UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

Análisis de rendimientos y programación de obra en el proyecto Faroverde mediante la implementación de la metodología LEAN Construction

Maria Salomé Gómez Giraldo

Trabajo de grado presentado para optar al título de Ingeniero Civil

Modalidad de Práctica

Semestre de Industria o Práctica Empresarial

Asesor

Juan Carlos Obando Fuertes

Universidad de Antioquia

Facultad de Ingeniería

Ingeniería Civil

Medellín, Antioquia, Colombia

2026

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
1803

Cita	(Gomez Giraldo, 2026)
Referencia **Estilo APA 7 (2020)**	Gomez Giraldo, S. (2026). Análisis de rendimientos y programación de obra e el proyecto Faroverde mediante la implementación de la metodología LEAN Construction [Informe de práctica]. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.



Centro de Documentación Ingeniería (CENDOI)

Repositorio Institucional: http://bibliotecadigital.udea.edu.co

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

Dedicatoria

Este trabajo está dedicado, ante todo, a Dios, quien ha sido mi guía constante y quien me ha dado la fuerza, la paciencia y la luz necesaria para avanzar incluso cuando el camino se ha puesto difícil. A Él entrego este logro, porque sin su compañía nada de esto habría sido posible.

A mi familia, motor y fundamento de mi vida. A mis padres, por su amor infinito, por sus esfuerzos silenciosos y por enseñarme que los sueños se alcanzan con disciplina, humildad y fe. Gracias por cada palabra de ánimo, por cada abrazo en los momentos de cansancio y por creer en mí incluso cuando yo misma dudaba. Este triunfo también es suyo.

A mis hermanos, por ser apoyo, compañía y refugio, por recordarme siempre que no estoy sola y que todo sacrificio tiene recompensa. A toda mi familia, por ser mi hogar y mi motivación diaria.

Dedico también este trabajo a mis profesores y docentes de la Universidad de Antioquia, quienes a lo largo de estos años sembraron en mí el amor por la ingeniería y me guiaron con paciencia, exigencia y sabiduría. Cada clase, cada enseñanza y cada consejo forman parte de la profesional en la que me estoy convirtiendo. Gracias por inspirarme, por retarme y por prepararme para enfrentar el mundo laboral con responsabilidad y dignidad.

A mis amigos, quienes acompañaron este proceso con palabras de apoyo, risas, desahogos y momentos que hicieron más ligero el camino. Gracias por estar, por escucharme y por celebrar conmigo cada pequeño avance.

Finalmente, dedico este trabajo a todas las personas que hicieron parte de mi proceso en Conaltura y en la obra Faroverde. A quienes me enseñaron desde la experiencia, me orientaron con paciencia y me permitieron crecer en un entorno real de trabajo. Gracias por confiar en mí y por hacer de esta práctica un espacio de aprendizaje invaluable.

A todos ustedes, desde lo más profundo de mi corazón, gracias. Este logro es también suyo.

