

Apoyo técnico en el seguimiento, avance y calidad de actividades de obra de la empresa PCG
CONSTRUCTORA S.A.S

Nathaly Salazar Fuentes

Trabajo de Grado para Optar al Título de Ingeniera Civil

Director

Silvia Juliana Tijo López

Ingeniera Civil, Ph.D.

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas

Escuela de Ingeniería Civil

Ingeniería Civil

Bucaramanga

2023

Dedicatoria

Para mis padres Roberto Salazar García y Luz Amparo Fuentes Godoy que con gran esfuerzo, amor y dedicación me apoyaron día a día a lograr mi sueño de ser ingeniera, por ser esos padres llenos de amor y sabiduría a la hora de darme un consejo o hacerme una corrección, por enseñarme el valor de la disciplina y la perseverancia, de no rendirme cuando las cosas se ponen difíciles y de siempre dar lo mejor de mí.

Para mis dos angelitos Benilda Godoy y Bernardino Fuentes, mis nonitos que siempre se alegraron por mis triunfos y me recalaban la importancia de hacer lo que me apasionaba, hoy no me acompañan físicamente pero siempre están en mi corazón y en mi pensamiento, sé que esta alegría también es de ellos.

Para mi hermana, Silvia Juliana, la que siempre me impulso cuando no me sentía capaz de seguir y me apoyaba con sus palabras mostrándome que la vida es de sacrificios para lograr los sueños que tanto se anhelan.

Para mi segunda madre, mi tía Martha Fuentes, por quererme tanto y apoyarme siempre con su cariño, por siempre sentirse orgullosa de los procesos de mi vida.

Para mi novio, Juan Pablo, por ser mi apoyo incondicional, mi polo a tierra y mi mejor compañero en este proyecto para mi vida.

NATHALY SALAZAR FUENTES

Agradecimientos

Quiero agradecerle a Dios principalmente por darme la oportunidad de culminar mi carrera como ingeniera Civil en la Universidad Industrial de Santander, lo que un día soñé hoy se hace realidad y esto es todo gracias El que siempre me ha dado lo que con tanto anhelo le he pedido, a mis padres Roberto Salazar y Luz Amparo Fuentes que desde el primer día me apoyaron y soñaron conmigo, a mi directora de tesis la profesora Silvia Juliana Tijo López por su dedicación y paciencia para realizarme correcciones y sugerencias para lograr lo que planteamos, a la Ingeniera Civil Eliana del Carmen Tirado Mejía, mi tutora en las prácticas empresariales que con su conocimientos, paciencia y cariño confió en mí y me guio durante este tiempo lleno de tantos aprendizajes, a Don Pedro Gómez fundador de la empresa PCG Constructora S.A.S por darme la oportunidad de afianzar mis conocimientos en su empresa, a la obra Bosques de Villa Lina que me inicio en este hermoso mundo de la vida profesional como Ingeniera Civil y sobre todo a la Universidad Industrial de Santander , a mis profesores que durante los años me llenaron de conocimientos y me formaron integralmente para alcanzar este título , a todos ustedes gracias este título también es de ustedes.

Tabla de contenido

Introducción.....	13
1. Objetivos.....	14
1.1. Objetivo General.....	14
1.2. Objetivos Específicos.....	14
2. Descripción de la práctica empresarial / Introducción a la práctica empresarial.....	15
2.1. La Empresa.....	15
2.1.1. <i>Misión</i>	15
2.1.2. <i>Visión</i>	16
2.2. Descripción y ubicación del proyecto.....	16
3. Marco Conceptual.....	18
4. Metodología.....	23
4.1. Seguimiento, supervisión y apoyo en el área de estructuras.....	23
4.1.1. <i>Cálculo de cantidades</i>	27
4.1.2. <i>Toma de muestras de concreto</i>	27
4.2. Acompañamiento, supervisión y replanteo en el área de mampostería.....	29
4.2.1. <i>Aplicación del mortero</i>	31
4.2.2. <i>Enchapado</i>	33
4.3. Supervisión y seguimiento de la aplicación de friso y estuco.....	35
4.4. Pruebas para el área de mampostería.....	36

4.4.1. Mortero de pega para mampostería	36
4.4.2. Bloques de ladrillo	37
4.5. Cálculo de cantidades	38
4.6. Acompañamiento, seguimiento y supervisión en el área de plomería.....	38
4.6.1. Supervisión, medición y registro de excavaciones para red de acueducto, aguas negras y aguas lluvias.	38
4.6.2. Pruebas hidráulicas y de hermeticidad.	39
4.6.2.1.Pruebas hidráulicas.	40
4.6.2.2.Pruebas de hermeticidad.	41
4.6.3. Instalación de la red de gas con VANTI S.A.ESP.....	43
4.7. Acompañamiento, supervisión y seguimiento en el área de urbanismo.	44
4.8. Acompañamiento y supervisión en el área eléctrica.....	46
4.9. Supervisión técnica	48
4.10. Apoyo en la implementación de la metodología del valor ganado (EVM)	48
4.11. Apoyo y supervisión en proyectos fuera de la obra principal.....	48
4.11.1.Apoyo en el proceso de Postventas	48
4.11.2.Entrega de apartamento	50
5. Resultados	51
5.1. Seguimiento del material en obra	51
5.2. Colaboración en la gestión de cortes de obra.....	54

5.3. Seguimiento del cronograma, programación y costos del proyecto. 55

5.4. Apoyo en las actividades de calidad de obra. 57

5.5. Aplicación de le metodología del valor ganado (EVM) 58

6. Conclusiones 62

7. Recomendaciones 63

Referencias Bibliográficas 64

Anexos 66

Lista de figuras

Figura 1 Logo PCG Constructora S.A.S.....	15
Figura 2 <i>Ubicación del proyecto Bosques de Villa Lina</i>	16
Figura 3 Tipología de casas	17
Figura 4 <i>Planta proyecto Bosques de Villa Lina</i>	18
Figura 5 <i>Disposición de tubería y pases eléctricos en placa de contrapiso</i>	25
Figura 6 <i>Proceso de fundida placa de entrepiso</i>	25
Figura 7 <i>Plano piso 2 con escaleras compartidas señaladas</i>	26
Figura 8 <i>Escalera Compartida</i>	26
Figura 9 <i>Varillas de refuerzo para columnetas ancladas con EPOXYCO</i>	27
Figura 10 <i>Toma de muestras de concreto</i>	28
Figura 11 <i>Formato de registro de pruebas de concreto</i>	29
Figura 12 <i>Ubicación de malla RAM</i>	30
Figura 13 <i>Replanteo de viviendas</i>	30
Figura 14 <i>Cernido de escombros</i>	31
Figura 15, <i>Aplicación de mortero para baño</i>	32
Figura 16, <i>Aplicación de mortero</i>	32
Figura 17 <i>Proceso de enchapado de viviendas</i>	33
Figura 18 <i>Ubicación de separadores</i>	34
Figura 19 <i>Enchapado de baño</i>	34
Figura 20 <i>Enchape usado en el patio</i>	34
Figura 21 <i>Aplicación de friso y estuco</i>	35

Figura 22 <i>Juntas de dilatación</i>	36
Figura 23 <i>Acabados de fachada Manzana H</i>	36
Figura 24 <i>Toma de muestras mortero de pega para mampostería</i>	37
Figura 25 <i>Excavación de aguas negras y aguas lluvias</i>	39
Figura 26 <i>Instalación red de acueducto</i>	39
Figura 27 <i>Prueba de agua cargada a 120 PSI</i>	40
Figura 28 <i>Prueba Hidráulica Red de Acueducto MH</i>	41
Figura 29 <i>Prueba Hidráulica Red de Acueducto MH</i>	41
Figura 30 <i>Prueba de gas a 30 PSI después de una hora</i>	42
Figura 31 <i>Formato para registro de pruebas hidráulicas y de hermeticidad</i>	42
Figura 32 <i>Instalación de la red de gas con VANTI S.A ESP</i>	43
Figura 33 <i>Elementos de protección para la tubería de gas</i>	44
Figura 34 <i>Instalación de prueba de hermeticidad por parte de VANTI S.A ESP</i>	44
Figura 35 <i>Plano en planta de urbanismo</i>	45
Figura 36 <i>Replanteo de andén</i>	45
Figura 37 <i>Supervisión del proceso de fundida de andenes</i>	46
Figura 38 <i>Instalación de postes de luz</i>	46
Figura 39 <i>Cableado y Sondeado eléctrico de viviendas</i>	47
Figura 40 <i>Cajas de inspección de polo a tierra</i>	47
Figura 41 <i>Varilla empotrada para polo a tierra</i>	48
Figura 42 <i>Registro fotográfico de post ventas</i>	49
Figura 43 <i>Cálculo de cantidades de ladrillo para la manzana H</i>	51
Figura 44 <i>Cantidades de ladrillo y castillos por tipología de casas</i>	52

Figura 45 <i>Cálculos de enchape</i>	53
Figura 46 <i>Cantidades de mortero</i>	53
Figura 47 <i>Registro de excavaciones para la red de gas natural</i>	54
Figura 48 <i>Valores de ahorro y sobrecosto concluidos del maestro consolidado</i>	56
Figura 49 <i>Programación de obra para la red hidráulica</i>	56
Figura 50 <i>Retraso según la programación de obra para las pruebas hidráulicas y de hermeticida</i>	57
Figura 51 <i>Portada plan de calidad de obra</i>	58
Figura 52 <i>Aplicación de la metodología del valor ganado a corte de febrero</i>	59
Figura 53 <i>Aplicación de la metodología del valor ganado a corte de marzo</i>	60

Lista de tablas

Tabla 1 *Maestro consolidado de mano de obra de estructuras* 55

Resumen

Título: Apoyo técnico en el seguimiento, avance y calidad de actividades de obra de la empresa PCG Constructora S.A.S

Autor: Nathaly Salazar Fuentes.

Palabras Clave: Seguimiento, control, cantidades de obra, plan de calidad, metodología de valor ganado.

Descripción: El presente documento tiene como objetivo presentar de manera detallada y organizada las actividades realizadas en los cuatro meses de práctica de Ingeniería Civil en la empresa PCG Constructora S.A.S como auxiliar practicante de Ingeniería Civil, sirviendo de apoyo en las distintas áreas presentes en obra, realizando seguimiento y control de las diferentes actividades que se desarrollaron a lo largo del proyecto de vivienda de interés social (VIS) , Bosques de Villa Lina, ubicado en la ciudad de Piedecuesta , el cual cuenta con 46 viviendas multifamiliares.

El apoyo fue brindado realizando diferentes actividades tales como el cálculo de cantidades de concreto, ladrillo y enchape, supervisando el área de estructuras, mampostería, plomería, acabados y parte eléctrica, registro y proyección de material necesario en obra, colaboración en los cortes de obra y llevando un registro fotográfico detallado del avance de cada actividad; además de esto se realizó, con la ayuda y dirección del área encargada de calidad, el plan de calidad de la obra, la adecuación de procesos constructivos, especificaciones técnicas y colaboración en la implementación de la metodología del valor ganado.

Se afianzaron y obtuvieron nuevos conocimientos en las diferentes áreas de la ingeniería civil realizando la retroalimentación de los obtenidos de manera teórica en la Universidad Industrial de Santander, se obtuvo la habilidad de comunicar y expresar este aprendizaje para de esta manera corroborar, supervisar y apoyar las diferentes áreas de avance presentes en obra.

