecto Condominio Palermo Club.</i>	26
Figura 6	<i>Revisión estándares de calidad documental Proyecto Villas de Ruitoque.</i>	28
Figura 7	<i>Modelado del diseño estructural en el software.</i>	38
Figura 8	<i>Diferencias detectadas entre el diseño estructural y el diseño arquitectónico del Proyecto Villas de Ruitoque.</i>	38
Figura 9	<i>Último diseño arquitectónico ajustado al diseño estructural.</i>	40
Figura 10	<i>Modelado general del proyecto en el software.</i>	41
Figura 11	<i>Cronograma de una casa del proyecto Condominio Villas de Ruitoque</i>	42
Figura 12	<i>Análisis de costo entre una vía construida en pavimento flexible y una construida en pavimento rígido.</i>	46
Figura 13	<i>Análisis de costo de red instalada en tubería PVC o PEAD.</i>	47
Figura 14	<i>Demarcación con cal y puentes de la localización y replanteo</i>	49
Figura 15	<i>Excavaciones manuales de las cimentaciones</i>	50
Figura 16	<i>Construcción de concreto ciclópeo</i>	51
Figura 17	<i>Construcción de solado</i>	52
Figura 18	<i>Armado de acero de refuerzo de 420 MPa</i>	53
Figura 19	<i>Ubicación del acero de refuerzo en su correspondiente lugar</i>	53

Figura 20 *Amarre de columnas desde las zapatas* 54

Figura 21 *Construcción de concreto de 3000 PSI para cimentación* 55

Resumen

Título: AUXILIAR DE INGENIERIA EN LA ETAPA DE SEGUIMIENTO Y CONTROL DEL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LOS PROYECTOS CONDOMINIO PALERMO CLUB Y CONDOMINIO VILLAS DE RUITOQUE EJECUTADOS POR LA EMPRESA CIVITEK INGENIERÍA S.A.S.*

Autor: Santiago Sánchez Díaz**

Palabras Clave: Seguimiento, Control, Planeación, Diseño, Gestión, Presupuesto, Cronograma

Descripción:

En el presente trabajo se presentarán y describirán las actividades realizadas en los proyectos Condominio Palermo Club, ubicado en Cúcuta, Norte de Santander, y Condominio Villas de Ruitoque, localizado en Girón, Santander, en la calidad de practicante como auxiliar de ingeniería civil. El propósito principal de la práctica fue verificar la aplicación de la normativa vigente, apoyar en el desarrollo de un cronograma de referencia y de un modelo tridimensional y documentar los procesos constructivos involucrados en la ejecución de estos proyectos, al mismo tiempo que se consolidaban los conocimientos académicos mediante su aplicación en un entorno laboral real.

A lo largo de la práctica se revisaron principalmente los diseños arquitectónicos y estructurales del proyecto Condominio villas de Ruitoque, en los cuales se identificaron diferencias que debieron ser ajustadas con el fin de asegurar la coherencia entre planos y su correcta implantación en el terreno. A partir de este trabajo se desarrolló la modelación 3D de una vivienda en Villas de Ruitoque, integrando la información de diseño para obtener una representación más clara y facilitar la visualización del proyecto antes de su construcción. De igual forma, se participó en la elaboración de un cronograma de referencia y la realización de presupuestos parciales de obra del proyecto de Condominio Villas de Ruitoque.

Estas actividades permitieron aplicar los conocimientos adquiridos en la universidad y fortalecer las competencias tanto técnicas como administrativas en la gestión de proyectos, brindando un apoyo a CIVITEK INGENIERIA S.A.S en la etapa de planeación y seguimiento de sus proyectos.

* Trabajo de Grado

** Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil. Directora: Laura Andrea Vargas Carvajal
Ingeniera Civil Ph.D. Ingeniería Estructural.

Abstract

Title: ENGINEERING ASSISTANT IN THE MONITORING AND CONTROL STAGE OF THE DESIGN AND CONSTRUCTION OF THE PROJECTS CONDOMINIO PALERMO CLUB AND CONDOMINIO VILLAS DE RUITOQUE EXECUTED BY THE COMPANY CIVITEK INGENIERIA S.A.S. *

Author: Santiago Sánchez Díaz**

Key Words: Monitoring, Control, Planning, Design, Management, Budget, Schedule

Description:

This document presents and describes the activities carried out in the Condominio Palermo Club project, located in Cucuta, Norte de Santander, and the Condominio Villas de Ruitoque project, located in Giron, Santander, within the framework of an internship as a civil engineering assistant. The main purpose of the internship was to verify compliance with current regulations, support the development of a reference schedule and a three-dimensional model, and document the construction processes involved in the execution of these projects, while consolidating academic knowledge through its application in a real work environment.

During the internship, particular emphasis was placed on reviewing the architectural and structural designs of the Condominio Villas de Ruitoque project, where discrepancies were identified and subsequently adjusted to ensure consistency between drawings and their proper implementation on site. Based on this process, a 3D model of a housing unit in Villas de Ruitoque was developed, integrating design information to provide a clearer representation and facilitate project visualization prior to construction. Likewise, a reference schedule was prepared and realization of partial construction budgets for the Condominio Villas de Ruitoque project.

These activities allowed for the application of the knowledge acquired at the university and strengthened both technical and administrative skills in project management, providing support to CIVITEK INGENIERIA S.A.S. during the planning and monitoring stages of its projects.

* Degree Work

** Faculty of Physical-Mechanical engineering. Civil engineering school. Director: Laura Andrea Vargas Carvajal. Civil engineer Ph.D. Structural engineering.

Introducción

El sector de la construcción en Colombia representa un sector fundamental para el desarrollo económico y social, debido a su capacidad de generar empleo, impulsar otros sectores productivos y mejorar la calidad de vida de la población mediante la planificación, diseño, construcción y mantenimiento de infraestructura. Sin embargo, en la práctica, la mayoría de los proyectos de construcción enfrentan retrasos en los cronogramas, sobrecostos y problemas de calidad técnica. Una de las principales causas de estas dificultades se encuentra en la falta de un adecuado proceso de seguimiento y control durante las diferentes etapas del proyecto (Pérez Cervantes, 2004)

En este contexto, el presente trabajo de grado en la modalidad de práctica empresarial se desarrolla en la empresa CIVITEK INGENIERIA S.A.S., que actualmente ejecuta los proyectos Condominio Palermo Club en Cúcuta, Norte de Santander, y Condominio Villas de Ruitoque en Girón, Santander. En ambos proyectos nace la necesidad de un minucioso control y seguimiento en las etapas de estudios, diseños y posterior ejecución, lo anterior para asegurar que los proyectos cumplan con la normativa vigente, estándares de calidad y los plazos previstos, evitando al máximo los retrasos. Por esta razón, el objeto de estudio de este trabajo fue, el apoyo en la etapa de seguimiento y control de los estudios, diseños y futuros procesos constructivos involucrados en la ejecución de dichos proyectos, desde el rol de auxiliar de ingeniería civil.

El propósito de este trabajo fue apoyar el proceso de seguimiento y control de los proyectos mencionados, mediante la verificación del cumplimiento de los requisitos de calidad y normatividad vigente de los diseños, la modelación 3D de la información para identificar posibles inconsistencias entre la estructura y la arquitectura, el desarrollo de un cronograma de referencia y la documentación de procesos constructivos conforme a las especificaciones técnicas. Este

ejercicio permitió poner en práctica los conocimientos adquiridos en la universidad y, paulatinamente, desarrollar competencias profesionales en la gestión técnica y administrativa de las obras civiles.

La fundamentación de este trabajo se sustenta en la necesidad de garantizar proyectos constructivos más eficientes. El seguimiento y control se convierten en una herramienta fundamental para anticipar problemas, mitigar riesgos y tomar decisiones oportunas que eviten sobrecostos y retrasos (Project Management Institute, 2014). En este sentido, el proyecto no solo aporta al cumplimiento de los objetivos empresariales de la empresa, sino que también, a la aplicación de los conocimientos académicos adquiridos para apoyar la verificación de normativas de diseños (tales como la NSR-10, NTC 1500, Resolución 0330 del 2017 y el RETIE), planificación de recursos y documentación de actividades constructivas, fortaleciendo así las competencias profesionales y aportando a la gestión integral de los proyectos.

Por último, esta práctica empresarial permitió apoyar, registrar y analizar los procesos de diseño y construcción, con el fin de identificar oportunidades de mejora y apoyar a la empresa en la gestión integral de sus proyectos. Demostrando así que la práctica empresarial constituye una experiencia de formación que integra los conocimientos técnico-teóricos con los conocimientos empíricos que se adquieren en la realidad del campo laboral.

1. Objetivos

1.1 Objetivo General

Realizar el control y seguimiento del diseño y construcción de los proyectos Condominio Palermo Club y Condominio Villas de Ruitoque, para asegurar el cumplimiento de los cronogramas, estándares de calidad y el uso eficiente de los recursos.

1.2 Objetivos Específicos

Verificar el cumplimiento de los requisitos de calidad y normatividad vigente de los diseños de los proyectos Condominio Palermo Club y Condominio Villas de Ruitoque, siguiendo los formatos e instructivos provistos por la empresa.

Modelar la información 3D del proyecto Condominio Villas de Ruitoque en el software Autodesk Revit para la identificación de posibles inconsistencias entre el diseño arquitectónico y el diseño estructural.

Desarrollar un cronograma de referencia en Microsoft Project para monitorear la ejecución de las actividades del proyecto Condominio Villas de Ruitoque.

Documentar los procesos constructivos del proyecto Condominio Villas de Ruitoque, según las especificaciones técnicas.

2. Marco Contextual

2.1 Descripción y antecedentes de la empresa

2.1.2 CIVITEK INGENIERIA S.A.S.

La empresa CIVITEK INGENIERIA S.A.S se ha venido desarrollando en el sector de las obras civiles hace más de una década. Su objetivo principal es ofrecer soluciones en ingeniería para sectores públicos y privados de la construcción. La empresa cuenta con un sistema integrado de gestión que se centra en satisfacer a las partes interesadas, mejorar la productividad, fomentar el crecimiento económico y ampliar su presencia en el mercado (CIVITEK INGENIERIA S.A.S., 2023).

2.1.2 Misión

La misión de la empresa CIVITEK INGENIERIA S.A.S es ofrecer soluciones integrales en infraestructura para los sectores de construcción, obras civiles y telecomunicaciones, ejecutando proyectos eficientes en los ámbitos público y privado, con un enfoque en la eficiencia de los recursos y el progreso de las comunidades (CIVITEK INGENIERIA S.A.S., 2023).

2.1.2 Visión

Para el año 2030, la empresa CIVITEK INGENIERIA S.A.S ampliará su alcance a nivel nacional, estableciendo presencia en el centro oriente, norte de Santander, Antioquia, Bolívar y Chocó. La empresa busca consolidarse como una iniciativa líder en soluciones de ingeniería para los sectores de construcción, industrial, telecomunicaciones e hidrocarburos, destacándose por sus estándares de calidad en la planificación y ejecución de proyectos públicos y privados (CIVITEK INGENIERIA S.A.S., 2023).

2.2 Contexto local y descripción de proyectos

A día de hoy, CIVITEK INGENIERIA S.A.S está trabajando en dos proyectos privados que corresponden a la construcción de dos condominios, en los cuales se realizó la práctica empresarial.

2.2.1 Proyecto Condominio Palermo Club

Este proyecto abarca la construcción de 3 torres, una infraestructura aledaña para fines comerciales y una infraestructura para la portería y vigilancia. Está ubicado en el barrio Claret de San José de Cúcuta, Norte de Santander, en un predio cuya área es de 2.529 m². Se tendrá un total de 180 apartamentos, los cuales están organizados de la siguiente manera: 45 apartamentos de 64,43 m², 45 apartamentos de 57,21 m² y 90 apartamentos de 60,83 m². Adicionalmente, cuenta con zonas de esparcimiento e integración social, tales como zona de juegos infantiles al aire libre, piscina, BBQ y salón social (ver figura 1).

Este proyecto se encuentra en la etapa de estudios y diseños. Esta etapa contempla la actualización de diseños arquitectónicos y la determinación de si las recomendaciones geotécnicas sobre las cimentaciones son las óptimas o si es necesario brindar otra solución más económica y viable constructivamente. Por último, se proyectaba iniciar la construcción para mayo de 2025, con la infraestructura aledaña destinada a fines comerciales. El sistema estructural de esta infraestructura es de pórticos de concreto reforzado, y contará con dos niveles y un semisótano.

Figura 2

Urbanismo Proyecto Condominio Villas de Ruitoque.



Nota. Ortofoto del proyecto. Tomado de Presentación Proyecto Condominio Villas de Ruitoque, por Civitek Ingeniería S.A.S, 2024.