Tabla de contenido

Resumen 7

Abstract 8

1. Introducción 9

2. Objetivos 10

2.1 Objetivo general 10

2.2 Objetivos específicos 10

3. Marco teórico 11

3.1. Conaltura 11

3.2. Ubicación del Proyecto: Faroverde Etapa 3 – Calasanz, Medellín 11

3.3 Sistemas y Herramientas de Programación y Control 15

3.3.1 EXCEL 15

3.3.2 SINCO 15

3.3.3 Last Planner System (LPS) 15

3.4 Indicadores y Sistemas de Control: CCO, PAC, PCR, CNC, CAO y SGP 16

4. Metodología 18

4.1. Levantamiento inicial de información y análisis documental 18

4.2. Diagnóstico del estado inicial de la obra 19

4.3. Seguimiento de cantidades ejecutadas, medición de rendimientos y diagnóstico de causas de no cumplimiento 21

4.4. Implementación del Last Planner System 23

4.4.1. Porcentaje de Actividades Cumplidas (PAC) 23

4.4.2. Porcentaje de Cumplimiento de Restricciones (PCR) 23

4.4.3. Causas de No Cumplimiento (CNC) 24

4.4.1. Proyección Semanal y Plan de Trabajo 24

4.5. Cargue de avance de obra en SINCO 25

4.6. Elaboración de informes quincenales 25

5. Análisis de resultados 26

5.1. Análisis de cantidades ejecutadas y rendimientos en obra 26

5.2. Diagnóstico de causas de no cumplimiento (CNC) 27

5.3. Relación entre restricciones, CNC y desempeño semanal 27

5.4. Evaluación del desempeño mediante Last Planner System (PAC, PCR y CNC) 28

5.4.1. Evolución del PAC 28

5.4.2. Relación PAC – Avance físico 28

5.4.3. Evolución del PCR 29

5.5. Eficiencia de la programación y comparación programado vs ejecutado 29

5.6. Impacto del cargue de avances en SINCO 29

5.7. Evidencia Fotográfica del Avance Final de Obra 30

6. Conclusiones y recomendaciones 30

Referencias 33

Lista de tablas

Tabla 1. Cantidades de mampostería interior obtenidas del modelo BIM. Elaboración propia 19

Tabla 2. Registro de rendimientos en Excel 27

Tabla 3. Causas de no cumplimiento 27

Lista de Ilustraciones

Ilustración 1. Ubicación del proyecto Faro Verde, tomada de Google Maps.....12

Ilustración 2. Plano arquitectónico del nivel tipo A. Tomado de Faro Verde, por Conaltura (2023). Recuperado de https://conaltura.com/producto/faro-verde/ 13

Ilustración 3. Plano arquitectónico del nivel tipo B. Tomado de Faro Verde, por Conaltura (2023). Recuperado de https://conaltura.com/producto/faro-verde/ 13

Ilustración 4. Plano arquitectónico del nivel tipo C. Tomado de Faro Verde, por Conaltura (2023). Recuperado de https://conaltura.com/producto/faro-verde/ 14

Ilustración 5. Modelo BIM del proyecto. Elaboración propia a partir del modelo BIM del proyecto Faroverde Etapa 3.....19

Ilustración 6. Registro fotográfico del estado de la obra al inicio de la práctica profesional. Elaboración propia 20

Ilustración 7. Registro fotográfico del estado inicial de los apartamentos y puntos fijos al inicio de la práctica profesional. Elaboración propia 21

Ilustración 8. Estado final de la torre al cierre del periodo de prácticas. Elaboracion propia 30

Resumen

El presente trabajo tiene como objetivo analizar los rendimientos y la programación de obra en el proyecto Faroverde, desarrollado por la empresa Conaltura, mediante la implementación de los principios de LEAN Construction. Durante la práctica profesional se identificaron oportunidades de mejora en los procesos de planificación, recolección de datos y control de actividades en campo, especialmente en las etapas de obra estructural y obra blanca. La metodología utilizada incluyó observación directa en obra, registro sistemático de rendimientos diarios, elaboración y análisis de indicadores, y aplicación de herramientas LEAN como Last Planner System, restricciones y flujos de trabajo.

A partir del seguimiento continuo se evidenciaron desviaciones entre la programación inicial y la ejecución real, asociadas principalmente a restricciones de materiales, mano de obra y coordinación entre frentes de trabajo. La implementación de la metodología LEAN permitió visualizar de manera más clara las causas de estas variaciones y proponer acciones correctivas orientadas a mejorar la productividad, reducir retrabajos y optimizar la toma de decisiones en obra.

Entre los resultados más relevantes se destaca la consolidación de una base de datos de rendimientos reales para actividades críticas y la propuesta de ajustes en la programación que contribuyen a mejorar la eficiencia global del proyecto. Se concluye que la aplicación de LEAN Construction representa una herramienta efectiva para fortalecer la gestión de obra y aumentar la confiabilidad de la planificación.

Palabras clave: lean construction, rendimientos de obra, programación, last planner system, construcción, productividad

Abstract

This project aims to analyze the productivity rates and construction scheduling of the Faroverde project, developed by the company Conaltura, through the implementation of LEAN Construction principles. During the professional internship, several opportunities for improvement were identified in planning processes, data collection, and activity control on-site, particularly within the structural and finishing stages. The methodology included direct field observation, systematic recording of daily productivity, development and analysis of performance indicators, and the application of LEAN tools such as the Last Planner System, PPC (Percent Plan Complete), constraint identification, and workflow management.

Continuous monitoring revealed significant deviations between the initial schedule and actual project execution, mainly associated with material availability, workforce performance, and coordination issues between work fronts. The use of LEAN methodology helped clarify the root causes of these discrepancies and supported the development of corrective actions aimed at improving productivity, reducing rework, and optimizing decision-making on-site.