* Trabajo de Grado

** Facultad de Ingeniería fisicomecánicas. Escuela de ingeniería civil. Director: Silvia Juliana Tijo López. Ingeniera civil. PhD.

Abstract

Title: Apoyo técnico en el seguimiento, avance y calidad de actividades de obra de la empresa PCG Constructora S.A.

Author: Nathaly Salazar Fuentes.

Key Words: Follow-up, control, work quantities, quality plan, earned value methodology.

Description: The purpose of this document is to present in a detailed and organized manner the activities performed in the four months of practice of Civil Engineering in the company PCG Constructora S.A.S as assistant Civil Engineering intern, serving as support in the different areas present on site, monitoring and controlling the different activities that were being developed throughout the VIS type project, Bosques de Villa Lina, located in the city of Piedecuesta, which has 46 multifamily houses.

The support was provided by carrying out different activities such as calculating quantities of concrete, brick and veneer, supervising the area of structures, masonry, plumbing, finishes and electrical parts, registration and projection of material necessary on site, collaboration in work cuts. and keeping a detailed photographic record of the progress of each activity; In addition to this, with the help and direction of the area in charge of quality, the quality plan for the project, the adaptation of construction processes, technical specifications and collaboration in the implementation of the earned value methodology was carried out.

New knowledge in the different areas of civil engineering was strengthened and obtained by providing feedback on the knowledge obtained theoretically at the Universidad Industrial de Santander, the ability to communicate and express this learning was obtained in order to corroborate, supervise and support the different areas of progress present in the project.

* Degree work

** Faculty of Physical-Mechanical Engineering. School of Civil Engineering. Director: Silvia Juliana Tijo López. Civil Engineer. PhD.

Introducción.

En Colombia, los proyectos de construcción de viviendas de interés social (VIS) tienen como principal objetivo garantizar el derecho de todos los ciudadanos a contar con un lugar donde vivir. Para lograr esto, el gobierno ofrece diversos tipos de ayudas y subsidios destinados a los hogares con ingresos más bajos. Esta iniciativa busca proporcionar viviendas asequibles a las familias con menores recursos, contribuyendo significativamente a su acceso a la vivienda propia. (Realia, s.f.)

En el contexto de la construcción de viviendas de interés social en Colombia, las obras civiles abarcan diversas etapas y áreas en el proceso constructivo. Independientemente de la escala del proyecto, es esencial contar con un control y supervisión constantes de las actividades y el uso de materiales, con el fin de mantener un conocimiento en tiempo real del avance del proyecto y evitar retrasos y desperdicio de materiales.

En este contexto, un practicante de ingeniería civil desempeña un papel fundamental al llevar a cabo el registro, control y supervisión de las diferentes áreas, siendo un apoyo constante para el ingeniero residente. Sus responsabilidades incluyen la lectura de planos, cálculo de cantidades, seguimiento y control del material utilizado en obra, colaboración en los cortes de obra y la supervisión de las diferentes áreas del proyecto.

Dada la importancia de esta labor, se optó por realizar la práctica empresarial como modalidad de proyecto de grado. El presente informe detalla las diversas actividades realizadas durante los cuatro meses de práctica en la empresa PCG Constructora S.A.S. Durante este período, se llevaron a cabo una variedad de tareas y se mantuvo un seguimiento continuo del avance de cada actividad de obra. Esto permitió poner en práctica y consolidar los conocimientos adquiridos en las aulas de la Universidad Industrial de Santander.

1. Objetivos

1.1. Objetivo General

Apoyo técnico en el seguimiento de las actividades de gestión de costos, tiempo y de las adquisiciones en los proyectos que se encuentren en curso en la empresa PCG Constructora S.A.S

1.2. Objetivos Específicos

- Realizar un seguimiento detallado de los materiales e implementos utilizados en el proyecto en construcción, apoyando la gestión de informes de avances y cortes de obra mediante la recopilación de registros fotográficos de las actividades, además de mantener un seguimiento detallado de los cronogramas, programaciones y costos de obra.
- Apoyar en la revisión del plan de calidad de obra del(los) proyecto(s) en construcción.
- Aplicar la metodología del valor ganado (EVM) de tal forma que se pueda realizar una gestión integrada de los costes y plazos del proyecto.

2. Descripción de la práctica empresarial / Introducción a la práctica empresarial.

2.1. La Empresa

PCG Constructora S.A.S , es una empresa familiar Santandereana que nació en el año 2006, desde entonces se ha especializado en la construcción de viviendas de interés social en el departamento, apoyando a familias a obtener su vivienda propia, teniendo a consideración las necesidades de quienes habitarán sus proyectos, entendiendo y buscando la mejor alternativa para que la inversión sea rentable para cada uno de sus clientes, a su vez busca soluciones para mitigar y prevenir el impacto negativo en el medio ambiente asegurando el buen uso y aprovechamiento de los recursos (PCG Constructora S.A.S), en la figura 1 se puede observar el logo de la constructora.

Figura 1

Logo PCG Constructora S.A.S



Fuente: PCG Constructora S.A.S

2.1.1. Misión

“PCG Constructora S.A.S., es una empresa que existe para acercar a sus clientes al proyecto de tener una vivienda propia a través de soluciones eficientes y asequibles; que trabaja con pasión y compromiso para construir sueños alcanzables. Satisfaciendo las necesidades de sus

clientes, mitigando el impacto ambiental de nuestras acciones y previniendo lesiones y enfermedades laborales” (PCG Constructora S.A.S enero 2021).

2.1.2. Visión

“Para el año 2022 alcanzar 250 mil metros cuadrados construidos, siendo líderes regionales en eficiencia, adopción de nuevas tecnologías, satisfacción de clientes y colaboradores” (PCG Constructora S.A.S enero 2021).

2.2. Descripción y ubicación del proyecto

Durante el desarrollo de la práctica empresarial, la mayor parte del tiempo se llevó a cabo en el proyecto de vivienda de interés social (VIS) "BOSQUES DE VILLA LINA", ubicado en el municipio de Piedecuesta, Santander, Colombia (Figura 2). Este proyecto consta de 46 unidades de vivienda distribuidas en 23 casas bifamiliares que se dividen en 4 tipos diferentes. Estas casas varían desde una sola planta hasta dos plantas (Piso 1 + altillo) y tienen un tamaño que va desde los 45 metros cuadrados. El proyecto se divide en 2 manzanas, una de ellas con 20 unidades (H) y la otra manzana (I) con 26 unidades.

Figura 2

Ubicación del proyecto Bosques de Villa Lina



Fuente: Google Earth.

Figura 3

Tipología de casas



Fuente: PCG Constructora S.A.S

Figura 4

Planta proyecto Bosques de Villa Lina



Fuente: PCG Constructora S.A.S

3. Marco Conceptual

El marco conceptual que se muestra a continuación cuenta con los conceptos de importancia a tener en cuenta para dar entendimiento a este proyecto y la forma en la cual fue desarrollado.

Acta: Un documento que certifica y registra todo lo acontecido durante una reunión, que para este caso sería los comités de obra (Emprendepyme, 2018), se presentan además dos actas relevantes como los son la Acta de inicio de obra y la Acta de finalización de obra (AFO).

Auxiliar de Ingeniería: Es el encargado de colaborar tanto en la planificación y ejecución de proyectos como en la gestión técnica y económica. Este auxiliar depende directamente del Residente de la obra y está obligado a colaborar con él en lo que se sea necesario (Construmatica,2018), algunas de sus tareas son (Recope,2013):

- Ejecutar las actividades asignadas, en concordancia con las leyes, políticas, normas y reglamentos, que rigen su área.
- Dar asistencia en estudios técnicos y básicos, anteproyectos, proyectos y presupuestos de las obras, siguiendo las instrucciones emitidas por los profesionales encargados.
- Investigar y recopilar información técnica asociada con los proyectos, para proveer de insumos a la etapa de diseño detallado de proyectos de infraestructura en todas las áreas de la ingeniería.
- Dar asistencia en la elaboración de diseños básicos, planos constructivos y redacción de especificaciones técnicas y carteles bajo la supervisión del profesional responsable con el fin de apoyar la ejecución de proyectos.
- Elaborar presupuestos preliminares de obras, programación de actividades y proyecciones de tiempo en los proyectos con la finalidad apoyar la ejecución de proyectos.

Cantidades de obra: El proceso del cálculo de cantidades de obra para cada actividad constructiva es conocido comúnmente como cubicación, y requiere de una metodología que permita obtener la información de una manera ordenada y ágil, y que adicionalmente, ofrezca la posibilidad de revisar, controlar y modificar los datos cada que sea necesario. Para este proceso

son indispensables los planos, las especificaciones técnicas y el listado de actividades constructivas que componen el proyecto de edificación (Duran,s.f).

Contratista: Toda persona natural o jurídica, que asume contractualmente ante la organización, con medios humanos y/o materiales, propios y/o ajenos, el compromiso de ejecutar la totalidad de las actividades con sujeción al objeto del contrato u orden trabajo o servicios que la operación requiera (Universidad de Cundinamarca,2020).

Metodología del Valor Ganado (EVM): El valor ganado (EVM, por sus siglas en inglés Earn Value Method) es una metodología simple y elegante que permite realizar una gestión integrada de los costes y plazos de un proyecto. EVM nos proporciona medidas acerca de la eficiencia en la ejecución del proyecto, de forma que es posible tomar acciones correctoras cuanto antes. Así mismo, calcula nuevas previsiones acerca del costo total y el nuevo plazo, teniendo en cuenta la nueva información que aparece durante la ejecución del proyecto (Gutierrez,2008).

Plan de Calidad de Obra: Es uno de los documentos que forman parte del contenido de un proyecto de edificación, el cual recoge la planificación de las intervenciones a realizar para el control de calidad en la ejecución de las obras. El plan de control de calidad en los proyectos deberá contener los siguientes puntos (Unicontrol,2019):

- Criterios a tener en cuenta para la recepción de materiales, según estén avalados o no por sellos o marcas de calidad.
- Análisis y pruebas a realizar basados en el cumplimiento de la Normativa Básica como sus instrucciones técnicas, reglamentos y demás normativa de obligado cumplimiento que afecten al proyecto de ejecución.

- Criterios de aceptación y rechazo de los materiales y unidades de obra que se ensayen.
- Mediciones y valoración económica del Plan de Control de Calidad, especificando el costo de los análisis y pruebas previstas.

Presupuesto: Es un documento que contiene el cálculo detallado y anticipado del precio de construcción de una obra. El total del presupuesto representa todos los costos y gastos que tendrá que asumir el propietario del proyecto para llevarlo a cabo. El presupuesto se elabora en base a los cómputos métricos y a los análisis de precios unitarios de cada uno de los capítulos que componen el proyecto. Los precios unitarios de los capítulos se fundamentan en la certeza del cálculo de los costos de materiales, equipos y mano de obra, directa e indirecta requeridos para la construcción de cada capítulo (Vergara C,2021).