3. Marco Conceptual

Las etapas de ejecución, monitoreo y control se desarrollan progresivamente. Estas etapas ponen en marcha la planificación y buscan alcanzar los objetivos planteados. Durante estas, se identifican problemas y riesgos que deben solucionarse en tiempo real. Para una correcta toma de decisiones, gestión de los recursos y éxito de estas etapas, se hace necesario conocer conceptos clave que incluyen la planificación, los procesos técnicos y los aspectos legales involucrados en el desarrollo de estas etapas.

3.1 Planificación

Durante la planificación del proyecto, se define principalmente el alcance del proyecto y se describe de manera más específica conforme se va recopilando más información acerca del

proyecto. Los riesgos, los supuestos y las restricciones existentes se analizan para verificar que estén completos y se actualizan o se contemplan nuevas variables, según sea necesario (Project Management Institute, 2014).

3.2 Cronograma del proyecto

El cronograma del proyecto es el resultado de un modelo de programación que presenta actividades vinculadas con fechas planificadas, duraciones, hitos y recursos. El cronograma del proyecto debe contener, al menos, una fecha de inicio y una fecha de finalización para cada actividad (Project Management Institute, 2017).

3.3 Presupuesto del proyecto

La determinación del presupuesto es el proceso que consiste en sumar los costos estimados de las actividades individuales o paquetes de trabajo para establecer una línea base de costos autorizada, determinada por la cantidad y valor unitario de cada actividad. El beneficio clave de este proceso es que determina la línea base de costos con respecto a la cual se puede monitorear y controlar el desempeño del proyecto (Project Management Institute, 2017).

3.4 Recursos

La ejecución de un proyecto requiere de ciertos elementos necesarios para su desarrollo, siendo los recursos uno de los más importantes. Estos ayudan a determinar el tiempo y costo de cada actividad. Existen diferentes tipos de recursos, que pueden ser humanos, materiales o físicos y financieros. Los recursos físicos incluyen el equipamiento, los materiales, las instalaciones y la infraestructura. Los recursos del equipo o del personal se refieren a los recursos humanos. El personal puede tener diferentes conjuntos de habilidades, pueden estar asignados a tiempo completo o a tiempo parcial y se pueden incorporar o retirar del equipo del proyecto conforme avanza el mismo (Project Management Institute, 2017).

3.5 Monitorear y controlar

El seguimiento o monitoreo permite conocer el estado actual del proyecto y el avance de este, identificando posibles dificultades que requieren una solución próxima o inmediata. Por otra parte, el control se refiere a determinar qué acciones se deberán ejecutar para darles solución a las problemáticas. Monitorear y controlar la ejecución del proyecto es el proceso de hacer seguimiento, revisar e informar el avance general a fin de cumplir con los objetivos de desempeño definidos en el plan para la dirección del proyecto. Los beneficios clave de este proceso son que permite a los interesados comprender el estado actual del proyecto, reconocer las medidas adoptadas para abordar los problemas de desempeño y tener visibilidad del estado futuro del proyecto con los pronósticos del cronograma y de costos (Project Management Institute, 2017)

3.6 Supervisión Técnica

La supervisión técnica consiste en verificar y garantizar que la construcción de la estructura se ejecute conforme a los planos, diseños y especificaciones establecidas por los profesionales. Así mismo, que los elementos no estructurales se construyan siguiendo los planos, diseños y especificaciones realizadas por el diseñador, de acuerdo con el grado de desempeño sísmico requerido (Comisión Asesora Permanente para el Régimen de Construcciones Sismo Resistentes., 2010)

4. Marco Legal

La empresa CIVITEK INGENIERIA S.A.S garantiza el cumplimiento de la normativa vigente que rige la construcción de estructuras en Colombia, dentro de las cuales se encuentran las Normas Técnicas Colombianas (NTCs), el presente Reglamento Colombiano de Construcciones Sismo Resistentes (NSR-10) y las resoluciones expedidas por la “Comisión Asesora Permanente

del Régimen de Construcciones Sismo Resistentes” del Gobierno Nacional, adscrita al Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, y creada por el Artículo 39 de la Ley 400 de 1997, la ley 1229 de 2008 y la ley 400 de 1997.

5. Metodología

La realización del presente trabajo de grado en modalidad de práctica empresarial, buscaba poner a disposición de la empresa el conocimiento teórico adquirido en la Universidad Industrial de Santander, a través de criterios técnicos que brindaron soluciones a las problemáticas o necesidades derivadas durante la etapa de seguimiento y control, alineando estas soluciones a los objetivos del proyecto, para así, desarrollar habilidades competentes en la vida profesional. En este sentido, la metodología se estructuró en diferentes fases de trabajo, que permitieron organizar las actividades realizadas y dar seguimiento a cada uno de los objetivos planteados.

5.1 Verificación de requisitos de calidad y normatividad vigente

El primer objetivo específico de este trabajo consistió en verificar que la etapa de estudios y diseños de los proyectos Condominio Palermo Club y Condominio Villas de Ruitoque cumpliera con los requisitos de calidad y la normativa vigente, tomando como base los formatos e instructivos provistos por la empresa. Para llevar a cabo lo anterior, se realizó una revisión íntegra y completa de los estudios y diseños previos a la ejecución de los proyectos, determinando la calidad documental de los documentos técnicos, planos, especificaciones, memorias de cálculo y presupuestos (si aplica). Así mismo, se verificó que estos diseños cumplieran con las diferentes normativas tales como: NSR-10 (Titulo A, B y C) para el diseño estructural (Comisión Asesora Permanente para el Régimen de Construcciones Sismo Resistentes., 2010), la Resolución 0330 del 2017 (Ministerio de Vivienda, 2017) y la NTC 1500 (Instituto Colombiano de Normas Técnicas y

Certificación - ICONTEC, 2017) para las redes hidrosanitarias y el RETIE (título 3, capítulos 1 y 6) para las redes eléctricas (Ministerio de Minas y Energía, 2024).

Por esta razón, fue necesaria una comunicación constante con el personal encargado del estudio y/o diseño para analizar los diferentes aspectos técnicos, aclarar dudas y proponer mejoras al mismo, a través de oficios o reuniones. Por lo cual, se participó en comités periódicos durante el diseño para verificar que el resultado obtenido fuera acorde a lo solicitado y existiera una coordinación con el personal de diseño.

5.2 Modelado de la información 3D del proyecto Condominio Villas de Ruitoque

Esta fase buscó una mejor coordinación interdisciplinaria entre la arquitectura y la ingeniería estructural. Razón por la cual, se inició con la recopilación de los últimos datos del diseño arquitectónico y estructural, los cuales incluyeron planos arquitectónicos y estructurales en formatos digitales, memorias de cálculo y especificaciones técnicas actualizadas y aprobadas. Después, se procedió a la configuración del entorno de trabajo en el software Autodesk Revit (Autodesk, Inc., 2024), utilizando una licencia de tipo estudiantil, estableciendo unidades, niveles y ejes, y aplicando plantillas y estilos de vista correspondientes para la configuración del entorno del software.

Seguidamente, se desarrolló el modelado de los elementos estructurales, incluyendo columnas, vigas, losas, cimentaciones, entre otros; garantizando su correspondencia con la documentación técnica. Posterior a ello, se implantó esta estructura en una plantilla arquitectónica y modelaron los elementos arquitectónicos, incorporando muros, cubiertas, carpinterías, escaleras y demás componentes, verificando sus dimensiones con los planos originales.

Una vez finalizado el modelado de ambas disciplinas, se identificaron posibles colisiones o inconsistencias entre elementos. Finalmente, se elaboró un informe técnico con las

inconsistencias, el cual fue presentado y socializado al tutor para facilitar la coordinación interdisciplinaria.

5.3 Desarrollo un cronograma de referencia

Para cumplir esta fase, se inició con la identificación y estructuración de las actividades del proyecto mediante la construcción de la Estructura de Desglose del Trabajo (EDT), asegurando que se contemplaran todos los paquetes de trabajo a realizar. La EDT es una herramienta de la planeación que organiza un proyecto en niveles jerárquicos, descomponiéndolo en partes cada vez más específicas hasta llegar a actividades más claras y manejables. Estas actividades específicas son los paquetes de trabajo, que representan el nivel de más bajo detalle de la EDT, en el que cada tarea puede ser planificada, programada y controlada. Una vez definidas estas actividades, se estableció la secuencia lógica y las relaciones de precedencia, identificando así las posibles actividades críticas.

Posteriormente, se procederá a la estimación de duraciones de cada actividad realizando una investigación de los rendimientos de la mano de obra local y la experiencia del equipo técnico, para poder establecer la duración de los paquetes de trabajo y fijar hitos clave como la finalización de entregables de obra. Una vez recopilada la información, se elaborará el cronograma en el software Microsoft Project (Microsoft Corporation, 2021), utilizando una licencia estudiantil y configurando calendarios laborales. Finalmente, el cronograma será validado con el tutor empresarial, ajustando las observaciones y aprobándolo como documento base para el monitoreo y control de la ejecución.

5.4 Documentación de los procesos constructivos

Junto con la ejecución de la fase dos y posterior a haber realizado la revisión de los diseños (planos, memorias de cálculo, especificaciones de materiales, entre otros), se realizó la

observación directa de los procesos constructivos con el fin de documentar e informar cualquier actividad que no cumpla con los diseños o estándares de calidad. Por ejemplo: un mal armado del acero en la cimentación, un movimiento de tierra innecesario o necesario, una mala instalación de las redes sanitarias y/o eléctricas, entre otras. Por lo anterior, esta última fase se enfocó en documentar que todas las actividades sigan las especificaciones técnicas y los estándares de calidad establecidos (ver figura 3)

Figura 3

Formato estándares de calidad.



REQUISITOS DE CALIDAD DE ESTUDIOS Y DISEÑOS

Fecha de revisión:

Proyecto:

DESCRIPCIÓN	Descripción
Los planos incluyen membretes con títulos que referencian al proyecto indican al profesional con su respectiva firma.	
Se anexan la respectiva tarjeta profesional y memorial de responsabilidad con cada diseño.	
Dentro de los planos se encuentran escalas y referencias de elementos.	
Existe una coherencia y coordinación con los niveles y/o cotas entre todos los diseños.	
Todos los diseños cuentan con los cortes necesarios, planos planata y planos perfil.	
Todos los diseños cuentan con un Informe, que contenga como mínimo: 1. Portada, donde se identifique la empres y/o profesional que realizo el diseño. 2. Tabla de contenido. 3. referencia al proyecto en cuestión (Descripción o ubicación). 4. Normativa que aplica al diseño 5. Memorias de cálculo.	

Revisó:

Aprobó:

Durante esta fase, se realizaron visitas periódicas en obra para documentar que los procesos constructivos siguieran las especificaciones establecidas en los diseños, tomando

fotografías reales en sitio y se plasmaron en un informe que describe el proceso constructivo junto con su avance.

6. Resultados

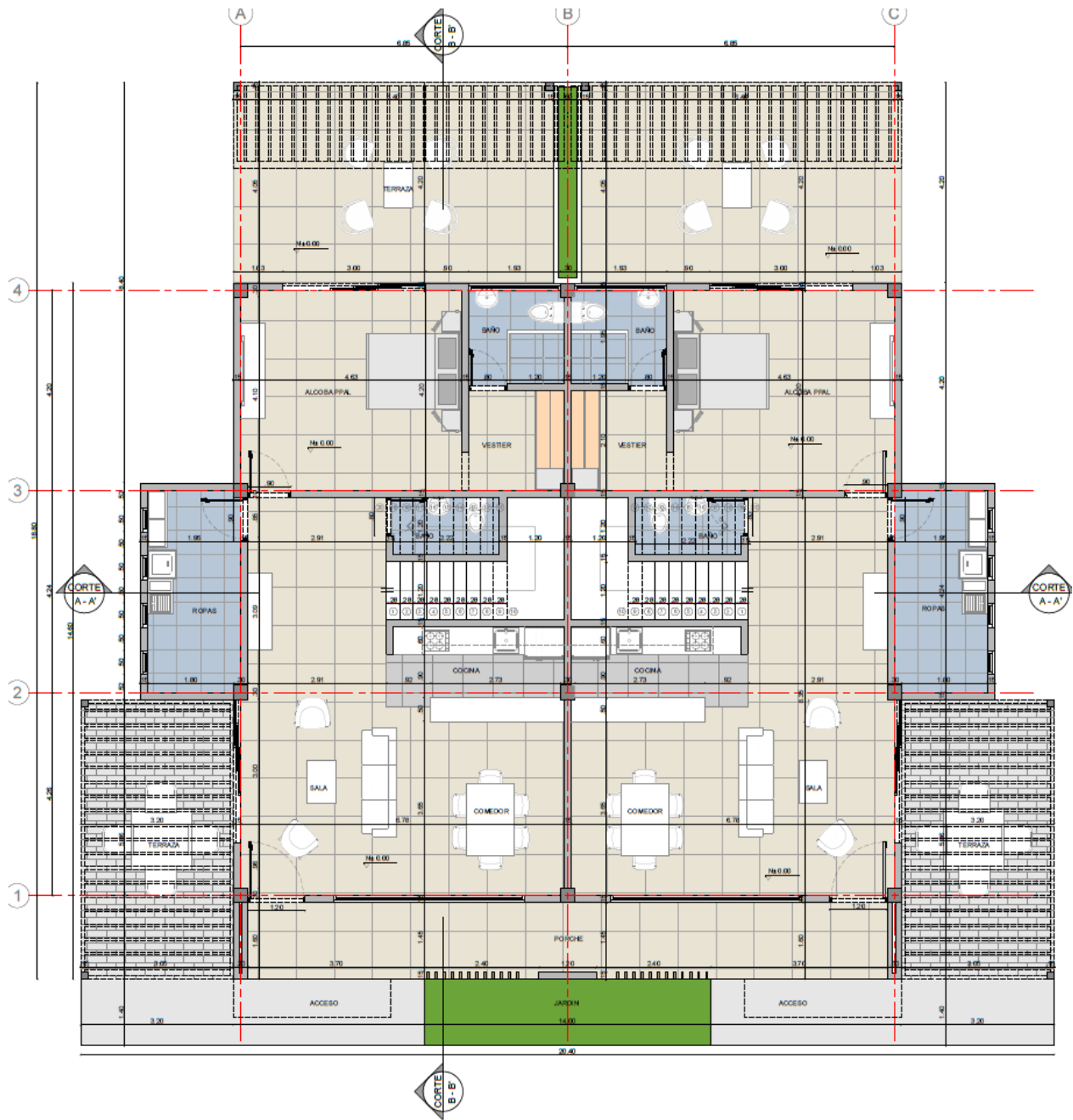
6.1 Contextualización inicial de los proyectos

Antes de empezar con las actividades de seguimiento y control, fue necesario hacer un proceso de estudio y contextualización de los proyectos junto con el tutor empresarial. Esta primera etapa permitió entender mejor las características de cada obra.