One of the most notable outcomes was the creation of a reliable database of real productivity rates for critical activities, along with proposed scheduling adjustments that enhance overall project efficiency. The study concludes that the application of LEAN Construction is an effective tool for strengthening construction management and increasing the reliability and accuracy of project planning.

Keywords: lean construction, productivity rates, scheduling, last planner system, construction management, efficiency

1. Introducción

La gestión eficiente de los proyectos de construcción exige herramientas y enfoques que permitan mejorar la planificación, la coordinación y el control de las actividades ejecutadas en obra. Teniendo en cuenta que la industria de la construcción presenta altos niveles de variabilidad, restricciones operativas y desafíos en la programación, se hace necesario adoptar metodologías que contribuyan a aumentar la productividad y la confiabilidad en la toma de decisiones. En este contexto, el presente documento tiene como propósito analizar los rendimientos y la programación del proyecto Faroverde, desarrollado por la empresa Conaltura, mediante la implementación de los principios de LEAN Construction.

Durante el desarrollo de la práctica profesional se identificaron diferencias relevantes entre la programación inicial y la ejecución real de las actividades, especialmente en procesos asociados a obra estructural y obra blanca. Dichas variaciones se relacionaron con factores como disponibilidad de materiales, rendimiento de mano de obra, dificultades de coordinación entre frentes de trabajo y la presencia de restricciones que afectaron el flujo continuo de las tareas. Por consiguiente, fue necesario realizar un estudio sistemático que permitiera comprender el comportamiento de los rendimientos, establecer indicadores y evaluar la eficiencia de la programación.

El análisis realizado se fundamentó en observación directa en obra, registro detallado de actividades, aplicación de herramientas de planificación colaborativa y seguimiento constante mediante conceptos propios de LEAN Construction, tales como Last Planner System, Percent Plan Complete y gestión de restricciones. De esta manera, se buscó generar información confiable que facilitara la identificación de oportunidades de mejora y la formulación de ajustes orientados a optimizar los procesos constructivos.

Así pues, este documento presenta los elementos conceptuales, metodológicos y prácticos que sustentaron el análisis de rendimientos y programación en el proyecto Faroverde, destacando la

importancia de la mejora continua y la eficiencia como pilares fundamentales para fortalecer la gestión de obra y aportar valor al desarrollo del proyecto.

2. Objetivos

2.1 Objetivo general

Contribuir al mejoramiento de la eficiencia en la ejecución del proyecto Faroverde mediante el seguimiento y análisis de los rendimientos de obra, aplicando principios de la metodología LEAN Construction para optimizar la programación, reducir desviaciones y apoyar la toma de decisiones en campo.

2.2 Objetivos específicos

- Realizar la medición diaria y semanal de las cantidades ejecutadas en actividades como vaciado de muros, encofrado y fundida de placas, considerando el personal disponible, el tiempo invertido y los recursos utilizados.
- Analizar la diferencia entre lo planificado en la programación semanal y lo efectivamente ejecutado en obra, identificando desviaciones y cuantificando el nivel de cumplimiento.
- Determinar los factores que afectan el cumplimiento de las metas de producción, tales como disponibilidad de mano de obra, condiciones climáticas, errores de planificación, suministro de materiales o cambios de frente de trabajo.
- Asistir a las reuniones del sistema Last Planner System (LPS), apoyando el seguimiento de compromisos, el control de actividades y la actualización de los tableros de planificación.
- Generar recomendaciones, a partir del análisis de los datos recolectados, que permitan optimizar la planificación y la ejecución de las actividades en obra, contribuyendo a la mejora continua del proceso constructivo.

3. Marco teórico

3.1. Conaltura

Conaltura es una empresa colombiana dedicada al desarrollo, construcción y gestión de proyectos inmobiliarios a gran escala, caracterizada por la implementación de metodologías de planificación y control basadas en la filosofía Lean Construction. Su enfoque apunta a optimizar los procesos constructivos mediante estrategias que reduzcan desperdicios, aumenten la confiabilidad del cronograma y mejoren la productividad en obra (Conaltura, 2023). La compañía ha incorporado herramientas tecnológicas como SINCO, metodologías colaborativas como Last Planner System y sistemas propios de control como el CCO, PAC, PCR y análisis de CNC para garantizar mayor eficiencia y trazabilidad en los proyectos.

Su estructura organizacional integra áreas de costeo, programación, dirección técnica y gestión de obra, permitiendo una articulación permanente entre oficinas centrales y frentes operativos, lo cual fortalece la toma de decisiones basada en datos.