Residente de Obra: Un Ingeniero Residente de obra es el encargado de dirigir la ejecución de la obra, conforme a los planos y especificaciones técnicas establecidas en el proyecto de obra. Entre sus funciones está la de velar por el óptimo aprovechamiento de los medios técnicos y los recursos humanos necesarios para la ejecución de la obra, algunas de sus funciones principales son (Certicalia,2019):

- Verificar y validar el proyecto de ejecución de la obra.
- Verificar el cronograma de la obra y el cumplimiento de los plazos de este.
- Control de diseños y especificaciones técnicas del proyecto.
- Cambios en el diseño a realizar.

- Aprobar los inicios de los trabajos a ser ejecutados, controlando la calidad de estos.
- Verificar el cumplimiento de la normativa vigente en el campo de seguridad y salud para los trabajadores.
- Verificar el cumplimiento de la normativa laboral vigente por parte de la empresa que ejecuta la obra.
- Comprobar el cumplimiento de las normativas municipales, autonómicas o estatales de aplicación, como la normativa medioambiental.

Sistema de PQRS: PQRS hace referencia al proceso mediante el cual una empresa gestiona las peticiones, quejas, reclamos y sugerencias que realizan los clientes. A continuación, detallaremos sus componentes (Cristian Ortega, s.f):

- **Petición:** Puede ser la solicitud de forma verbal o escrita donde se solicite a la empresa su intervención en un asunto puntual y concreto. La petición puede ser que realicen una acción o simplemente solicitar cierta información.
- **Queja:** Es la inconformidad que presenta el usuario, ya sea de manera verbal o escrita, para mostrar su disgusto hacia cierto proceso, ejecutivo de atención o departamento de una empresa.
- **Reclamo:** Es la demanda de un servicio que hace el cliente, ya sea de manera verbal o escrita de insatisfacción por el incumplimiento de un derecho que no se ha respetado o se ha visto amenazado, ocasionado por la mala prestación del servicio o fallas en el producto.

- **Sugerencia:** Cualquier expresión verbal o escrita de recomendación entregada por el cliente con el propósito de mejorar el servicio y/o los productos ofrecidos.

Vivienda de interés social: Es aquella que reúne los elementos que aseguran su habitabilidad, estándares de calidad en diseño urbanístico, arquitectónico y de construcción cuyo valor máximo es de ciento treinta y cinco salarios mínimos legales mensuales vigentes (135 SMLM) (Minvivienda, 2020).

4. Metodología

La práctica empresarial se llevó a cabo en concordancia con las necesidades y especificaciones requeridas para alcanzar los objetivos previamente establecidos. Durante este período, se brindó apoyo constante y se efectuó un seguimiento minucioso de las diversas actividades en el lugar de trabajo, desempeñando un papel de apoyo tanto para la Ingeniera Residente como para los contratistas y los trabajadores.

A continuación, se explica de manera detallada las diferentes áreas en donde se presentó la gestión colaborativa, principalmente en el proyecto Bosques de Villa Lina; a su vez el registro fotográfico de cada una de las actividades en las cuales se brindó apoyo y seguimiento.

4.1. Seguimiento, supervisión y apoyo en el área de estructuras.

Durante la práctica, se brindó apoyo en el área de estructuras de la siguiente manera:

- Se realizó una supervisión visual constante en el armado de elementos estructurales, como vigas, columnas, placas de entrepiso, contrapiso, escaleras y placas de tanque. Esto se hizo para garantizar que se cumplieran los estándares de calidad, incluyendo el correcto posicionamiento de refuerzos, traslapos, distanciamientos, ejes y la adecuada disposición del acero longitudinal y transversal. También se verificó la correcta colocación de las mallas de acero de

refuerzo, los separadores de concreto, el número de varillas y su identificación según las especificaciones de los planos estructurales.

- Se revisó minuciosamente el proceso de armado y aplomado de la formaleta para asegurarse de que cumpliera con las dimensiones y especificaciones requeridas.

- En el caso de las placas de entrepiso, contrapiso y placas de tanque, se verificaron los planos eléctricos, sanitarios y de gas. Se coordinó con los contratistas y los responsables de estas áreas para asegurar que las instalaciones necesarias se llevaran a cabo dentro de los elementos estructurales, siempre y cuando estuviera contemplado en los planos. Esto garantizó que, al proceder con el vertido del concreto, estas instalaciones quedarán debidamente integradas en el elemento, como se ilustra en la Figura 5.

- Luego de las verificaciones, se procedió a verter el concreto en los elementos estructurales, asegurando el espesor adecuado en el caso de las placas. Se verificó que el concreto se vibrara y vaciara de manera correcta, asegurando un nivelado óptimo para lograr el acabado deseado (ver Figura 6).

- En el caso de las placas de entrepiso expuestas al sol, se aplicó una película protectora denominada ANTISOL sobre toda su superficie.

Este proceso permitió garantizar la calidad y la integridad de las estructuras construidas.

Figura 5

Disposición de tubería y pases eléctricos en placa de contrapiso



Fuente: Autor.

Figura 6

Proceso de fundida placa de entrepiso



Nota: A la derecha se presenta la placa de entrepiso terminada con la película de ANTISOL.

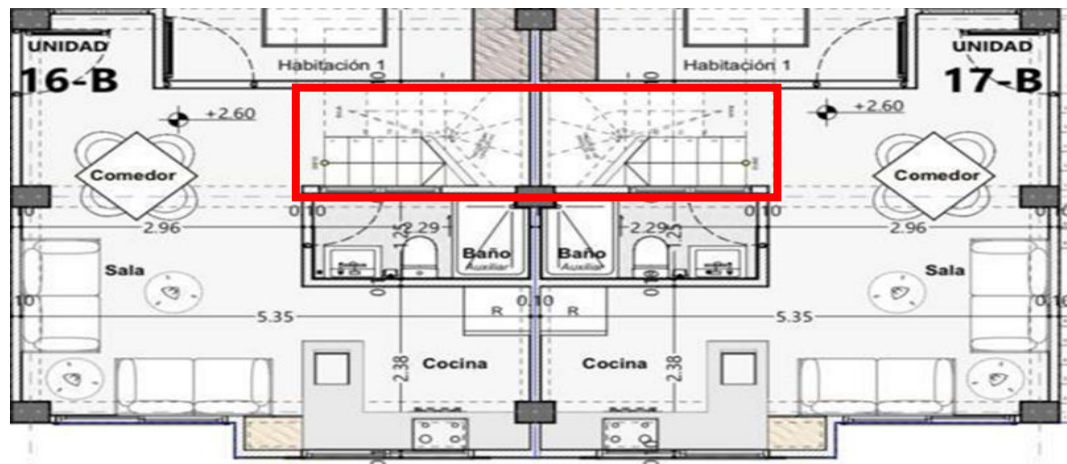
Fuente: Autor.

Mediante visitas de interventoría y reuniones con la gerencia y dirección de obra, se llevaron a cabo ajustes en el diseño de las escaleras que formaban parte del núcleo de la manzana (ver Figuras 7 y 8). Como resultado, se asignó al practicante la responsabilidad de supervisar de manera constante esta actividad, asegurando que las escaleras compartieran su soporte, que

consistía en tres columnetas reforzadas con 4 varillas de $\frac{1}{2}$ " cada una, mientras que para escaleras individuales se usaron 4 varillas de $\frac{3}{8}$ ". Estas varillas se anclaron a la placa de entrepiso utilizando EPOXYCO (ver Figura 9) para mejorar el anclaje y la adherencia al concreto. Estos cambios fueron modificados y aprobados por la gerencia y la dirección de obra.

Figura 7

Plano piso 2 con escaleras compartidas señaladas



Fuente: Tomado de PCG Constructora S.A.S

Figura 8

Escalera Compartida



Fuente: Autor.

Figura 9

Varillas de refuerzo para columnetas ancladas con EPOXYCO



Fuente: Autor.

4.1.1. Cálculo de cantidades

Durante la práctica, se encomendó al ingeniero en formación la tarea de calcular la cantidad de metros lineales de vigas, así como los metros cuadrados y cúbicos de placas de entepiso, escaleras y placas de tanque. Esto se llevó a cabo con el propósito de realizar y verificar los pedidos necesarios de acero y concreto para el proceso de vertido. En este proceso de cálculo, se emplearon herramientas como Excel, escalímetro y metro.

En el Anexo 1 se incluyen las cantidades calculadas correspondientes a la parte estructural. Estos resultados se sometieron a una revisión minuciosa por parte de la Ingeniera Residente de Obra para garantizar su precisión y corrección.

4.1.2. Toma de muestras de concreto

Se realizaron muestras de concreto a los elementos estructurales que involucren el concreto como material principal tales como: vigas, columnas, viga-cinta, cimentaciones, placas, placa tanque; esto para determinar la resistencia de estos elementos a diferentes escalas de tiempo 07, 28 y 56 días haciendo seguimiento del desarrollo de esta resistencia hasta obtener la óptima que

para este proyecto fue de 3000 PSI (21 MPA). Estos ensayos se realizan de acuerdo con la norma NTC 550 (Concretos. Elaboración y curado de especímenes de concreto en obra), en donde se explica la manera correcta y esperada para obtener muestras de concreto representativas en obra. Una vez realizados estos ensayos se enviaban a laboratorio para realizar el respectivo estudio y análisis.

Estos resultados obtenidos de laboratorio se plasman en los formatos REGISTRO DE PRUEBAS DE CONCRETO (Figura 11) donde se lleva un registro detallado de las muestras teniendo su ubicación, fecha de toma de muestra y cuantos días de haberse realizado el ensayo se realiza el análisis, una vez recibidos los resultados del laboratorio se realizan la comparación de la resistencia obtenida a determinado día (7, 28 , 56) con la óptima (21 MPA), donde se tienen unos porcentajes esperados, para las muestras analizadas a los 7 días se espera un desempeño del 60%-65% , 28 días del 80%-85% y para los 56 días una respuesta del 100% al 120%. En la Figura 10 se puede observar al practicante realizando las respectivas muestras de concreto.


Figura 10

Toma de muestras de concreto



Fuente: Autor.

Figura 11*Formato de registro de pruebas de concreto*

		REGISTRO PRUEBAS DE CONCRETO											CODIGO:GO-F-09	
		GESTIÓN DE OBRA											VERSIÓN:01	
Numero	Lote	Fecha Toma	Fecha Ensayo	Edad	Lab. Enviada	Sito Aplicado	Número de despacho	Mpa solicitado	PSI Solicitado	Esfuerzo Mpa	Resistencia a la compresión kg/cm2	PSI Resultado	% Porcentaje solicitado	% Porcentaje Obtenido
BOSQUES DE VILLA LINA														

Fuente: Tomado de PCG Constructora S.A.S

4.2. Acompañamiento, supervisión y replanteo en el área de mampostería

Se brindó apoyo al oficial de mampostería encargado del replanteo de las viviendas, utilizando los planos arquitectónicos y verificando las medidas con el escalímetro. Se aseguró de que los pases eléctricos y sanitarios estuvieran correctamente alineados con la mampostería, especialmente cuando estaban integrados en los muros. Puedes ver este proceso en la Figura 13.

En el proyecto se empleó mampostería reforzada, que involucraba el uso de dovelas (varillas de 3/8") inyectadas con mortero y malla RAM (grafil N°4) colocada cada 4 hiladas de ladrillo para proporcionar refuerzo horizontal. Esto se ilustra en la Figura 12.