El primer proyecto en revisarse fue el Condominio Villas de Ruitoque, donde el recurso inicial disponible era la propuesta arquitectónica de una vivienda diseñada según las indicaciones y solicitudes de los propietarios (ver figura 4). Según los diseños arquitectónicos el área de construcción de esta vivienda sería de 266.23 m² (159.20 m² a construir en el primer piso y 107.3 m² a construir en el segundo piso) y tendría un sistema estructural conformado por pórticos resistentes a momentos de concreto reforzado con capacidad especial de disipación de energía. Además, dentro de este mismo proyecto se tenía previsto arrancar con la construcción de las redes generales de servicios (agua, electricidad y gas), con el fin de llevar las acometidas a cada uno de los lotes del conjunto.

Figura 4

Planta arquitectónica del primer nivel de una vivienda del Condominio Villas de Ruitoque.



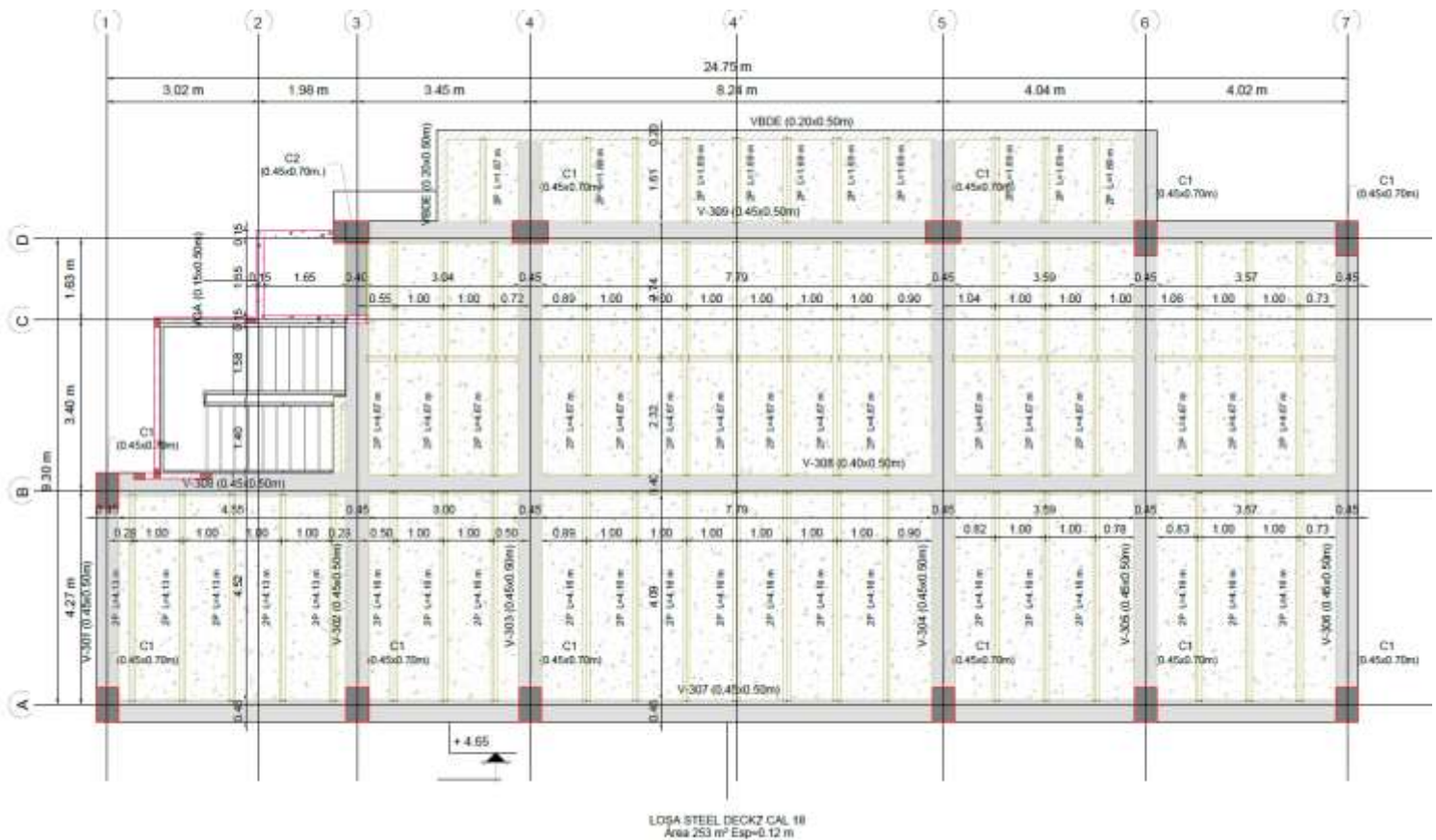
PLANTA PRIMER PISO
ESC 1:50

Posteriormente, se continuó con la revisión del proyecto Condominio Palermo Club, en el que se estudiaron principalmente los planos estructurales del local comercial (ver figura 5), ya que

esta era la edificación priorizada para iniciar la etapa constructiva. Su estructura estaba diseñada en un sistema de pórticos resistente a momentos de concreto reforzado con capacidad especial de disipación de energía y contaba con las siguientes áreas: en el primer piso un área de 239 m², en el segundo piso un área de 224 m² y en el tercer piso un área de 253 m².

Figura 5

Planta estructural del tercer nivel del proyecto Condominio Palermo Club.



PLANTA ESTRUCTURAL NE+4.65

Gracias a este acercamiento inicial se pudieron comprender mejor las prioridades, estado y necesidades de cada proyecto, sentando una base clara para continuar con el seguimiento y control de los diseños de manera que las actividades posteriores se desarrollaran de una manera eficaz.

6.2 Verificación de calidad documental y cumplimiento de normativa vigente

Esta fase inició con una revisión general de los planos arquitectónicos y estructurales, contrastándolos con la normativa técnica vigente y los instructivos suministrados por el tutor empresarial relacionados con los requisitos de calidad documental. Para el diseño estructural se revisó la NSR-10 (Comisión Asesora Permanente para el Régimen de Construcciones Sismo Resistentes., 2010), para el diseño hidrosanitario la Resolución 0330 del 2017 (Ministerio de Vivienda, 2017) y la NTC 1500 (Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación - ICONTEC, 2017) y para el diseño eléctrico el RETIE (Ministerio de Minas y Energía, 2024). La revisión de requisitos de calidad documental del Condominio Villas de Ruitoque se muestra en la figura 6.

Figura 6

Revisión estándares de calidad documental Proyecto Villas de Ruitoque.



REQUISITOS DE CALIDAD DE ESTUDIOS Y DISEÑOS

Fecha de revisión: 05/05/2025

Proyecto: CONDOMINIO VILLAS DE RUITOQUE

DESCRIPCIÓN	Descripción
Los planos incluyen membretes con títulos que referencian al proyecto indican al profesional con su respectiva firma.	Los planos correspondientes al diseño arquitectónico no referencia el nombre del proyecto.
Se anexan la respectiva tarjeta profesional y memorial de responsabilidad con cada diseño.	En el diseño hidráulico no se encuentra la TP del profesional ni el memorial de responsabilidad
Dentro de los planos se encuentran escalas y referencias de elementos.	Todos cumplen.
Existe una coherencia y coordinación con los niveles y/o cotas entre todos los diseños.	Existe una diferencia al momento de nombrar los niveles entre el diseño estructural y el diseño arquitectónico, por lo que se le pide al diseñador estructural que se adapte
Todos los diseños cuentan con los cortes necesarios, planos planata y planos perfil.	Todos cumplen.
Todos los diseños cuentan con un informe, que contenga como mínimo: 1. Portada, donde se identifique la empresa y/o profesional que realizó el diseño. 2. Tabla de contenido. 3. referencia al proyecto en cuestión (Descripción o ubicación). 4. Normativa que aplica al diseño 5. Memorias de cálculo.	Todos cumplen.

Revisó: Santiago Sánchez Díaz y Jhon Lozano

Aprobó: Jhon Lozano

En el caso del proyecto Condominio Villas de Ruitoque, en primera instancia se realizó la recepción y revisión de los diseños arquitectónicos, estructurales, hidráulicos y eléctricos comprobando que estos estuvieran completos y cumplieran con los lineamientos normativos correspondientes. Durante el desarrollo de esta actividad, se identificó que no existía una lista de chequeo que facilitara el registro de observaciones y hallazgos de manera organizada. Ante esta necesidad, el estudiante diseñó un formato de verificación general de diseños, que permitió sistematizar la información y dar trazabilidad al proceso. El formato se presenta en la tabla 1 con la información del Proyecto Condominio Villas de Ruitoque.

De manera paralela, en el proyecto Palermo Club, la atención se centró en los planos del local comercial, al ser esta la edificación priorizada para iniciar la construcción. Allí se validaron las dimensiones, materiales propuestos y cumplimiento de los requisitos de accesibilidad y normativas urbanísticas, con el fin de garantizar que el diseño estuviera listo para avanzar a la etapa constructiva sin contratiempos. Durante la revisión inicial, se identificó que los planos hidrosanitarios no se encontraban con la firma del profesional, razón por la cual, se le solicitó la misma al profesional. Por otra parte, dentro del diseño eléctrico no se encontraban las especificaciones técnicas de los materiales contemplado dentro del diseño, por este motivo, se verificó la oferta presentada, comprobando que estas especificaciones se encontraban incluidas dentro del diseño, por lo que se le solicitaron al profesional.

Tabla 1

Revisión de los diseños generales de una casa del Proyecto Condominio Villas de Ruitoque

Especialidad	Chequeo	Estado (Cumple / No Cumple / N.A.)	Observaciones
Generales	Existe memoria de cálculo por cada especialidad	Cumple	Se encuentran en los informes.
Generales	Están los planos firmados por profesionales con matrícula vigente	No cumple	Falta firma en el diseño hidrosanitario.
Generales	Cumplen con la normativa colombiana vigente (NSR-10, RAS 2000 Y RETIE)	Cumple	En los formatos de cada disciplina no se presentan irregularidades con la norma.
Generales	Se incluyen especificaciones técnicas.	No cumple	El diseño eléctrico no cuenta con estas.
Generales	El diseño está basado en estudios de suelos, topografía, redes existentes y arquitectura.	Cumple	No se presentan redes existentes.
Generales	El diseño permite fácil mantenimiento de las redes y estructuras	No cumple	El diseño sanitario no contempla ninguna caja de inspección.

6.2.1 Revisión del diseño estructural y diseño arquitectónico

La revisión de los diseños estructurales y arquitectónicos se realizó de manera conjunta y progresiva, ya que ambos constituyen la base sobre la cual se desarrollan las demás especialidades. Un cambio en la distribución arquitectónica influye directamente en los elementos estructurales, de la misma manera que una modificación estructural afecta los espacios, circulaciones o dimensiones planteadas por la arquitectura. Por esta razón, la verificación simultánea de estas dos áreas resulta esencial para garantizar la coherencia del proyecto y evitar reprocesos que puedan generar sobrecostos o retrasos en etapas posteriores. Para realizar una verificación más organizada de estos diseños, se creó un formato propio (ver tabla 2) que facilitó y consolidó todo lo que se tiene en cuenta a la hora de verificar los diseños de estas dos especialidades. Se realizó una revisión en conjunto entre el diseño estructural y arquitectónico, encontrándose que se presentaban diferencias entre ellos. Estas inconsistencias radicaban principalmente en que el diseño arquitectónico no contemplaba la eliminación de algunas columnas que sí habían sido eliminadas en el diseño estructural. Por este motivo, se contactó al arquitecto y se le suministró el último diseño estructural solicitando un ajuste y actualización de su diseño arquitectónico.

Tabla 2

Revisión del diseño estructural y arquitectónico de una casa del Proyecto Condominio Villas de Ruitoque

Especialidad	Chequeo	Estado (Cumple / No Cumple / N.A.)	Observaciones
Estructural	El diseño considera el tipo de suelo (según estudio geotécnico).	Cumple	Se tienen en cuenta propiedades del suelo y de la zona (Categoría DES, perfil del suelo D y $Q_{adm}=21 \text{ ton/m}^2$).
Estructural	El diseño contempla elementos no estructurales (muros divisorios, enchapes, etc.)	Cumple	Dentro de las cargas se tienen en cuenta estos elementos
Estructural	Se tiene en cuenta para el diseño la categoría de la edificación	Cumple	Coefficiente de importancia $I=1.0$
Estructural	La memoria de cálculo incluye cargas gravitacionales, viento y sismo (NSR-10)	Cumple	
Estructural	Las secciones estructurales (cimientos, columnas, vigas, losas) cumplen con las dimensiones mínimas según norma (NSR-10)	Cumple	Según título C – NSR10
Estructural	¿Existe coherencia entre elementos estructurales y arquitectónicos?	No cumple	El diseño estructural elimina algunas columnas y amplía la sección de otras. Es necesario actualizar el diseño arquitectónico.
Estructural	Los planos tienen todos los cortes y detalles constructivos necesarios	Cumple	
Estructural	Están indicadas claramente dimensiones de acero, columnas, vigas, zapatas y losas. Número de elementos	Cumple	
Arquitectónico	Revisión de accesos, circulaciones y espacios generales.	Cumple	Se revisan los anchos de puertas, escaleras, en los espacios como sala, comedor y cocina se revisa su área libre de circulación.

Esta revisión permitió identificar inconsistencias entre algunos elementos estructurales y la arquitectura inicial del proyecto Condominio Villas de Ruitoque. Estas diferencias se relacionaban principalmente con columnas que habían sido eliminadas o cuyas dimensiones habían sido modificadas en el diseño estructural, generando inconsistencias con los espacios planteados en la propuesta arquitectónica. Ante esta situación, fue necesario realizar observaciones y establecer una coordinación interdisciplinaria directa con el objetivo de lograr una mayor coherencia entre disciplinas. Esta coordinación resultó fundamental para lograr coherencia entre ambos diseños.

Así mismo, durante esta verificación en el apartado donde se analizan las secciones estructurales y las dimensiones de acero se logró identificar que la estructura del local comercial del proyecto Condominio Palermo Club presentaba dimensiones de elementos estructurales mayores que las convencionales para una estructura de esas características. El diseño original presentaba barras de acero con un diámetro de 1' en las columnas, diámetro que según la experiencia del tutor no es común en el diseño de edificaciones de 3 niveles. Por lo expuesto, se optó por realizar el diseño con otro profesional experto en el tema para rediseñar la estructura. Las diferencias entre las cantidades de acero y concreto de estos diseños se presentan en la tabla 3. Estos resultados permiten de manera rápida y precisa tener una idea de la reducción de dimensiones de secciones transversales, número de elementos, diámetros de acero y cantidades de barras y flejes.

Tabla 3

Diferencias entre los diseños estructurales del Proyecto Condominio Palermo Club.

	Cantidades concreto (m³)	Cantidades acero (kg)
Diseño original	673.2	39,228.2
Diseño actualizado	642.8	37,105.4
Diferencia	30.4 (4.5%)	2,122.7 (5.4%)

Nota. Los datos de esta tabla fueron suministrados por el tutor empresarial.

6.2.2 Revisión del Diseño Hidrosanitario

Dentro del proceso de verificación de los diferentes diseños, también se realizó la revisión del diseño hidrosanitario del proyecto. Esta actividad tuvo como finalidad comprobar que las redes planteadas fueran coherentes con la arquitectura y con la estructura, y que a su vez cumplieran con las condiciones básicas para garantizar un adecuado funcionamiento de las instalaciones de agua potable y aguas residuales. En este análisis se revisaron aspectos clave como la correcta ubicación de las redes principales hidráulicas y sanitarias. También se verificaron los espacios destinados para bajantes, cajas de inspección y puntos de conexión. Por último, se buscó detectar posibles interferencias con elementos estructurales, ya que este tipo de cruces, si no se identifican de manera oportuna, pueden generar dificultades constructivas y ajustes no previstos durante la obra.

Al igual que en los diseños estructurales y arquitectónicos, se elaboró una lista de chequeo específica para el diseño hidrosanitario (ver tabla 4), la cual realiza una verificación más ordenada e intenta estandarizar este proceso dentro de la empresa. Esta lista de chequeo contempló normativas tales como: Resolución 0330 del 2017 (Ministerio de Vivienda, 2017) y la NTC 1500 (Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación - ICONTEC, 2017). En el proceso de

revisión del diseño hidrosanitario se encontró que no se contemplaban cajas de inspección, motivo que generaba una mayor dificultad al momento de realizar un mantenimiento correctivo o preventivo. Por lo anterior, se le solicitó al profesional incluirlas dentro de este diseño.

Tabla 4

Revisión del diseño hidrosanitario de una casa en el Proyecto Condominio Villas de Ruitoque.

Especialidad	Chequeo	Estado (Cumple / No Cumple / N.A.)	Observaciones
Hidrosanitario	La dotación se determinó de acuerdo con la resolución 0330 del 2017.	Cumple	Se tomó una dotación de 140 L/Hab-día pues la altura de Girón es menor de 1000 m.s.n.m
Hidrosanitario	La red de suministro de agua y la red de aguas residuales están separadas según la NTC 1500 (distancia mínima de 1.5m horizontales y 0.5m verticales)	Cumple	Se tiene una distancia de 1.8 m y verticales de 0.5m
Hidrosanitario	Se incluye sistema de almacenamiento de agua	Cumple	Cuenta con tanque elevado
Hidrosanitario	El diseño incluye puntos de conexión para lavadora, lavaplatos, duchas y lavamanos.	Cumple	
Hidrosanitario	Hay pozos de inspección, cajas de registro y sifones	No cumple	No se contemplan cajas de inspección en el diseño inicial.
Hidrosanitario	Los planos incluyen plantas, detalles y especificaciones claras	Cumple	

6.2.3 Revisión del Diseño Eléctrico

Después de la revisión de los diferentes diseños anteriormente mencionados, se llevó a cabo la revisión del diseño eléctrico. Este proceso se enfocó en comprobar que la propuesta cumpliera con las condiciones básicas de funcionalidad, seguridad y coherencia con los demás

diseños. En primer lugar, se hizo una revisión general de la ubicación de tableros eléctricos, interruptores y tomacorrientes, buscando que estos estuvieran planteados en lugares accesibles y acordes con la distribución arquitectónica. Posteriormente, se verificó que las instalaciones proyectadas cumplieran con los requerimientos mínimos de seguridad y accesibilidad según el RETIE (Ministerio de Minas y Energía, 2024). Al igual que en los anteriores diseños, se creó un formato para la revisión estándar y organizada del diseño eléctrico para que futuras revisiones se realizaran de una manera más eficaz (tabla 5). Al implementar este formato en la revisión del diseño eléctrico se encontró que el mismo no consideraba la cantidad requerida de tomacorrientes ni de luminarias exteriores, conforme a esto, se le indicó al profesional eléctrico que se habían de incluir más tomacorrientes y luminarias tomando como guía el diseño arquitectónico.

Tabla 5

Formato para la revisión de Diseños Eléctricos.

Especialidad	Chequeo	Estado (Cumple / No Cumple / N.A.)	Observaciones
Eléctrico	El diseño tiene la cantidad requerida de tomacorrientes.	No cumple	Hacen falta más tomacorrientes especialmente en las habitaciones
Eléctrico	Está diseñado el sistema de puesta a tierra	Cumple	
Eléctrico	Se consideran luminarias interiores y exteriores adecuadas	No cumple	Hacen falta más luminarias exteriores, pues solo se presenta una.
Eléctrico	Está alejado del diseño de gas al menos 0.20m (según numeral 3.20.6.3 del RETIE)	Cumple	Está a una distancia de 1m
Eléctrico	Los planos indican rutas de canalización y tableros.	Cumple	Se identifica el tablero en la zona de la cocina.
Eléctrico	Se especifica correctamente el calibre de conductores	Cumple	

Por último, y gracias a este formato, realizaron observaciones al diseño eléctrico en su fase preliminar. Adicionalmente, se realizaron comentarios respecto a la ubicación de los interruptores, el cambio de algunos interruptores sencillos a conmutables y la adición de tomacorrientes, especialmente GFCI (Ground Fault Circuit Interrupter) en los baños.

6.2.4 Revisión del Diseño del gas

La revisión del diseño del gas se centró principalmente en identificar los puntos de conexión y el recorrido principal de la red, asegurando que su trazado fuera acorde a las necesidades y distribuciones planteadas en la arquitectura (calentador, cocina, hornos, entre otros).

De igual forma, se observó la posibilidad de interferencias con las instalaciones hidrosanitarias y eléctricas, ya que una proximidad entre estas redes puede representar riesgos o dificultades constructivas durante la ejecución de la obra. En resumen, el diseño del gas cumplía con los puntos que se requerían en el diseño arquitectónico de la casa del Proyecto Condominio Villas de Ruitoque anteriormente mencionados y su red se encontraba a una distancia de 1m de la red eléctrica distancia que cumplía con el RETIE (Ministerio de Minas y Energía, 2024). Cabe resaltar que, a diferencia de las demás especialidades, este diseño no fue incluido dentro de los formatos de revisión elaborados, debido al limitado conocimiento que se contaba en esta área específica.

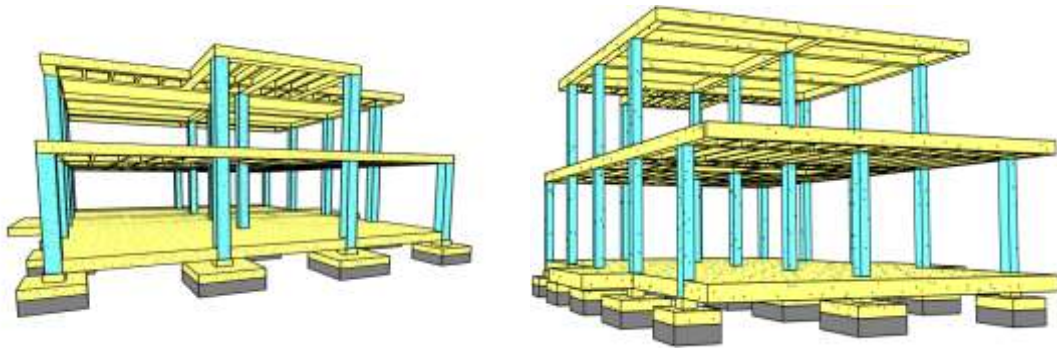
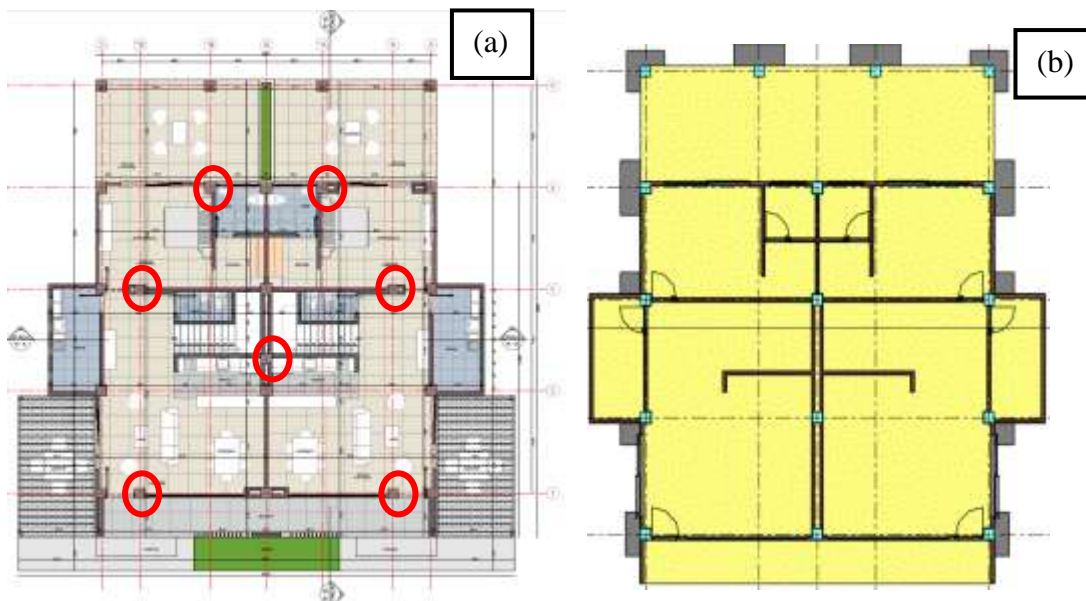
En conclusión, la implementación de los formatos elaborados durante la práctica permitió, durante la fase de verificación de los diseños de los proyectos Condominio Palermo Club y Condominio Villas de Ruitoque, estudiar y comprender de manera organizada los diseños arquitectónicos, estructurales, hidrosanitarios, eléctricos y de gas. Así mismo, facilitó la verificación del cumplimiento normativo y estándares de calidad de las diferentes especialidades: arquitectónica, estructural, hidrosanitaria, eléctrica y de gas. La estructura dada a esta revisión,

además de contribuir a proponer ajustes previos a la ejecución de los proyectos, fortaleció los mecanismos de control de la empresa, convirtiéndose en una herramienta de apoyo para futuras verificaciones, con lo anterior, se da cumplimiento al objetivo específico N° 01.