Se asignó al practicante la tarea de realizar rondas de supervisión alrededor de las manzanas, con el propósito de mantenerse al tanto de las actividades de los trabajadores y garantizar el uso adecuado y eficiente de los materiales. Como parte de la gestión de la gerencia y dirección de obra, se implementó el cernido de los escombros resultantes de la mampostería, con

el fin de reutilizar la arena resultante para rellenar las dovelas de los muros, dándole un segundo uso. Esta actividad se muestra en la Figura 14.

Figura 12

Ubicación de malla RAM



Fuente: Autor.

Figura 13

Replanteo de viviendas



Fuente: Autor.

Figura 14*Cernido de escombros***4.2.1. Aplicación del mortero**

Posterior al inicio de la actividad se le solicitó al practicante realizar la medición de las áreas designadas a morteriar, se realizó la medición de las viviendas ya construidas para obtener el valor real; estos valores se presentaron por piso, por tipología de vivienda y en el caso de los altillos se dividió el mortero que sería utilizado para la parte interior y la terraza.

Se llevaba un seguimiento del estado de las viviendas en donde se revisaba que estas tuvieran su instalación de gas completa, las instalaciones y puntos hidráulicos y la disposición de los tubos eléctricos en los muros al igual que las cajas donde quedarían los aparatos, con lo anterior completado se le indicaba al oficial que podía empezar la actividad recalcando el buen uso y disposición de los materiales.

De igual manera se realizaron los morteros del baño (“poyos”) para las viviendas de dos plantas (Figura 15); dado que en estas la disposición de la araña dispuesta para adecuar la tubería hidráulica y sanitaria se encontraba establecida sobre la placa, antes de realizar el mortero se

disponía una capa de tierra o escombros para evitar el alto gasto de material a la hora de aplicar el mortero y alcanzar el espesor necesario para cubrir esta tubería sanitaria, lo anterior se presenta en la Figura 16.

Figura 15,

Aplicación de mortero para baño



Nota: Disposición de escombros antes de la aplicación del mortero (izquierda), mortero terminado (derecha). Fuente: Autor.

Figura 16,

Aplicación de mortero



Fuente: Autor.

4.2.2. Enchapado

Se dio inicio al enchapado de las viviendas, siguiendo las directrices de entrega. Se enchaparían la totalidad de los pisos, zonas húmedas y cocina. Previo a este proceso, se realizaron revisiones para asegurarse de que las viviendas estuvieran preparadas para el enchapado. Esto incluyó pruebas de gas y agua, cableado y sondeo, así como la instalación de todos los puntos eléctricos y sanitarios necesarios.

Antes de dar inicio al proceso de enchape se realizaba la respectiva rectificación de niveles y pendientes en los pisos de los baños, en las cocinas no se realiza este tipo de verificación dado a que la cerámica se aplica sobre el friso el cual ya se encontraba nivelado. Además, se supervisaba la respectiva limpieza de las superficies donde se iba a aplicar la cerámica liberando el polvo que podía afectar el proceso de pega, en las Figuras 17, 19 y 20 se presenta este proceso de enchapado para las viviendas.

Durante de la actividad se revisó se hiciera uso de los separadores para dejar el lugar para la aplicación de la mezcla para la boquilla (brecha), la Figura 18 expone el uso de separadores.

Figura 17

Proceso de enchapado de viviendas



Figura 18

Ubicación de separadores



Fuente: Autor.

Figura 19

Enchapado de baño



Fuente: Autor.

Figura 20

Enchape usado en el patio



Fuente: Autor.

4.3. Supervisión y seguimiento de la aplicación de friso y estuco

Después de concluir la mampostería, se procedió a aplicar el friso y el estuco (Figura 21). Durante esta etapa, se supervisó el acabado de alta calidad, asegurando que la aplicación del producto en la pared estuviera alineada y que se definieran correctamente las juntas de dilatación. Estas dilataciones se colocaron en las áreas de transición de materiales, como donde un muro se encontraba con una placa, columnas o vigas, para prevenir futuras grietas (Figura 22).

Las viviendas se entregaron limpias, con las paredes, mesones y baños solicitados ya frisados y estucados. Para las fachadas y los muros de pasillo, se llevaron a cabo inspecciones similares durante la realización de la actividad. Se solicitó al personal encargado de este trabajo que cuidara y mantuviera las ventanas, puertas y otros elementos instalados en las mejores condiciones como se muestra en la Figura 23.

Figura 21

Aplicación de friso y estuco



Fuente: Autor.

Figura 22*Juntas de dilatación*

Fuente: Autor.

Figura 23

Acabados de fachada Manzana H



Nota: Fachada posterior de la manzana H estucada (Izquierda). Fachada frontal manzana H en proceso de frisado. Fuente: Autor.

4.4. Pruebas para el área de mampostería.**4.4.1. Mortero de pega para mampostería**

Por parte de la interventoría KER Ingeniería S.A.S, se solicitó realizar los respectivos ensayos para el mortero de pega usado en mampostería, por lo cual se realizaron 4 ensayos (2

por cada manzana), en la Figura 24 se puede observar al practicando realizando las muestras de mortero.

Basándose en la norma NSR-10-Título D- Apéndice D.3.4 y en NTC-3329, se realizaron las muestras usando cilindros de 15 cm de alto por 7.5 cm de diámetro (NTC 3546), enviándose a estudio en laboratorio a 7 y 28 días. El tipo de mortero usado en el proyecto era tipo N por lo cual según la NTC 3329 debían obtener una resistencia de 7.5 MPA.

Todos estos resultados obtenidos se plasmaban en el formato REGISTROS DE PRUEBAS DE CONCRETO.

Figura 24

Toma de muestras mortero de pega para mampostería



Fuente: Autor.

4.4.2. Bloques de ladrillo

Se llevaron a cabo ensayos de compresión (según la norma ASTM C 62) y absorción (siguiendo las normas NTC 4017 y ASTM C 67) en los ladrillos utilizados en la construcción. Estos ensayos tenían como objetivo determinar la resistencia a la compresión de los ladrillos y calcular los porcentajes de absorción en un período específico, lo que permitía obtener el

coeficiente de saturación. Los resultados de estos ensayos, al igual que los del concreto, se enviaron a laboratorio para su análisis. Además, se solicitó al proveedor los resultados de sus propios análisis, a fin de compararlos con los valores obtenidos en nuestro laboratorio.

4.5. Cálculo de cantidades

A medida que la obra progresaba, se llevaban a cabo diversas tareas y cálculos con el fin de gestionar eficazmente los materiales disponibles en la obra y proyectar las necesidades futuras que debían solicitarse a los respectivos distribuidores. Esto implicó calcular cantidades de ladrillos, mortero, enchape, guarda escobas, friso para baños, y gestionar los faltantes cuando eran requeridos.

4.6. Acompañamiento, seguimiento y supervisión en el área de plomería

4.6.1. Supervisión, medición y registro de excavaciones para red de acueducto, aguas negras y aguas lluvias.

Se le delegó al practicante la revisión y medición de las excavaciones realizadas para la adecuación de la red de acueducto, aguas negras y aguas lluvias pertenecientes a las dos manzanas, se tomaban volúmenes de excavación, rellenos, cajas de inspección (revisar acabados estipulado por la dirección de obra), metros lineales de tubería o manguera, accesorios o arreglos que se tuvieran que instalar y realizar, acometidas, roturas de pozos y eliminación de rocas de gran tamaño estos registros se consolidaban en documentos que se compartían con la ingeniera residente con el fin de servir como un apoyo a los cortes de obra. Las figuras 25 y 26 muestran algunas de estas excavaciones supervisadas.

Figura 25

Excavación de aguas negras y aguas lluvias



Nota: Excavación aguas lluvias casa 8-9 (derecha). Excavación aguas negras casa 13 MI (izquierda). Fuente: Autor.

Figura 26

Instalación red de acueducto



Fuente: Autor.

4.6.2. Pruebas hidráulicas y de hermeticidad.

Después de instaladas las redes de gas y tubería hidráulica para cada vivienda, se empezaron las pruebas hidráulicas y de hermeticidad, se realizaron primero las pruebas de la manzana H y se siguió con la I.

4.6.2.1. Pruebas hidráulicas.

Para las pruebas hidráulicas, en los primeros pisos se utilizaron dos tipos de tubería, de $\frac{3}{4}$ " y de $\frac{1}{2}$ ". Como resultado, el primer piso contará con dos registros de pruebas, el segundo piso contará con tubería de $\frac{3}{4}$ " y el altillo con tubería de $\frac{1}{2}$ ".

Para realizar esta prueba, se cargó la tubería con agua y se mantuvo a una presión de 120 PSI, medida con un manómetro instalado en la entrada de la tubería a ensayar. La prueba se dejó en curso durante un mínimo de dos horas y se supervisó la variación de la presión. Se estableció un rango de disminución no mayor a 10 psi de diferencia entre la lectura inicial y la final. La Figura 27 muestra el montaje.

Los resultados y registros de estas pruebas hidráulicas se tomaron en los formatos destinados por PCG Constructora S.A.S los cuales se encuentran en el Anexo 3.

Figura 27

Prueba de agua cargada a 120 PSI



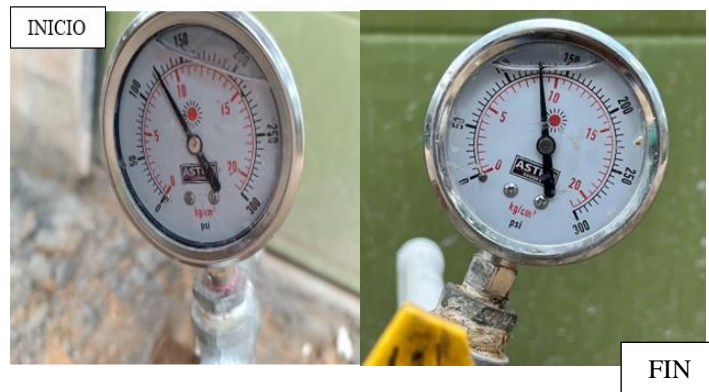
Fuente: Autor.

Para las pruebas hidráulicas en la red de acueducto del proyecto Bosques de Villa Lina, se llevaron a cabo en dos tramos: uno que recubría el perímetro de la manzana H y otro para la manzana I, las pruebas se realizaron de la misma manera que en las viviendas. Todos los

datos se documentaron en los formatos proporcionados por la constructora (ver Figura 31) y se respaldaron con las fotografías correspondientes (ver Figuras 28 y 29).

Figura 28

Prueba Hidráulica Red de Acueducto MH



Fuente: Autor.

Figura 29

Prueba Hidráulica Red de Acueducto MH



Fuente: Autor.

4.6.2.2. Pruebas de hermeticidad.

La prueba de hermeticidad se llevó a cabo en la tubería de gas, realizándose individualmente para cada vivienda. En esta prueba, se llenó la tubería de aire con la ayuda de un compresor hasta alcanzar los 30 PSI. Después de una hora, se retiró la prueba y se verificó que la

4.6.3. *Instalación de la red de gas con VANTI S.A.ESP.*

Para la instalación de la red de gas del proyecto se realizó la solicitud directamente a la empresa VANTI S.A.ESP, posterior a la llegada se realizaron las excavaciones pertinentes donde se iba a instalar la tubería (Figura 32), y de estas se fueron llevando los registros de los volúmenes de excavación, el colchón de arena necesario para que la tubería no se afectara por el terreno y para su protección (Figura 33), y el relleno manual para sellar las excavaciones, además de esto se tomaron los registros de las acometidas y las mangueras necesarias para llevar el servicio a cada casa.

Se llevaron a cabo tres visitas. En la primera, se dejó a la vista la tubería donde se llevaría a cabo el empalme con la segunda instalación. Esto se debió a que se trata de una red cerrada de gas, donde ambas instalaciones se conectan a la red de gas más cercana al proyecto.

En la segunda visita, se instaló el tramo faltante y se realizó la prueba de hermeticidad en toda la red de gas del proyecto (ver Figura 34). Esta prueba se mantuvo durante un día completo. Después de verificar que todo estaba en orden, se realizó el empalme con la red de gas más cercana.

Figura 32

Instalación de la red de gas con VANTI S.A ESP



Fuente: Autor.

Figura 33

Elementos de protección para la tubería de gas



Nota: Colchón de arena (izquierda) Cinta de precaución (derecha). Fuente: Autor.

Figura 34

Instalación de prueba de hermeticidad por parte de VANTI S.A ESP



Fuente: Autor.

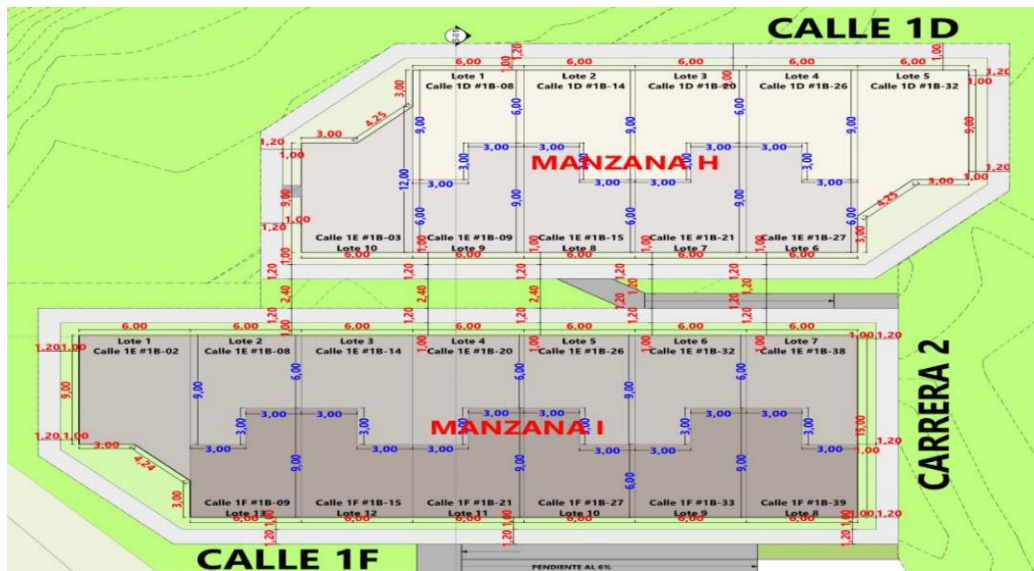
4.7. Acompañamiento, supervisión y seguimiento en el área de urbanismo.

Para el proyecto de Bosque de Villa Lina se tiene como urbanismo los andenes en concreto reforzados con malla 5 mm, los cuales se ubicaron como se muestra en el siguiente plano de urbanismo (Figura 35), estos andenes presentan la guía que ayuda a las personas con discapacidad visual a transitar con seguridad.

Se realizó el seguimiento y la supervisión a la hora de realizar el replanteo (Figura 36), disposición de malla de refuerzo y posterior fundida (Figura 37). Antes de iniciar la actividad se debía contar con la red de gas ya instalada, ya que esta se encuentra debajo del andén.

Figura 35

Plano en planta de urbanismo



Nota: Tomado de PCG Constructora S.A.S

Figura 36

Replanteo de andén



Fuente: Autor.

Figura 37

Supervisión del proceso de fundida de andenes



Fuente: Autor.

De manera similar, se procedió a instalar los postes de luz (Figura 38), los cuales se fabricaron siguiendo todas las especificaciones técnicas requeridas. Estos postes llegaron a la obra con instrucciones claras sobre su profundidad de empotramiento en el terreno.

Figura 38

Instalación de postes de luz



Fuente: Autor.

4.8. Acompañamiento y supervisión en el área eléctrica.

Se brindó acompañamiento y supervisión en las diversas etapas de las actividades eléctricas en las viviendas, que involucraron el proceso de cableado, sondeo y la posterior

instalación de los dispositivos eléctricos correspondientes a cada unidad, como se puede observar en la Figura 39. Además, se llevó a cabo la instalación de las cajas de inspección de polo a tierra para cada vivienda. Estas cajas se enterraron a una profundidad de 30 a 40 cm, y posteriormente, se empotraron jabalinas (barras con núcleo de acero revestidas en cobre y cargadas) a una profundidad de 2.40 m, como se muestra en las Figuras 40 y 41. Estos polos a tierra son esenciales para prevenir descargas eléctricas que pudieran afectar a los usuarios..

Figura 39

Cableado y Sondeado eléctrico de viviendas



Fuente: Autor.

Figura 40

Cajas de inspección de polo a tierra



Fuente: Autor.

Figura 41

Varilla empotrada para polo a tierra



Fuente: Autor.

4.9. Supervisión técnica

Durante los 4 meses de práctica, se buscó ajustar las especificaciones técnicas y los procesos constructivos de la obra. Esto se logró gracias a la comunicación y el apoyo de los contratistas y el Ingeniero Residente de Obra. Además, se recopiló la información necesaria para consolidar el Plan de Calidad de Obra en dos formatos diferentes.

4.10. Apoyo en la implementación de la metodología del valor ganado (EVM)

Por parte de la constructora se brindaron las capacitaciones sobre esta metodología, donde se pudieron obtener diferentes conceptos y su forma de implementarlos en el proyecto, esta capacitación fue de impartida por un Ingeniero Civil por medio de grabaciones de video.

4.11. Apoyo y supervisión en proyectos fuera de la obra principal.***4.11.1. Apoyo en el proceso de Postventas***

Durante las prácticas realizadas se presentó la colaboración en algunas de las otras obras o locales de las cuales era participe la constructora , se realizaron post ventas en el edificio cuesta

central en donde se realizaron arreglos de filtraciones en el salón social , y en algunos apartamentos que se presentó la PQRS, también se llevaron los listados de las post ventas pendientes para pasarlos a la oficina principal para realizar la respectiva gestión con la parte administrativa del edificio y de esta manera generar una visita con el contratista encargado de realizar el arreglo correspondiente.

Se realizaron post ventas en locales ubicados en la urbanización Villa Marcela, en donde se realizaron limpiezas de canales, arreglos de fugas de agua y goteras, en la Figura 45 se presentan algunas imágenes de estos arreglos.

Cada vez que se realizaba una post venta se llevaba el registro fotográfico y se enviaba a oficina el formato de PQRS diligenciado respectivamente.

Figura 42

Registro fotográfico de post ventas



Nota: Arreglo de gotera en local (a). Arreglo de cantonera puerta principal (b). Fuente: Autor.

4.11.2. Entrega de apartamento

En el edificio Cuesta Central, ubicado en Piedecuesta, Santander, Colombia se llevó a cabo el proceso de entrega de un inmueble a su respectivo propietario. Durante esta entrega, se siguieron todos los protocolos establecidos por PCG Constructora S.A.S para asegurar la constancia y la completa satisfacción del propietario con el inmueble entregado.

Para brindar un respaldo y una guía detallada sobre los elementos que debían ser revisados, se procedió a explicar y leer el ACTA DE ENTREGA FINAL E INVENTARIO DEL INMUEBLE. En este documento, se especificaron los acabados de cada espacio del apartamento, incluyendo la cocina, los baños, las habitaciones, entre otros. Se comprobó el funcionamiento de cada toma, GFCI (interruptor diferencial) y plafón. Se verificó la existencia de puntos de gas y agua, y se detallaron las garantías ofrecidas tanto para los acabados como para la parte estructural por parte de la constructora.

Luego de explicar y mostrar todos los aspectos mencionados anteriormente, se tomaron las medidas de los medidores de agua y gas, registrando el número de serie y la lectura inicial. Se consultó al cliente si tenía alguna Pregunta, Queja, Reclamo o Sugerencia (PQRS) relacionada con el inmueble entregado, para poder agendar cualquier solución necesaria. Dado que no se presentó ninguna PQRS en ese momento, se procedió al diligenciamiento del formato de entrega y se tomaron las fotografías correspondientes. Este formato, junto con las fotografías, se enviaron a las oficinas de la constructora para llevar a cabo el proceso de actualización del estado del inmueble y su respectiva documentación.

5. Resultados

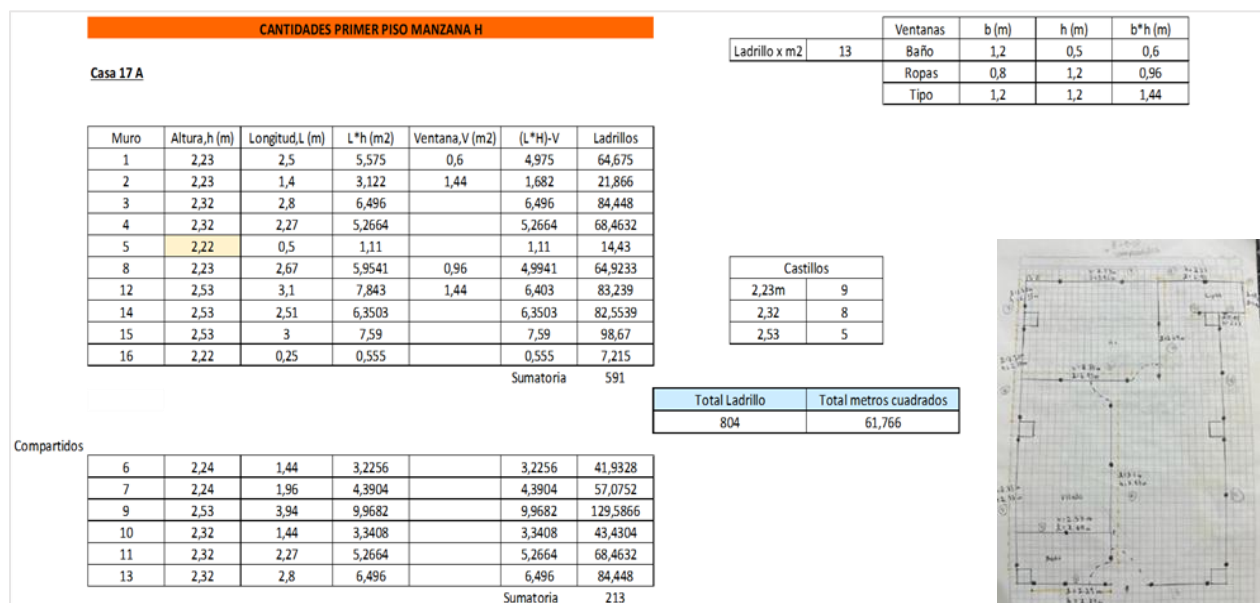
A continuación, se presentan los resultados obtenidos durante la práctica en la empresa PCG CONSTRUCTORA S.A.S

5.1. Seguimiento del material en obra

- Durante el proceso de construcción, se llevó a cabo un minucioso seguimiento de los materiales utilizados en cada etapa de la obra. En particular, se registró en tiempo real el avance de los trabajos de mampostería, incluyendo la ubicación, cantidad y dimensiones de los castillos empleados, dado que el proyecto incorporaba mampostería reforzada. Se recopilaron datos precisos sobre el tamaño de los muros (alto y ancho) y se utilizaron las especificaciones proporcionadas por el proveedor de ladrillos para calcular las cantidades necesarias de ladrillos por piso y por tipo de vivienda para las dos manzanas (Figura 43 y 44).