6.3 Modelado 3D del proyecto Condominio Villas de Ruitoque en Autodesk Revit

Continuando las actividades de seguimiento y control, y para contribuir al fortalecimiento de estos procesos dentro de la empresa, se desarrolló un modelado tridimensional de una vivienda del proyecto Condominio Villas de Ruitoque mediante el uso del software Autodesk Revit (Autodesk, Inc., 2024) con licencia estudiantil. El propósito de esta actividad fue incluir el diseño arquitectónico dentro del modelo del diseño estructural, lo cual permitió una mejor comprensión de los diseños y facilitó la identificación de inconsistencias entre las diferentes disciplinas.

El proceso inició con el modelado del diseño estructural en el software, dibujando elementos como zapatas, columnas y vigas, como se puede observar en la figura 7. A partir de este modelo preliminar se integró la información arquitectónica, evidenciando diferencias relevantes: algunas columnas que aparecían en los planos iniciales habían sido eliminadas en la propuesta estructural y otras presentaban variaciones en sus dimensiones, generando desfases con los espacios arquitectónicos. Estas inconsistencias se presentan en la figura 8, que, de no ser detectadas a tiempo, habrían ocasionado problemas durante la ejecución. Estas inconsistencias fueron documentadas y comunicadas al equipo de diseño para su corrección.

Figura 7*Modelado del diseño estructural en el software***Figura 8***Diferencias detectadas entre el diseño estructural y el diseño arquitectónico del Proyecto Villas de Ruitoque.*

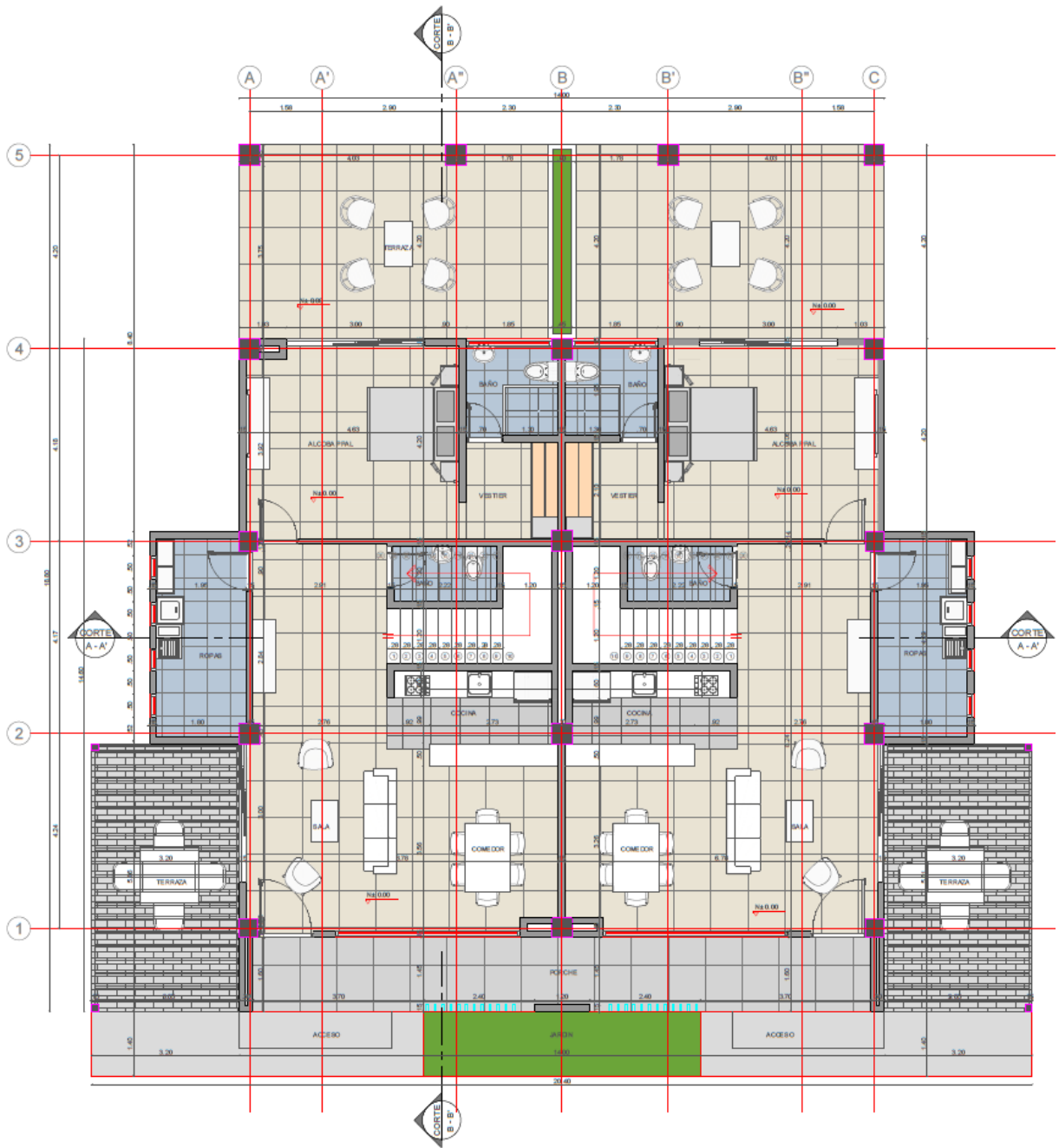
Nota. En la figura (a) se presenta el diseño arquitectónico inicial en el que se contemplan una columnas que el diseño estructural no. En la figura (b) se pueden observar todas las columnas que se contemplan en el diseño estructural.

Una vez realizados los ajustes dentro del diseño arquitectónico, como se puede observar en la figura 9, se continuó con la consolidación del modelo, agregando componentes arquitectónicos complementarios como puertas, ventanas y acabados básicos tales como pinturas y enchapes de pared (ver figura 10). Estos componentes arquitectónicos ya estaban definidos

dentro del diseño de este, en los renders y especificaciones arquitectónicas que se habían establecido desde el diseño. Por lo cual, su modelado permitió tener una representación integral del proyecto.

Figura 9

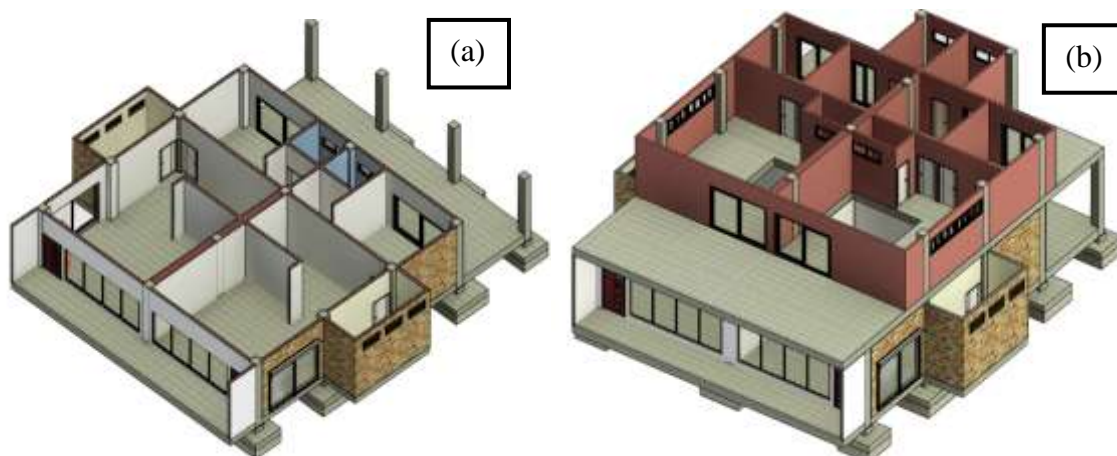
Último diseño arquitectónico ajustado al diseño estructural.



PLANTA PRIMER PISO
ESC 1:50

Figura 10

Modelado general del proyecto en el software.



Nota. En la figura (a) se presentan los diseños estructurales y arquitectónicos traslapados junto a enchapes de pared, pinturas, puertas y ventanas del primer nivel. Por otra parte, en la figura (b) se presentan las puertas y ventanas del segundo nivel.

Por último, el modelo 3D final permitió obtener una representación clara de cómo quedaría la vivienda una vez construida, sirviendo además como insumo para la coordinación técnica, la detección temprana de errores y la planificación de actividades en obra. Este modelo cumplió con el objetivo específico No.02, logrando detectar las diferencias entre planos y mejorar la coherencia entre los diseños estructural y arquitectónico, optimizar la planificación y facilitar el control de la ejecución de la obra.

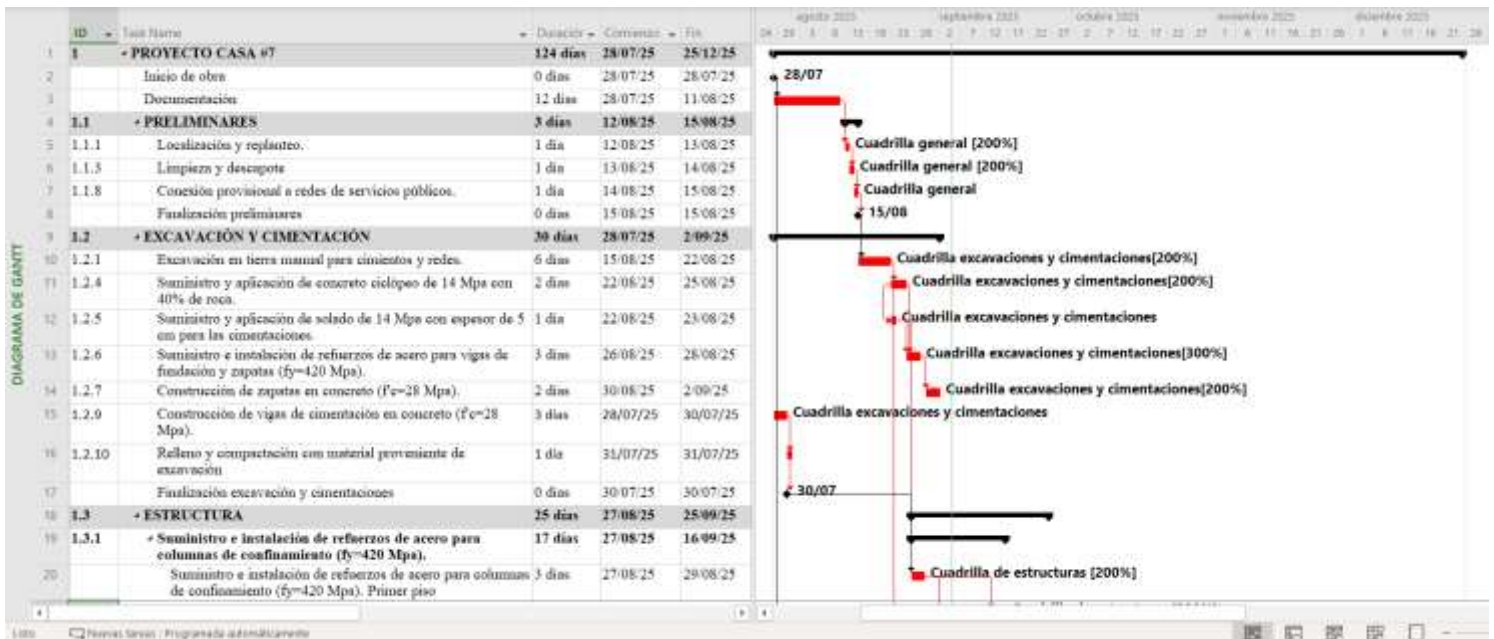
6.4 Desarrollo de cronograma y presupuestos

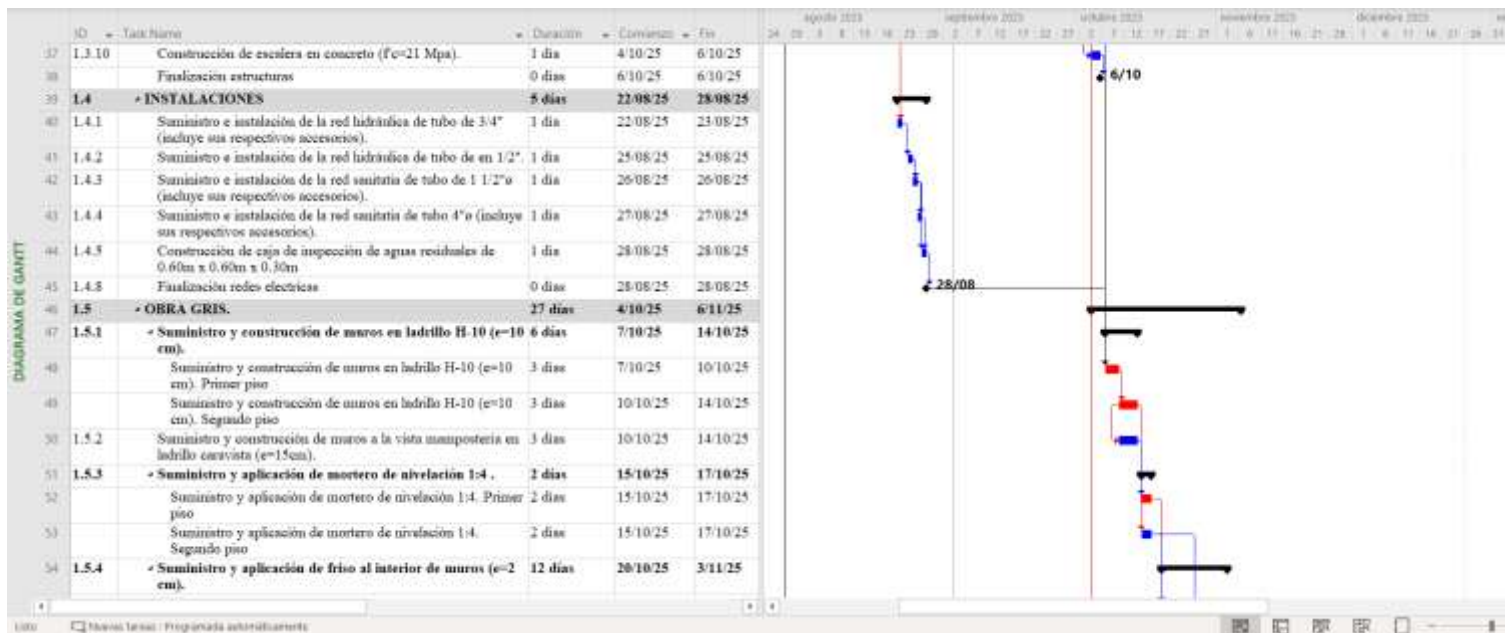
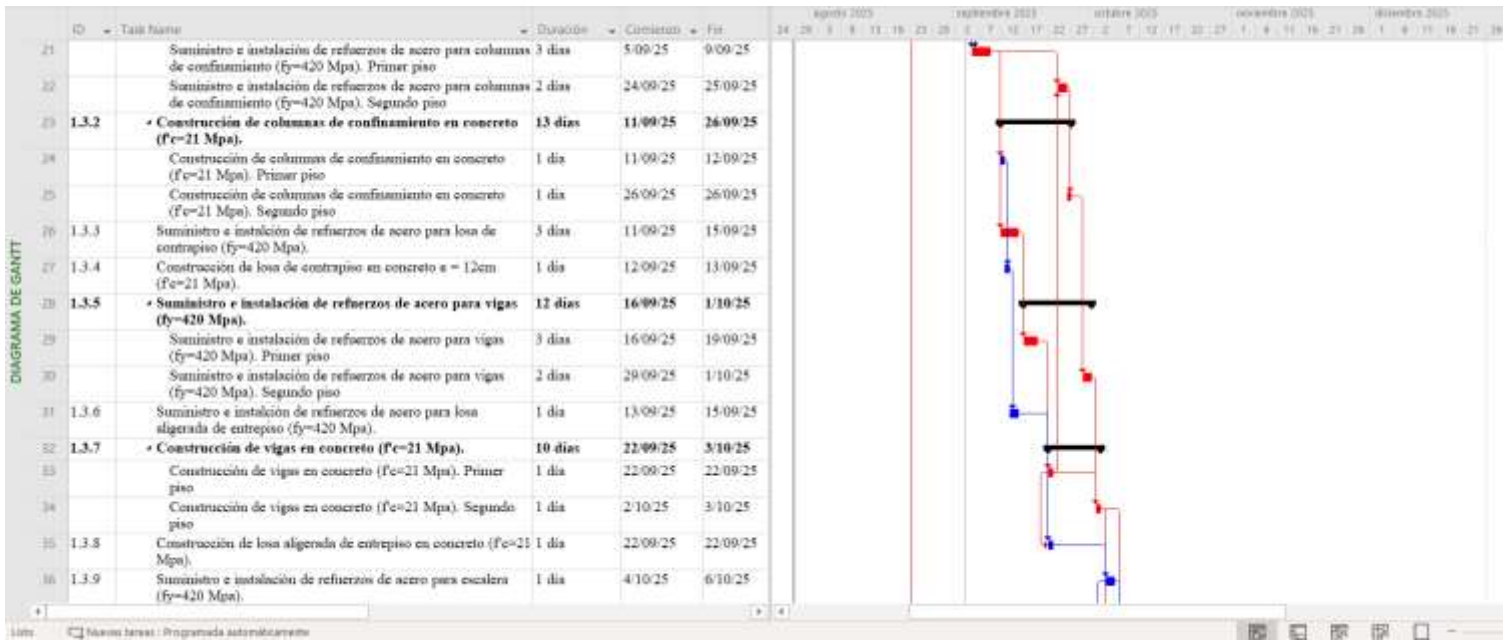
El uso del modelo 3D facilitó el desarrollo de un cronograma de referencia en el software Microsoft Project (Microsoft Corporation, 2021), cuya licencia utilizada fue de tipo estudiantil, orientado al seguimiento y control de las actividades del proyecto Condominio Villas de Ruitoque. A partir del modelo y de la guía brindada por el tutor fue posible definir las fases constructivas de la vivienda y organizarlas en una secuencia lógica, asignando duraciones tentativas. En primera

instancia fue necesario construir una WBS (work breakdown structure, por sus siglas en inglés). Esta estructura es una descomposición del proyecto en actividades más simples para así organizarlo en diferentes niveles de importancia. Una vez construida la WBS se digitalizó en el software. Posterior a ello se establecieron tiempos de duración de cada actividad, como se puede ver en la figura 11, tomando como base la experticia del tutor empresarial

Figura 11

Cronograma de una casa del proyecto Condominio Villas de Ruitoque





Lo anterior permitió visualizar de manera más clara los procesos constructivos y el tiempo de duración de este proyecto que es de 150 días calendario. Por otra parte, se logró determinar las actividades críticas que debían considerarse en la programación, las cuales son todas las actividades de los entregables de preliminares, cimentación y estructura, cuyos paquetes de trabajo, duración, fechas de inicio y fin se resumen en la tabla 6. Dentro de la tabla se puede resaltar el

entregable de excavación y cimentación cuya duración es la más prolongada dentro del proyecto.

Esto se debe al bajo rendimiento de la mano de obra comparado con otras actividades del proyecto.

Tabla 6

Actividades críticas identificadas en el Proyecto Villas de Ruitoque.

ID	Descripción	Duración	Comienzo	Fin
1.1	PRELIMINARES	3 días	12/08/2025	15/08/2025
1.1.1	Localización y replanteo.	1 día	12/08/2025	13/08/2025
1.1.3	Limpieza y descapote	1 día	13/08/2025	14/08/2025
1.1.8	Conexión provisional a redes de servicios públicos.	1 día	14/08/2025	15/08/2025
	Finalización preliminares	0 días	15/08/2025	15/08/2025
1.2	EXCAVACIÓN Y CIMENTACIÓN	30 días	28/07/2025	2/09/2025
1.2.1	Excavación en tierra manual para cimientos y redes.	6 días	15/08/2025	22/08/2025
1.2.4	Suministro y aplicación de concreto ciclópeo de 14 Mpa con 40% de roca.	2 días	22/08/2025	25/08/2025
1.2.5	Suministro y aplicación de solado de 14 Mpa con espesor de 5 cm para las cimentaciones.	1 día	22/08/2025	23/08/2025
1.2.6	Suministro e instalación de refuerzos de acero para vigas de fundación y zapatas ($f_y=420$ Mpa).	3 días	26/08/2025	28/08/2025
1.2.7	Construcción de zapatas en concreto ($f'_c=28$ Mpa).	2 días	30/08/2025	2/09/2025
1.2.9	Construcción de vigas de cimentación en concreto ($f'_c=28$ Mpa).	3 días	28/07/2025	30/07/2025
1.2.10	Relleno y compactación con material proveniente de excavación	1 día	31/07/2025	31/07/2025
	Finalización excavación y cimentaciones	0 días	30/07/2025	30/07/2025
1.3	ESTRUCTURA	25 días	27/08/2025	25/09/2025
1.3.1	Suministro e instalación de refuerzos de acero para columnas de confinamiento ($f_y=420$ Mpa).	17 días	27/08/2025	16/09/2025
	Suministro e instalación de refuerzos de acero para columnas de confinamiento ($f_y=420$ Mpa). Primer piso	3 días	27/08/2025	29/08/2025
	Suministro e instalación de refuerzos de acero para columnas de confinamiento ($f_y=420$ Mpa). Segundo piso	2 días	13/09/2025	16/09/2025
1.3.2	Construcción de columnas de confinamiento en concreto ($f'_c=21$ Mpa).	13 días	2/09/2025	17/09/2025
	Construcción de columnas de confinamiento en concreto ($f'_c=21$ Mpa). Primer piso	1 día	2/09/2025	3/09/2025
	Construcción de columnas de confinamiento en concreto ($f'_c=21$ Mpa). Segundo piso	1 día	16/09/2025	17/09/2025
1.3.3	Suministro e instalación de refuerzos de acero para losa de contrapiso ($f_y=420$ Mpa).	3 días	2/09/2025	5/09/2025

1.3.4	Construcción de losa de contrapiso en concreto e = 12cm (f'c=21 Mpa).	1 día	3/09/2025	4/09/2025
1.3.5	Suministro e instalación de refuerzos de acero para vigas (fy=420 Mpa).	12 días	6/09/2025	20/09/2025
	Suministro e instalación de refuerzos de acero para vigas (fy=420 Mpa). Primer piso	3 días	6/09/2025	10/09/2025
	Suministro e instalación de refuerzos de acero para vigas (fy=420 Mpa). Segundo piso	2 días	18/09/2025	20/09/2025
1.3.6	Suministro e instalación de refuerzos de acero para losa aligerada de entrepiso (fy=420 Mpa).	1 día	4/09/2025	5/09/2025
1.3.7	Construcción de vigas en concreto (f'c=21 Mpa).	10 días	11/09/2025	23/09/2025
	Construcción de vigas en concreto (f'c=21 Mpa). Primer piso	1 día	11/09/2025	12/09/2025
	Construcción de vigas en concreto (f'c=21 Mpa). Segundo piso	1 día	23/09/2025	23/09/2025
1.3.8	Construcción de losa aligerada de entrepiso en concreto (f'c=21 Mpa).	1 día	11/09/2025	12/09/2025
1.3.9	Suministro e instalación de refuerzos de acero para escalera (fy=420 Mpa).	1 día	25/09/2025	25/09/2025
1.3.10	Construcción de escalera en concreto (f'c=21 Mpa).	1 día	25/09/2025	25/09/2025
	Finalización estructuras	0 días	25/09/2025	25/09/2025

Es importante resaltar que, después de la finalización del entregable de cimentación, se tenía planeado realizar la construcción de la estructura con concreto premezclado. Por esta razón, la duración de estas actividades tiene una duración muy corta. Por otra parte, aquellas actividades que tienen una duración de 0 días fueron consideradas como hitos del proyecto y se planearon como espacios para realizar un control del avance del proyecto. De esta forma, el cronograma elaborado no solo reflejó las etapas de obra, sino que también constituyó una herramienta de planeación que facilitará, en el futuro, el monitoreo del avance y la toma de decisiones por parte de la empresa.