Figura 43

Cálculo de cantidades de ladrillo para la manzana H



Fuente: Autor.

Figura 44

Cantidades de ladrillo y castillos por tipología de casas

Cantidades Manzana H			Cantidades totales	
Casa Tipo 1			21B,22B,16B,17B	
Ladrillos Totales			Casas Tipo 1 (4)	
Sucio	1523		Sucio	6092
Limpio	173		Limpio	692
Castillos			Castillos	
2,3 m	1		2,3 m	4
2,4 m	17		2,4 m	68
2,6 m	5		2,6 m	20
Casa Tipo 2		20B,15B	20B,15B	
Ladrillos Totales			Casas Tipo 2 (2)	
Sucio	1731		Sucio	3462
Limpio	185		Limpio	370
Castillos			Castillos	
2,3 m	1		2,3 m	2
2,4 m	20		2,4 m	40
2,6 m	5		2,6 m	10
Casa Tipo 3		18B,23B	18B,23B	
Ladrillos Totales			Casas Tipo 3 (2)	
Sucio	1498		Sucio	2996
Limpio	504		Limpio	1008
Castillos			Castillos	
2,3 m	1		2,3 m	2
2,4 m	21		2,4 m	42
2,6 m	5		2,6 m	10

Fuente: Autor.

- Se efectuaron mediciones de las áreas destinadas a la aplicación de mortero de nivelación y enchape, con el propósito de determinar las cantidades requeridas para llevar a cabo estas actividades de manera precisa (Figura 45 y 46).

Figura 45

Cálculos de enchape

Cantidades Totales				
Piso 1				
Area de Enchape (m2)		Guardaescobas (ml)		
Tipo1	389,2656	453,12		16-17-21-22
Tipo2	96,378	106,05		15-20
Tipo3	161,025	192,8		18-23
Tipo4	118,9986	115,02		14-19
Piso 2				
Area de Enchape (m2)		Guardaescobas (ml)		
Tipo1	437,94	381,84		16-17-21-22
Tipo2	103,167	97,125		15-20
Tipo3	174,063	203,35		18-23
Tipo4	126,4074	152,1		14-19
Altillo				
Area de Enchape (m2)		Area de Enchape Terraza (m2)	Guardaescobas (ml)	Guardaescobas Terraza (ml)
Tipo1	212,3052	258,84	272,88	226,68
Tipo2	53,0082	62,88	67,74	56,34
Tipo3	88,35	114,05	113,7	98,95
Cantidades totales BVL				
Area de enchape total		1742,4354	m2	
Area de enchape total terraza		435,77	m2	
Area Guarda escobas total		215,5725	m2	Valor *0,1
Area Guarda escobas terraza total		38,197	m2	Valor *0,1
Normal	1958,01	m2	Comprende Enchape +Guarda escobas	
Terraza	473,967	m2		
Totales				
Patio	84,634	m2		
Guarda escobas	153,16	ml		
Totales				
Baño P1	68,3152	m2		
Guarda escobas	156,71	ml		
Totales				
Baño P2	65,5234	m2		
Guarda escobas	155,595	ml		

Fuente: Autor.

Figura 46

Cantidades de mortero

Casas Tipo 1: 16,17,21,22		Casas Tipo 3: 18,23	
Mortero (m2)		Mortero (m2)	
Piso 1	38,58	Piso 1	38,17
Piso 2	39,55	Piso 2	38,52
Altillo	17,90	Altillo	18,01
Terraza	21,57	Terraza	22,81
Casas Tipo 2: 15,20		Casas Tipo 4: 14,19	
Mortero (m2)		Mortero (m2)	
Piso 1	38,21	Piso 1	44,72
Piso 2	36,83	Piso 2	45,17
Altillo	17,85	Altillo	17,71
Terraza	20,96	Terraza	28,73

Fuente: Autor.

5.2. Colaboración en la gestión de cortes de obra.

Se brindó apoyo en el área de plomería, documentando con fotografías y realizando la respectiva cubicación de las excavaciones para las redes de acueducto, gas natural, aguas lluvias y negras. Se registraron los materiales instalados y el método utilizado para las excavaciones, ya fuese manual o con el uso de maquinaria (retroexcavadora). Estos datos se proporcionaron a la ingeniera residente como un respaldo y constancia de las actividades realizadas hasta la fecha del corte de obra. La Figura 47 muestra un ejemplo de estos registros.

Figura 47

Registro de excavaciones para la red de gas natural



Fuente: Autor.

5.3. Seguimiento del cronograma, programación y costos del proyecto.

- Se solicitó la revisión de las actas de corte de obra de estructuras hasta la fecha de marzo. Estas actas se consolidaron en el maestro de mano de obra (Tabla 1), lo que permitió realizar comparaciones entre los valores presupuestados y contratados. En la Figura 48 se muestra el ahorro que se presentó.

Tabla 1

Maestro consolidado de mano de obra de estructuras

MANO DE OBRA		PRESUPUESTO			Hasta Marzo					
CLAVE	ACTIVIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL	CONTRATADO \$	EJECUTADO Q	% EJECUCIÓN Q	VALOR TOTAL EJECUTADO	Valor Presupuesto vs Valor Ejecutado	DIFERENCIA UNITARIA \$
3.1.1, 4.1.1	EXCAVACIÓN MANUAL Y ACOPIO DE MATERIAL SOBRIANTE	246,71	\$30.952	\$7.636.294	\$34.182	74,41	30,16%	\$2.543.487	\$5.092.807	-\$ 3.229,68
3.1.2, 4.1.2	REPLANTEO MANUAL	2562,3325	\$3.750	\$9.608.747		0,00	0,00%	\$0	\$9.608.747	\$3.750,00
3.1.3, 4.1.3	RELLENO HASTA LOSA DE ANTE PISO (SIN SUMINISTRO DE MATERIAL DE RELLENO)	225,95	\$30.952	\$6.993.690	\$33.626	238,41	105,51%	\$8.016.775	-\$ 1.023.084,18	-\$ 2.673,62
3.1.4, 4.1.4	CONCRETO CICLÓPEO SOBRE ZAPATAS H= 50 cm	104,675	\$100.000	\$10.467.500	\$67.251	18,33	17,51%	\$1.232.711	\$9.234.789	\$32.749,00
3.1.5, 4.1.5	SOLADO PARA VIGAS DE CIMENTACIÓN	41,5855	\$5.357	\$222.774	\$11.827	134,79	324,13%	\$1.594.161	-\$ 1.371.387,81	-\$ 6.470,00
3.1.6, 4.1.6	VIGA CIMENTACIÓN (0.3X0.3 M)	888,47	\$25.000	\$17.211.750	\$28.640	738,96	107,33%	\$21.163.814	-\$ 3.952.064,40	-\$ 3.640,00
3.1.8, 4.1.8	CONCRETO ZAPATAS	73,2725	\$150.000	\$10.990.875	\$135.546	63,65	86,87%	\$8.627.503	\$2.363.372	\$14.454,00
3.1.10, 4.1.10	LOSETA ANTEPIEDO E=10 CM	1027,05	\$30.000	\$30.811.500	\$18.251	1.068,00	106,91%	\$20.039.598	\$10.771.902	\$11.749,00
3.1.12, 4.1.12	COLUMNAS EN CONCRETO REFORZADO TIPO 1 (0.3*0.4)	553,87	\$36.000	\$19.939.320	\$44.351	235,20	42,46%	\$10.431.355	\$9.507.965	-\$ 8.351,00
3.1.14, 4.1.14	COLUMNAS EN CONCRETO REFORZADO TIPO 2 (0.3*0.4)	131,33	\$36.000	\$4.727.880	\$44.351	72,00	54,82%	\$3.193.272	\$1.534.608	-\$ 8.351,00
3.2.5, 3.3.1, 4.2.5, 4.3.1	VIGA EN CONCRETO REFORZADO (0.15X0.30M)	310,78	\$34.883	\$10.840.939	\$43.713	110,79	35,65%	\$4.842.980	\$5.997.959	-\$ 8.830,15
3.2.13, 4.2.13	VIGA EN CONCRETO REFORZADO (0.15X0.40M)	49,59	\$34.883	\$1.729.848	\$43.713	23,38	47,15%	\$1.022.010	\$707.838	-\$ 8.830,00
3.2.7, 3.3.3, 4.2.7, 4.3.3	VIGA EN CONCRETO REFORZADO (0.30X0.40M)	953,78	\$34.883	\$33.270.708	\$43.481	911,48	95,57%	\$39.632.290	-\$ 6.361.582,01	-\$ 8.598,25
3.2.9, 4.2.9	VIGA EN CONCRETO REFORZADO (0.10X0.30M)	39,8	\$34.883	\$1.388.343	\$43.481	78,62	197,54%	\$3.418.496	-\$ 2.030.152,48	-\$ 8.598,25
3.2.11, 3.3.5, 4.2.11, 4.3.5	VIGA EN CONCRETO REFORZADO (0.30X0.30M)	861,71	\$34.883	\$23.082.430	\$43.481	690,60	104,37%	\$30.028.151	-\$ 6.945.721,32	-\$ 8.598,25
3.2.15, 4.2.15, 3.3.7, 4.3.7	PLACA MACIZA EN CONCRETO REFORZADO E=12 CM	1705,4627	\$30.000	\$51.163.881	\$45.510	1.798,42	105,45%	\$81.846.769	-\$ 30.682.887,61	-\$ 15.510,38
3.2.17, 4.2.17, 3.3.9, 4.3.9	PLACA MACIZA EN CONCRETO REFORZADO E=13 CM	529,36	\$30.000	\$15.880.800	\$45.510	481,83	91,02%	\$21.928.264	-\$ 6.047.463,99	-\$ 15.510,38
3.2.18, 4.2.18	ACERO DE REFUERZO PLACA MACIZA EN CONCRETO REFORZADO E=13 CM	1925			\$557	2.666,40	138,51%	\$1.485.185	-\$ 1.485.184,80	-\$ 557,00
3.4.1, 4.4.1	COLUMNETAS	452,4	\$25.000	\$11.310.000	\$44.350	184,00	40,67%	\$8.160.400	\$3.149.600	-\$ 19.350,00
	VIGUETAS (0.10X0.20M)	555,36	\$25.000	\$13.884.000		0,00	0,00%	\$0	\$13.884.000	\$25.000,00
3.1.9, 4.1.9	ACERO DE REFUERZO CONCRETO ZAPATAS	102565,8	\$600	\$61.539.480	\$557	4.486,31	4,37%	\$2.498.875	\$59.040.605	\$43,00
3.1.16, 4.1.16, 3.2.19, 4.2.19	ESCALERA EN CONCRETO REFORZADO	204,69	\$75.000	\$15.351.750	\$109.689	258,00	126,04%	\$28.299.685	-\$ 12.947.934,60	-\$ 34.688,70
3.2.1, 4.2.1	COLUMNAS EN CONCRETO REFORZADO TIPO 1 (0.3*0.4)	118			\$44.351	9,80	8,14%	\$425.770	-\$ 425.769,80	-\$ 44.351,00
3.2.3, 4.2.3	COLUMNAS EN CONCRETO REFORZADO TIPO 2 (0.3*0.4)	27			\$44.351	19,20	71,11%	\$851.539	-\$ 851.539,20	-\$ 44.351,00

Nota: En la figura se encuentra la comparación del valor ejecutado vs el valor presupuestado para cierta actividad (los valores en negrita representan un gasto mayor a lo presupuestado) y se presenta la diferencia unitaria que hace referencia a la diferencia entre el valor unitario definido en el presupuesto menos el valor por el cual fue contratada la actividad (los valores en verde representan un ahorro). Fuente: Autor.