Adicionalmente, se brindó apoyo en la elaboración de dos presupuestos. El primero correspondió a un análisis de costos entre la construcción de un pavimento rígido y un pavimento flexible. Para la elaboración de este presupuesto se calcularon los metros cuadrados de la vía vista

en planta con la ayuda de los planos topográficos. Posterior a ello se calcularon los metros cúbicos de los diferentes materiales involucrados (los espesores fueron brindados por el tutor empresarial) y así se construyó el presupuesto con los valores unitarios de cada material, como se muestra en la figura 12. Después de realizar este análisis, se pudo comparar el valor del concreto hecho en obra contra el valor de concreto premezclado, siendo este último el de menor valor sin contar con los altos rendimientos de mano de obra que lo acompañan. Por último, se analizaron los valores entre el pavimento flexible y el pavimento rígido, siendo el flexible el de menor valor (4.2 % menor), sin contar con que el valor del pavimento rígido aun no tenía contemplado el valor de insumos, (tales como vibrador, flota, texturizador) los cuales no se requieren en el pavimento flexible pues este se caracteriza por ser construido en gran medida por la maquinaria adecuada como pavimentadoras o finisher.

Figura 12

Análisis de costo entre una vía construida en pavimento flexible y una construida en pavimento rígido.

	Longitud [m]	Ancho [m]	Cantidad [m2]	Cantidad m3 concreto E:15 cm	Base concreto [m3] E: 25cm	Cantidad asfalto [m3] E:12cm	Base asfalto [m3] E:35cm	(a)
Primer tramo	110	5.5	605	90.75	151.25	72.6	211.75	
Segundo tramo	140	5	700	105	175	84	245	
Tercer tramo	30	4	120	18	30	14.4	42	
Cuarto tramo - Entrada lote 10	5	4	20	3	5	2.4	7	
Quinto tramo- Entrada lote 9	28	4	112	16.8	28	13.44	39.2	
Sexto tramo- Entrada lote 8-7	15	4	60	9	15	7.2	21	
		TOTALES	1617.00	242.55	404.25	194.04	565.95	

	Concreto premezclado	Concreto hecho en obra	Base - concreto	Asfalto	Base - Asfalto	(b)
Cantidad	242.55	242.55	404.25	194.04	565.95	
Valor por m3	\$ 430,000.00	\$ 444,861.27	\$ 110,000.00	\$ 1,500,000.00	\$ 110,000.00	
Valor total	\$ 104,296,500.00	\$ 107,901,100.00	\$ 44,467,500.00	\$ 291,060,000.00	\$ 62,254,500.00	
Valor total concreto - sumando mano de obra y materiales			\$ 368,071,798.67	Valor Total Asfalto	\$ 353,314,500.00	

Nota. Este análisis se realizó en el Proyecto Condominio Villas de Ruitoque. En la figura (a) se observan los metros cuadrados y metros cúbicos (de acuerdo con el espesor indicado en la primera fila) de los diferentes materiales. En la figura (b) se observan los valores unitarios de estos materiales. Los valores fueron suministrados por la dependencia de compras de la empresa.

El segundo presupuesto consistió en un análisis presupuestal entre la construcción de una red hidráulica de distribución en PVC y en manguera, cuyo material es el PEAD (polietileno de alta densidad). Las cantidades de metros lineales y de unidades de accesorios fueron tomadas de los informes y del diseño hidráulico de la red de distribución general para cada predio del condominio. No obstante, es importante mencionar que cada accesorio que se una a la tubería PEAD se debe unir a través de la técnica de la termofusión. Esta técnica es muy costosa por el equipo especializado que se requiere. Dentro del presupuesto de esta tubería solo se tuvo en cuenta la mano de obra que realiza estas técnicas de unión. Gracias a este análisis se pudo evidenciar (ver figura 13) que la red de distribución en PEAD ofrece menos valor sobre la de PVC (29% menos).

Figura 13

Análisis de costo de red instalada en tubería PVC o PEAD.

Presupuesto red hidráulica en PVC - Materiales						
DESCRIPCIÓN	UND	CANTIDAD	UND	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Tubo de 1" PVC	ML	130	Tubos - 6m	22	\$ 33,151.00	\$ 729,322.00
Tubo de 2" PVC	ML	416	Tubo - 6m	70	\$ 119,553.00	\$ 8,368,710.00
Union de 1"	UND	23	Und	23	\$ 1,200.00	\$ 27,600.00
Union de 2"	UND	71	Und	71	\$ 5,000.00	\$ 355,000.00
Tees de 2"	UND	3	Und	3	\$ 17,341.00	\$ 52,023.00
Válvulas de 2"	UND	6	Und	6	\$ 100,000.00	\$ 600,000.00
Curva de gran radio 90°	UND	7	Und	4	\$ 88,599.00	\$ 354,396.00
Curva de gran radio de 11.25°	UND	14	Und	14	\$ 47,592.00	\$ 666,288.00
Curva de gran radio de 22..5°	UND	6	Und	6	\$ 41,166.00	\$ 246,996.00
Tapón de 1"	UND	2	Und	2	\$ 2,401.00	\$ 4,802.00
Collar de derivación	UND	10	Und	10	\$ 12,632.00	\$ 126,320.00
Reducciones de 3/4" a 1/2"	UND	10	Und	10	\$ 352.00	\$ 3,520.00
Reducciones de 2" a 1"	UND	2	Und	2	\$ 3,907.00	\$ 7,814.00
TOTAL						\$ 11,405,137.00

(a)

Presupuesto red hidráulica en manguera - materiales						
DESCRIPCIÓN	UND	CANTIDAD	UND	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Tubo de 2" Manguera	ML	547	Manguera - 50m	547	\$ 10,049.00	\$ 5,496,803.00
Tee	UND	3	UND	3	\$ 61,713.00	\$ 185,139.00
Collar derivación 50mm x 1"	UND	10	UND	10	\$ 37,029.00	\$ 370,290.00
Reducción 25mm x 12mm	UND	10	UND	10	\$ 14,000.00	\$ 140,000.00
Unión de 4" Termofusión incluida	UND	2	UND	2	\$ 574,000.00	\$ 1,148,000.00
Tapón x 50 mm	UND	2	UND	2	\$ 59,000.00	\$ 118,000.00
Válvula 2"	UND	6	UND	6	\$ 100,000.00	\$ 600,000.00
Termofusión	UND	6	UND	6	\$ 200,000.00	\$ 1,200,000.00
Total						\$ 8,058,232.00

(b)

Nota. Este análisis se realizó en el Proyecto Condominio Villas de Ruitoque. En la figura (a) se observan los valores y las cantidades de la red instalada en tubería PVC. En la figura (b) se presentan las cantidades y los valores de la tubería en PEAD. Todos los valores fueron suministrados por el departamento de compras de la empresa.

La elaboración del cronograma de referencia en Microsoft Project (Microsoft Corporation, 2021), la elaboración de presupuestos parciales y la información generada a partir del modelo tridimensional permitieron organizar de manera clara y secuencial las actividades del proyecto, identificar tareas críticas y establecer una base para el control de tiempos y recursos. Estos avances aportaron a la planeación y gestión del Condominio Villas de Ruitoque. Además, se fortalecieron las competencias técnicas del estudiante en el uso de herramientas de programación y control de obra. De esta manera, los resultados obtenidos dieron cumplimiento al objetivo específico No. 03 apoyando las etapas de seguimiento y planificación establecidas en la práctica empresarial.

6.5 Documentación de Procesos Constructivos

La documentación de los procesos constructivos se limitó a los entregables correspondientes a las actividades preliminares y a la cimentación, fases a las que se logró dar seguimiento durante la vigencia de la práctica empresarial. Los entregables son resultados parciales que están compuestos por los paquetes de trabajo y sirven para medir el avance del proyecto. Las actividades en las que se participó fueron documentadas y registradas en detalle, lo que permitió consolidar la experiencia adquirida en campo y dejar evidencia técnica de las actividades realizadas bajo la supervisión del tutor empresarial. A continuación, se presentan de manera ordenada las diferentes actividades que conformaron esta etapa constructiva.

6.5.1 Localización y Replanteo

La primera actividad que se realizó al iniciar la etapa de construcción de una casa en el Condominio Villas de Ruitoque fue la localización y el replanteo, etapa inicial en la ejecución de cualquier obra civil. Esta actividad consistió en trasladar al terreno las dimensiones definidas en los planos, garantizando que la construcción se ajustara a lo diseñado por los especialistas.

El replanteo comenzó con la localización de los ejes principales marcados con cal y con la ayuda de “puentes o caballetes”, que fueron estructuras de madera conformada por dos elementos verticales y uno horizontal, estilo arco, a las que al elemento horizontal se le ató un hilo para poder unirlo con otro puente y así implantar los ejes en el terreno, como se puede observar en la figura 14. Además de la localización de los ejes, los niveles fueron implantados con estacas, las cuales sirvieron como referencia para la correcta disposición de los elementos estructurales y arquitectónicos. Por último, se verificaron las dimensiones de la edificación.

Figura 14

Demarcación con cal y puentes de la localización y replanteo

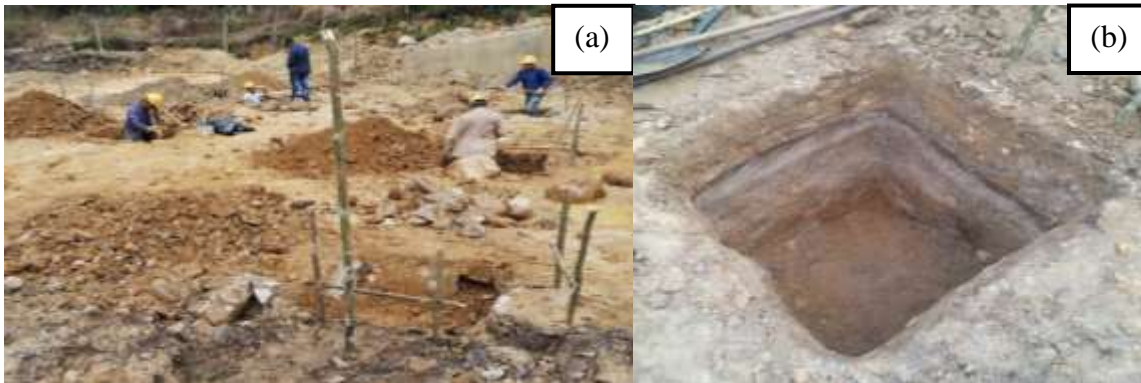


6.5.2 Excavaciones Manuales para las Cimentaciones

Posterior a realizar la localización y el replanteo, se prosiguió a realizar las excavaciones, como se pueden observar en la figura 15. Estas excavaciones se realizaron de manera manual con herramientas menores, tales como palas, picas y baldes. Durante esta actividad se verificaba que las dimensiones y la profundidad (con la ayuda de los niveles anteriormente planteados) estuvieran de acuerdo con el diseño estructural.

Figura 15

Excavaciones manuales de las cimentaciones



Nota. En la figura (a) se muestra el proceso de las excavaciones manuales. Mientras que en la figura (b) se observa la excavación para una zapata resultado del proceso de la figura (a).

6.5.3 Construcción de Concreto Ciclópeo con 40% de piedra

Después de verificar la profundidad y dimensiones de las excavaciones, se procedió a construir el concreto ciclópeo en aquellos puntos determinados en el plano estructural, que en este caso era debajo de todas las zapatas de la casa. Cabe resaltar que para esta actividad no fue necesaria la utilización de tablestacados o apuntalamientos, debido a que por el estudio de suelos se pudo determinar que era un suelo cohesivo (areno-limoso). Durante la construcción de este concreto se verificó la altura que este debía alcanzar para que se adaptara al diseño estructural y al estudio de suelos. Para la construcción de este concreto se utilizaron equipos tales como: mezcladora y herramienta menor como palas y carretillas. En la figura 16 se puede observar el vaciado de este concreto.

Figura 16

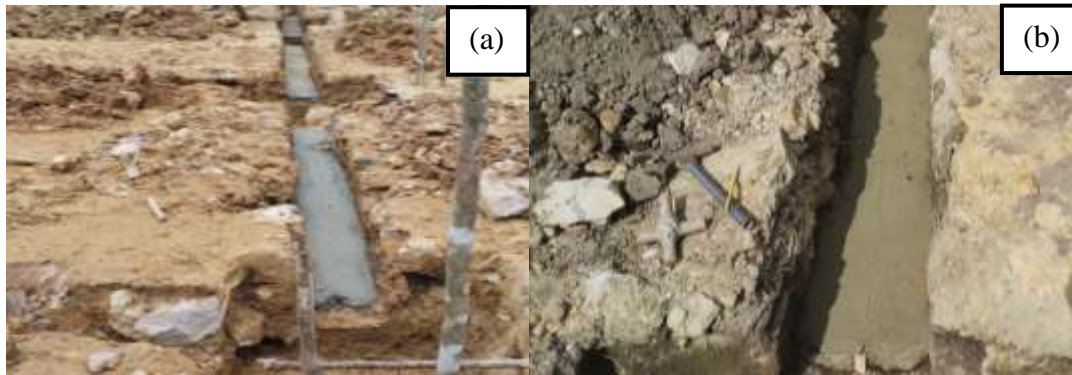
Construcción de concreto ciclópeo



Nota. En la figura (a) se observa el vaciado del concreto para una zapata del proyecto. Por otra parte, en la figura (b) se observa el proceso para la construcción del concreto.

6.5.4 Construcción de Concreto Pobre para Solado (14 MPa)

Se realizó la construcción de un concreto pobre de limpieza para aislar las vigas de cimentación del terreno y para que el recubrimiento del acero de refuerzo no fuera de 7.5cm se obtenía un ahorro en las cantidades de concreto pues no estaba en contacto directo con el suelo), según el artículo C.7.7 de la NSR-10 (Comisión Asesora Permanente para el Régimen de Construcciones Sismo Resistentes., 2010). Para la construcción de este concreto pobre se hizo necesario verificar con hilos los niveles (ver figura 17) para que las vigas de cimentación quedaran construidas de acuerdo con el nivel y ubicación planteados en los diseños estructurales.

Figura 17*Construcción de solado*

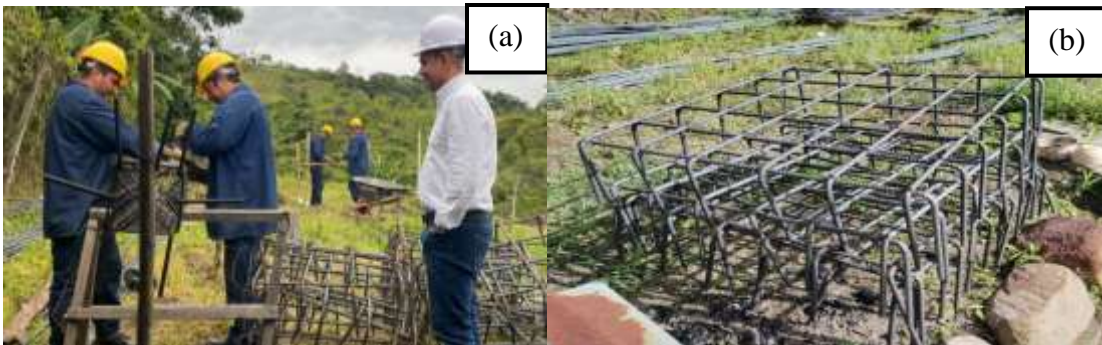
Nota. En la figura (a) se observa la construcción del solado y de los puentes verificando que se construyan de acuerdo con los ejes planteados en el diseño estructural. En la figura (b) se detallan los hilos auxiliares para confirmar los niveles a los que debe llegar este solado.

6.5.5 Armado del Acero de 420 MPa para Cimentaciones

Antes de proceder con el vaciado de las cimentaciones, fue necesario realizar el armado del acero de las cimentaciones. Es importante aclarar que esta actividad se centró únicamente en el armado, ya que el acero fue solicitado previamente figurado al proveedor, lo que representó una ventaja significativa al reducir tiempos y mano de obra, dado que la figuración es un proceso crítico que normalmente demanda personal y un mayor consumo de tiempo. El desarrollo de esta actividad incluyó la verificación de las medidas y cantidades de acero indicadas en los planos de diseño estructural para cada elemento de la cimentación, como se observa en la figura 18. Para amarrar las barras de acero se utilizó alambre negro calibre 18, garantizando que este armado se realizará conforme a los planos estructurales.

Figura 18

Armado de acero de refuerzo de 420 MPa

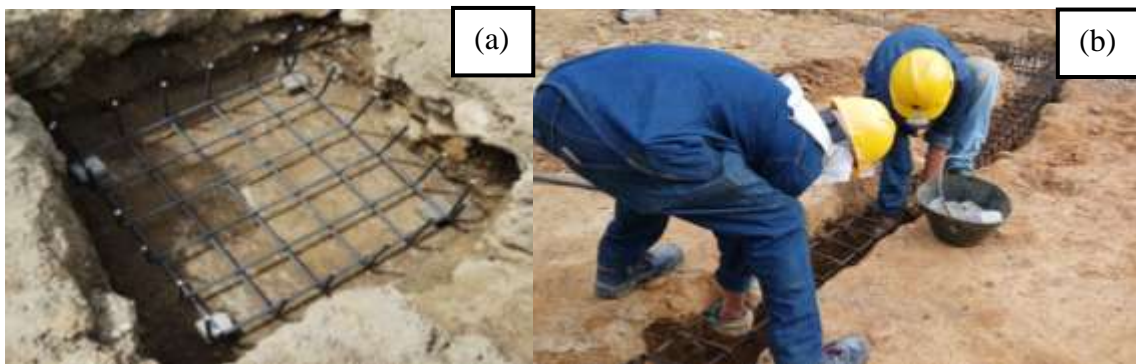


Nota. En la figura (a) se observa la supervisión por parte del tutor empresarial del amarre de las barras de acero. Por otra parte, en la figura (b) se observan los elementos de acero a utilizar en las zapatas.

Al mismo tiempo se iba situando el acero de refuerzo armado de las cimentaciones en su ubicación correspondiente, según planos, como se observa en la figura 19. Es importante resaltar que fue necesario amarrar parte del acero de las columnas a la cimentación para poderle darle continuidad al mismo, pues una vez fundida la cimentación no se podrían incrustar más barras de acero, como se observa en la figura 20.

Figura 19

Ubicación del acero de refuerzo en su correspondiente lugar



Nota. En la figura (a) se observa el acero de la zapata puesto en su ubicación correspondiente y sobre cuñas para garantizar el recubrimiento de este. En la figura (b) se muestra la puesta en sitio de las barras de acero de una viga de cimentación garantizando el recubrimiento del acero con la ayuda de las cuñas.

Figura 20

Amarre de columnas desde las zapatas



Nota. En la figura (a) se observa que fue necesario armar a la cimentación parte de la estructura de acero de las columnas, para garantizar su continuidad. En la figura (b) se muestra en general el amarre de cada una de las barras de acero de las columnas a la cimentación.

6.5.6 Construcción de concreto de 3000 psi para las Cimentaciones

Una vez finalizado el armado del acero, se procedió con la construcción y el vaciado del concreto de las cimentaciones, de resistencia 3000 psi. Este concreto se preparó directamente en obra con el apoyo de una mezcladora (ver figura 21), un vibrador y herramientas menores como palas, carretillas y baldes. La mezcla se elaboró bajo el método de dosificación en proporción 1-2-3.5, actividad que fue desarrollada por el tutor empresarial. La participación del estudiante se centró en la verificación del proceso. En este sentido, se constató que las cantidades se ajustaran a lo indicado por el tutor y que el vaciado se realizara de forma progresiva, lo cual permitió minimizar desperdicios y evitar fenómenos como la segregación y el hormigqueo.

Figura 21

Construcción de concreto de 3000 PSI para cimentación



Nota. En las figuras (a), (b) y (c) se observa el vaciado del concreto para las cimentaciones. Por otra parte, en la figura (d) se observa ya esta actividad finalizada.

En conclusión, la documentación de los procesos constructivos implicados en la ejecución de las actividades pertenecientes a los entregables de preliminares y cimentación permitió dejar un registro claro, técnico y verificable de las actividades realizadas en obra, tales como el replanteo, la excavación, el armado de acero y el vaciado de concreto. Este registro fotográfico constituye un recurso valioso tanto para el control interno de la empresa como para el aprendizaje práctico del estudiante. Con ello, se da cumplimiento al objetivo específico No. 04.

7. Conclusiones

La finalidad de este trabajo de grado se centró en apoyar la etapa de seguimiento y control de los proyectos Condominio Palermo Club y Condominio Villas de Ruitoque, ejecutados por la empresa CIVITEK INGENIERIA S.A.S, con el objetivo de verificar el cumplimiento de requisitos de calidad y normatividad en los diseños, modelar tridimensionalmente una vivienda del proyecto Condominio Villas de Ruitoque para detectar posibles interferencias entre el diseño arquitectónico y el diseño estructural, elaborar un cronograma de referencia y documentar los procesos constructivos involucrados en estos proyectos.

Durante el desarrollo de la práctica se ejecutaron actividades que respondieron de forma directa a estos objetivos: se propuso un formato de verificación de normatividad para los diseños, se modeló tridimensionalmente una casa del proyecto Condominio Villas de Ruitoque que permitió detectar y corregir conflictos entre los diseños, se desarrolló un cronograma de referencia con su WBS y se documentaron las actividades preliminares y de excavación y cimentación como evidencia de obra.

En primer lugar, la revisión de los diseños estructurales, arquitectónicos, hidrosanitarios, eléctricos y de gas permitió identificar no conformidades, como la falta de firmas en algunos diseños, la ausencia de especificaciones técnicas en el diseño eléctrico y la falta de cajas de inspección en el diseño hidrosanitario. Además, permitió identificar inconsistencias que, de no ser detectadas, hubieran generado reprocesos y sobrecostos durante la ejecución. La elaboración de formatos para cada especialidad constituyó un aporte metodológico importante para la empresa, al brindar una herramienta práctica y estándar que facilite la detección temprana de incompatibilidades reduciendo el riesgo de reprocesos en etapas posteriores.

En segundo lugar, el modelado tridimensional de una de las viviendas del Condominio Villas de Ruitoque en el software Autodesk Revit (Autodesk, Inc., 2024) permitió integrar el diseño estructural dentro del diseño arquitectónico, detectando y resolviendo de manera oportuna las inconsistencias entre los diseños estructurales y arquitectónicos. La detección temprana de estas inconsistencias permitió su rápida corrección, consolidando el modelo como un recurso clave para la coordinación interdisciplinaria y planificación del proyecto. Este resultado fortaleció la capacidad de la empresa en la gestión digital de la información.

Como tercer resultado, la elaboración de un cronograma de referencia permitió definir las actividades involucradas en la ejecución del proyecto, junto con su secuencia lógica, estableciendo duraciones, tiempo y clasificando como actividades críticas aquellas que se encuentran dentro de los entregables de preliminares y cimentación. Por otra parte, la elaboración de presupuestos parciales entregó a la empresa una herramienta práctica para la toma de decisiones, evidenciando las cantidades, precios unitarios y valores totales de las opciones analizadas. Estas herramientas, complementadas con la orientación del tutor empresarial, constituyen una base inicial para la planeación del proyecto, así como para el seguimiento y control de la obra, lo que garantiza un mejor uso de los recursos y una ejecución más organizada.

La documentación de los procesos constructivos permitió registrar de manera detallada las actividades involucradas en los entregables preliminares, excavaciones y cimentación, las cuales van desde el replanteo, excavación y armado de acero hasta la construcción de cimentaciones. Este resultado permitió consolidar un insumo que aporta a la empresa, obteniendo evidencia técnica y fotográfica para controles internos y/o externos. Además, aportó de manera significativa al proceso formativo del estudiante adquiriendo experiencia práctica. Esta experiencia no solo facilitó la

aplicación de la teoría aprendida en la universidad, sino que también contribuyó al fortalecimiento de competencias profesionales.

En conjunto, los aportes de este trabajo se alinean con la justificación planteada, al generar herramientas documentales que agregan valor para la empresa en la gestión de sus proyectos y, al mismo tiempo, proporcionar beneficios académicos y formativos que favorecen la integración entre la teoría y la práctica de la ingeniería civil.

Referencias Bibliográficas

Comisión Asesora Permanente para el Régimen de Construcciones Sismo Resistentes. (2010).

REGLAMENTO COLOMBIANO DE CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE - NSR-10.

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación - ICONTEC. (2017). *NORMA*

TÉCNICA COLOMBIANA - NTC 1500 - Código Colombiano de Instalaciones hidráulicas y sanitarias.

Ministerio de Minas y Energía. (2024). *REGLAMENTO TÉCNICO DE INSTALACIONES*

ELÉCTRICAS-RETIE.

Ministerio de Vivienda, C. y T. (2017). *Resolución 0330 2017, Reglamento Técnico para el sector*

de Agua potable y Saneamiento Básico (RAS).

Pérez Cervantes, J. C. (2004). *Planeación y control de obra del Instituto de Religión Tampico:*

propuesta de análisis y evaluación de planeación estratégica y riesgo [Thesis, Universidad de las Américas Puebla]. https://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/mgc/perez_c_jc/

Project Management Institute. (2014). *Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos*

(Guía del PMBOK). Project Management Institute.

Project Management Institute. (2017). *La guía de los fundamentos para la dirección de proyectos*

(Guía del PMBOK).

Microsoft Corporation. (2021). Microsoft Project (versión 2021) [Software]. Microsoft.

<https://www.microsoft.com>

Autodesk, Inc. (2024). Autodesk Revit (versión 2025) [Software]. Autodesk.

<https://www.autodesk.com>

Civitek Ingeniería S.A.S. (2024). Proyecto Condominio Palermo Club [Presentación].

Civitek Ingeniería S.A.S. (2024). Proyecto Condominio Villas de Ruitoque [Presentación].

Civitek Ingeniería S.A.S. (2015). Sobre nosotros [Folleto].