Figura 48

Valores de ahorro y sobrecosto concluidos del maestro consolidado

Valor ahorrado respecto a lo presupuestado y contratado, teniendo en cuenta los valores totales a ejecutar según el presupuesto	\$ 30.572.969,02
Ahorro según el valor presupuestado vs valor ejecutado hasta el acta número 10	\$130.894.192
Gasto mayor según lo presupuestado hasta el acta número 10	(\$67.410.214)
Ahorro total en los valores ejecutados	\$63.483.978

Fuente: Autor.

- Se logró evidenciar gracias a la revisión de la programación de obra (Figura 49) el retraso en las actividades hidrosanitarias, a continuación, se muestra un ejemplo del atraso presente en la ejecución de pruebas hidráulicas y hermeticidad en el proyecto (Figura 50).

Figura 49

Programación de obra para la red hidráulica

221	3	5.5	MANZANA I PISO 1	2	53.5 días	mié 14/12/22	mar 14/02/23
222	4	5.5.1	RED HIDRÁULICA	2	15 días	mar 3/01/23	sáb 21/01/23
223	5	5.5.1.1	INSTALACIÓN DE PUNTO HID AF D=1/2"	und 78	2 días	jue 19/01/23	sáb 21/01/23
224	5	5.5.1.2	INSTALACIÓN TUBERÍA PVC PRESIÓN D=1/2"	ml 864.88	3 días	mar 3/01/23	vie 6/01/23
225	5	5.5.1.3	INSTALACIÓN TUBERÍA PVC PRESIÓN D=3/4	ml 24.71	3 días	mar 3/01/23	vie 6/01/23
226	5	5.5.1.4	INSTALACIÓN DE CAJILLA PARA MEDIDOR 1/2"	und 26	2 días	jue 19/01/23	sáb 21/01/23
227	5	5.5.1.5	INSTALACIÓN DE VÁLVULA PROYECTADA DE PASO D=1/2	und 50	2 días	jue 19/01/23	sáb 21/01/23
228	5	5.5.1.6	INSTALACIÓN DE VÁLVULA CHEQUE DE CORTINA D= 1/2	und 13	2 días	jue 19/01/23	sáb 21/01/23
229	5	5.5.1	PRUEBAS HIDRÁULICAS EN RED DE PRESIÓN	und 13	2 días	jue 19/01/23	sáb 21/01/23
140	3	5.2	MANZANA H PISO 1	3	47.5 días	mié 19/10/22	jue 15/12/22
141	4	5.2.1	RED HIDRÁULICA	1	33 días	vie 4/11/22	jue 15/12/22
142	5	5.2.1.1	INSTALACIÓN DE PUNTO HID AF D=1/2"	und 60	2 días	lun 21/11/22	mié 23/11/22
143	5	5.2.1.2	INSTALACIÓN TUBERÍA PVC PRESIÓN D=1/2"	ml 640.32	3 días	vie 4/11/22	mié 9/11/22
144	5	5.2.1.3	INSTALACIÓN TUBERÍA PVC PRESIÓN D=3/4	ml 44.32	3 días	vie 4/11/22	mié 9/11/22
145	5	5.2.1.4	INSTALACIÓN DE CAJILLA PARA MEDIDOR 1/2"	und 20	2 días	lun 21/11/22	mié 23/11/22
146	5	5.2.1.5	INSTALACIÓN DE VÁLVULA PROYECTADA DE PASO D=1/2	und 36	2 días	lun 21/11/22	mié 23/11/22
147	5	5.2.1.6	INSTALACIÓN DE VÁLVULA CHEQUE DE CORTINA D= 1/2	und 10	2 días	lun 21/11/22	mié 23/11/22
148	5	5.2.1	PRUEBAS HIDRÁULICAS EN RED DE PRESIÓN	und 10	1 día	mié 14/12/22	jue 15/12/22

Fuente: Tomado de PCG Constructora S.A.S

Figura 50

Retraso según la programación de obra para las pruebas hidráulicas y de hermeticidad

Actividad	Ubicación	Programado		Ejecutado		Retraso (Días)
		Fecha inicio	Fecha Finalización	Fecha inicio	Fecha Finalización	
Pruebas Hidráulicas	MH, P1	14/12/2022	15/12/2022	28/02/2023	-	76
Pruebas de Hermeticidad	MH, P1	21/11/2022	23/11/2022	28/02/2023	-	99
Pruebas Hidráulicas	MH,P2	13/02/2023	14/02/2023	28/02/2023	-	15
Pruebas de Hermeticidad	MH,P2	1/12/2022	2/12/2022	28/02/2023	-	89
Pruebas Hidráulicas	MI, P1	19/01/2023	21/01/2023	3/04/2023	-	74
Pruebas de Hermeticidad	MI, P1	19/01/2023	21/01/2023	1/04/2023	-	72
Pruebas Hidráulicas	MI,P2	13/02/2023	14/02/2023	4/04/2023	-	50
Pruebas de Hermeticidad	MI,P2	1/02/2023	2/02/2023	1/04/2023	-	59

% Ejecutado a 15/04/2023	
P.Hidráulicas	
MH	83,33%
MI	88%
P.Hermeticidad	
MH	90%
MI	88,46%

Fuente: Autor.

5.4. Apoyo en las actividades de calidad de obra.

Durante la práctica, se elaboró el Plan de Calidad de Obra para el proyecto Bosques de Villa Lina, siguiendo los objetivos establecidos por la NSR-10, Título, Capítulo 4, Apéndice I.4.3.3. Este logro se realizó gracias a la colaboración del departamento de calidad de PCG Constructora S.A.S, la Ingeniera Residente y la empresa KER Ingeniería. La figura 51 muestra la portada del Plan de Calidad. Además, se realizaron ajustes y modificaciones en las especificaciones técnicas y procesos constructivos para cumplir con los requisitos de calidad.

Se crearon dos formatos para la presentación del Plan de Calidad, que se encuentran en el Anexo 5 (Supervisión-Plan de Calidad), junto con los procesos constructivos y especificaciones técnicas (Supervisión-Especificaciones Técnicas/Procesos Constructivos).

Figura 51*Portada plan de calidad de obra*

	PROGRAMA DE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN OBRA SEGÚN LA NSR-10	Código: GO-XX-00
	GESTIÓN DE OBRA	Versión 01

PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN:	BOSQUES DE VILLA LINA
DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO:	Proyecto de vivienda de interés social- VIS, conformado por 48 unidades de vivienda en 23 casas bifamiliares, distribuidas en 4 casas tipo donde se tienen casa de una sola planta y de dos plantas (Fiso1+altillo), se dividirán 2 manzanas (una manzana con 20 unidades y la otra manzana con 28 unidades).
DIRECCIÓN:	Calle 1F Carrera 2, Barrio Villa Lina
UBICACIÓN:	Piedecuesta, Santander.
FECHA DE INICIO:	Agosto de 2022
DURACIÓN DE LA OBRA:	10 meses aprox.





ILUSTRACIÓN 1, IMAGEN DE REFERENCIA

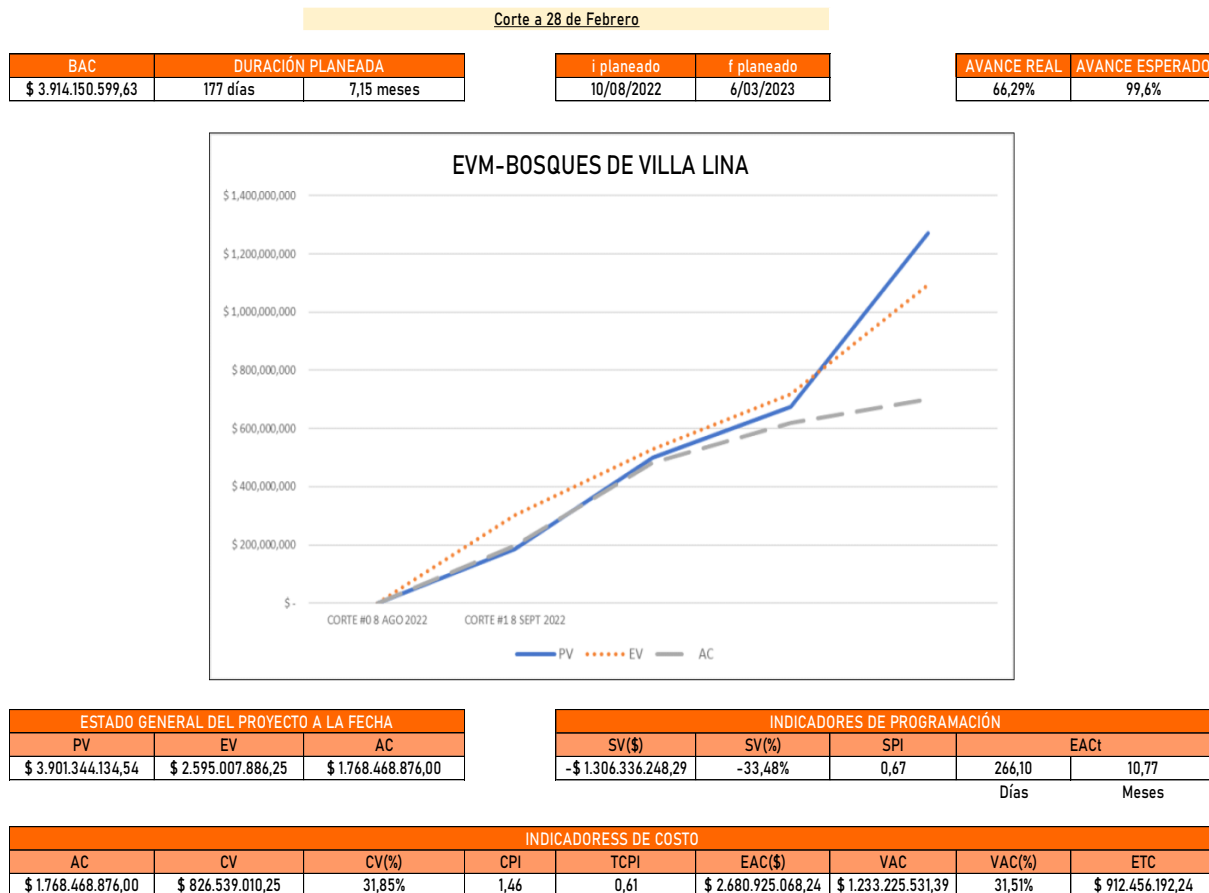
Fuente: Tomado de PCG Constructora S.A.S

5.5. Aplicación de le metodología del valor ganado (EVM)

Las capacitaciones proporcionadas por la constructora permitieron llevar a cabo un análisis de los informes de avance correspondientes a los meses de febrero y marzo. A continuación, se presentan los análisis realizados.

Figura 52

Aplicación de la metodología del valor ganado a corte de febrero



Fuente: Autor.

Análisis: el presupuesto total del proyecto se cifraba en (BAC) \$ 3.914.150.599,63. Hasta la fecha de corte, se debían haber invertido (PV) \$ 3.901.344.134,54. Sin embargo, el avance real ejecutado en el proyecto era del 66.29%, equivalente a \$ 2.595.007.886,25 (EV), con un costo actual a esa fecha (AC) de \$ 1.768.468.876,00.

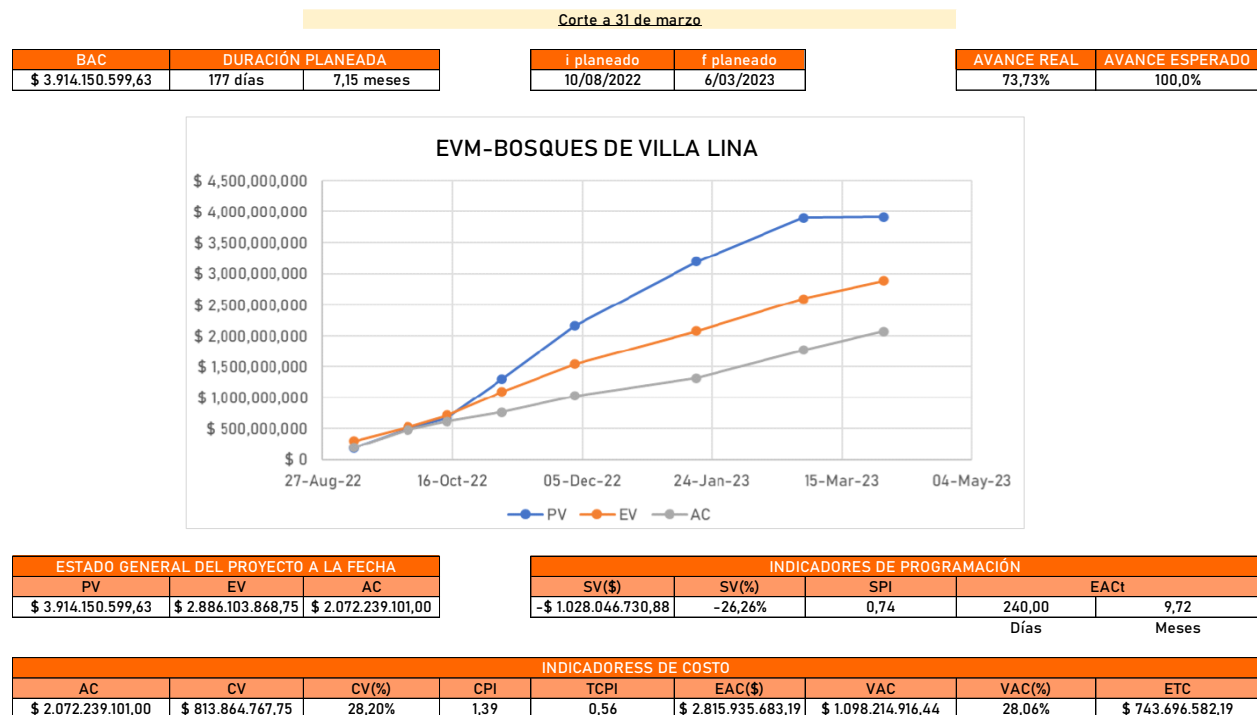
La información anterior indicaba que se dejaron de ejecutar (SV) \$1.306.336.248,29, lo que representaba un atraso (SV%) del 33,48% en comparación con el plan inicial, con un

rendimiento (SPI) del 0,67. Si se mantenía el ritmo de trabajo, la obra indicaba una duración (EACt) de 266 días hábiles, equivalente a 10.7 meses calendario.

El avance real ejecutado del proyecto (EV) \$ 2.595.007.886,25 había tenido un costo para la constructora de (AC) \$ 1.768.468.876,00, lo que significaba un ahorro de (CV) \$826.539.010,25, equivalente al 31,85% (CV%). Si se continuaban invirtiendo los recursos de esa manera, la obra daba indicios de que costaría (EAC) \$ 2.680.925.068,24, lo que representaba un ahorro correspondiente a (VAC) \$ 1.233.225.531,39, equivalente a un a 31,51% (VAC%) menos que el presupuesto inicial. De acuerdo con esto, se estimó que la cifra faltante por invertir era equivalente a (ETC) \$912.456.192,24 a partir de la fecha de corte para finalizar el proyecto.

Figura 53

Aplicación de la metodología del valor ganado a corte de marzo



Fuente: Autor.

Análisis: Hasta la fecha, se debían haber invertido (PV) \$3.914.150.599,63, pero el avance real ejecutado del proyecto fue del 73.73%, equivalente a (EV) \$2.886.103.868,75, con un costo actual (AC) de \$2.072.239.101,00.

Esta información indicaba que se dejaron de ejecutar (SV) \$1.028.046.730,88, lo que representaba un atraso (SV%) del 26,26% con respecto al plan inicial, correspondiente a un rendimiento (SPI) del 0,74. Si se mantenía el ritmo de trabajo actual, la obra podría haber tenido una duración (EACt) de 240 días hábiles, equivalente a 9.7 meses calendario.

El avance real ejecutado del proyecto (EV) de \$2.886.103.868,75 le había costado a la constructora un valor de (AC) \$2.072.239.101,00, lo que significaba un ahorro de (CV) \$813.864.767,75 o un 28,20% (CV%).

Si se continuaban invirtiendo los recursos de esta manera, la obra terminaría costando (EAC) \$2.815.935.683,19, lo que representaba un ahorro correspondiente a (VAC) \$1.098.214.916,44 o un 28,06% (VAC%) en comparación con lo presupuestado. De acuerdo con esto, se estimó que la cifra faltante por invertir era equivalente a (ETC) \$ 743.696.582,19 a partir de la fecha de corte.

6. Conclusiones

El período de cuatro meses de prácticas concluye de manera satisfactoria, y se logra cumplir con los objetivos iniciales establecidos a desarrollar en la empresa PCG Constructora S.A.S. A lo largo de este período, el apoyo constante proporcionado por la ingeniera residente permitió consolidar los conocimientos adquiridos en la Universidad Industrial de Santander. Además, se desarrollaron habilidades valiosas en diversos contextos relacionados con la construcción civil, entre las cuales se incluyen la autoconfianza, la capacidad de supervisar y liderar a otros, y la habilidad para tomar decisiones analíticas y precisas en la resolución de diversos desafíos que puedan surgir, abordándolos de manera efectiva y acertada.

Dado al seguimiento y supervisión que se realizó en el proyecto, se puede concluir que se presentó un atraso significativo, aproximadamente de 4 meses, que equivale al 55% de retraso en relación al cronograma original. En este atraso influyen diferentes factores, pero los que más resaltan son: la constante rotación de trabajadores en obra, la falta de personal contratado por parte de los contratistas, lo que conlleva a un rendimiento menor al esperado en el desarrollo de las diferentes actividades, la demora en los tiempos de entrega de materiales por parte de proveedores y, finalmente, consideraciones que se tengan en obra. Este retraso podría impactar seriamente en el posible ahorro en el costo directo del proyecto, y si se mantiene el ritmo actual de trabajo, la obra podría finalizarse a mediados de junio de 2023.

La implementación de un plan de calidad en el ámbito de la construcción se revela como un elemento fundamental. Durante la práctica empresarial en PCG Constructora S.A.S, pude evidenciar no solo la importancia, sino la absoluta necesidad de un plan de calidad en la consecución de proyectos de alto nivel que garantizan la completa satisfacción de los clientes. La

aplicación rigurosa de este plan contribuye de manera significativa a la entrega exitosa de proyectos, asegurando así la satisfacción plena de los clientes.

7. Recomendaciones

Se recomienda en a PCG Constructora S.A.S que, a medida que se realicen modificaciones en el diseño de la obra, se actualicen de manera paralela los valores en el presupuesto. De lo contrario, podría generarse una discrepancia entre el presupuesto y los costos reales, lo que resultaría en gastos innecesarios y desperdicio de recursos.

Además, es altamente aconsejable continuar con la incorporación de auxiliares de ingeniería en las obras en curso o futuras. Esta práctica proporciona una supervisión y seguimiento constante de cada actividad de construcción, lo que contribuye significativamente a mantener la organización y eficiencia en la ejecución de las tareas.

Referencias Bibliográficas

Construmatica. (2018). Auxiliar Técnico de Obra. Recuperado de https://www.construmatica.com/construpedia/Auxiliar_T%C3%A9cnico_de_Obra

Durán, e. J. (s.f.). Cantidades de obra. Recuperado de Organización de Obras: <https://organizaciondeobras.wordpress.com/cantidades-de-obra/>

Emprendepyme. (2018, Enero). ¿Qué es un acta? Recuperado de <https://www.emprendepyme.net/que-es-un-acta.html>

Certicalia. (2019, marzo 25). Funciones del ingeniero residente de obra. Recuperado de <https://www.certicalia.com/blog/funciones-ingeniero-residente-obra>

Gutiérrez, J. P. (2008). Limitaciones y mejoras de la metodología del valor ganado en la gestión integrada del plazo y coste de proyectos. Recuperado de https://www.aepro.com/files/congresos/2008zaragoza/ciip08_2266_2275.621.pdf

Minvivienda. (2020, Julio 22). VIS Y VIP. Recuperado de <https://www.minvivienda.gov.co/viceministerio-de-vivienda/vis-y-vip>

Realia. (s/f). Qué es una vivienda de interés social. Recuperado el 11 de octubre de 2023, de <https://www.realia.es/que-es-vivienda-de-interes-social>

Recope. (2013). Asistente de ingeniería. Recuperado de Recope: [https://www.recope.go.cr/wp-content/uploads/2013/10/Asistente-de Ingenier%C3%Ada.pdf](https://www.recope.go.cr/wp-content/uploads/2013/10/Asistente-de-Ingenier%C3%Ada.pdf)

Universidad de cundinamarca. (2020). Manual de contratistas y proveedores. Recuperado de https://www.ucundinamarca.edu.co/documents/contratacion/invitaciones/2020/COLCIENCIA_MANUAL.pdf

Unicontrol, P. (2019, septiembre 24). ¿Qué es un plan de control de la calidad en una obra de construcción? Recuperado de <https://unicontrolsl.com/2019/09/24/que-es-un-plan-de-control-de-la-calidad-en-una-obra-de-construccion/>

Vergara, C. (2021, diciembre 24). Presupuesto de obra. Data Construcción. Recuperado de <https://www.dataconstruccion.com/blog/alcance-Sj2hd-ENBRF-7bffz-gb28f>

Anexos

Los anexos están adjuntos y puede visualizarlos en la base de datos de la biblioteca UIS.