3.2. Ubicación del Proyecto: Faroverde Etapa 3 – Calasanz, Medellín

El proyecto Faroverde Etapa 3 se encuentra ubicado en el barrio Calasanz, en la ciudad de Medellín, una zona caracterizada por su topografía inclinada, acceso estratégico a las principales vías del sector occidental y un entorno urbano que ha experimentado un crecimiento significativo en vivienda multifamiliar. Esta etapa corresponde al último edificio del desarrollo Faroverde, consolidado por Conaltura como un conjunto residencial moderno que integra urbanismo, zonas comunes y edificaciones de vivienda planificadas de manera progresiva (Conaltura, 2023).

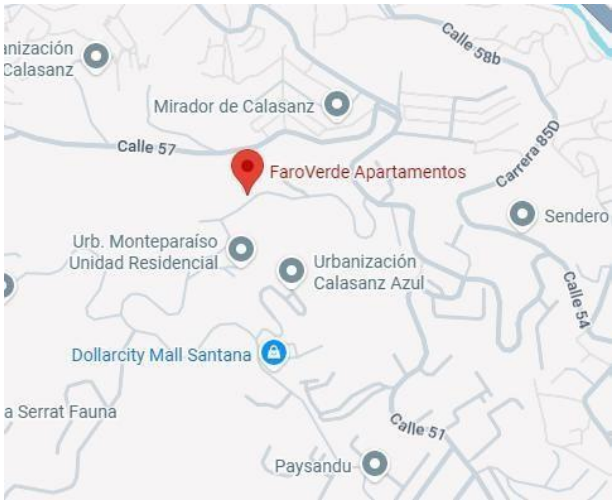

Ilustración 1. Ubicación del proyecto Faro Verde, tomada de Google Maps.

La Etapa 3 consiste en una torre de 30 pisos, desarrollada bajo un modelo repetitivo de construcción vertical que exige altos niveles de control de rendimientos, logística y programación. En los niveles tipo se distribuyen seis apartamentos por piso, con excepción del piso 1, que contiene tres apartamentos debido a que el resto del nivel está destinado a cuartos útiles y áreas técnicas.

El edificio cuenta con tres tipologías principales de apartamentos, cada una con áreas definidas y organizadas en series específicas:

- **Tipo A – 71.5 m²**, correspondientes a las series **13 y 17**.
  Se caracterizan por ser las unidades de mayor área, con espacios ampliados y una distribución más amplia respecto a las demás tipologías.



Ilustración 2. Plano arquitectónico del nivel tipo A. Tomado de Faro Verde, por Conaltura (2023). Recuperado de https://conaltura.com/producto/faro-verde/

- **Tipo B – 65.5 m²**, correspondientes a las series **15 y 18**.
  Representan una tipología intermedia que combina eficiencia espacial con zonas sociales y privadas bien proporcionadas.



Ilustración 3. Plano arquitectónico del nivel tipo B. Tomado de Faro Verde, por Conaltura (2023). Recuperado de https://conaltura.com/producto/faro-verde/

- **Tipo C – 61.5 m²**, correspondientes a las series **14 y 16**.
  Son los apartamentos de menor área del edificio, diseñados para optimizar la funcionalidad y el aprovechamiento del espacio sin comprometer la comodidad.



Ilustración 4. Plano arquitectónico del nivel tipo C. Tomado de Faro Verde, por Conaltura (2023). Recuperado de https://conaltura.com/producto/faro-verde/

La ubicación de la torre en un terreno inclinado y con accesos limitados genera desafíos relevantes en términos de suministro de materiales, maniobra de maquinaria, desplazamiento de personal y planificación del flujo de actividades. Debido a estas condiciones, el proyecto requiere una implementación estricta de metodologías Lean Construction, apoyadas en herramientas digitales como Excel, SINCO y el Last Planner System, las cuales permiten mantener control sobre el cronograma, minimizar restricciones críticas y garantizar un avance continuo conforme a los objetivos del proyecto.

3.3 Sistemas y Herramientas de Programación y Control

3.3.1 EXCEL

Excel es una de las herramientas más utilizadas en los procesos de planeación y control de obra debido a su versatilidad, capacidad para manejar grandes volúmenes de datos y facilidad de integración con metodologías como Lean Construction y el Last Planner System. En proyectos de construcción, Excel funciona como una base de datos operativa donde se consolidan los rendimientos, restricciones, análisis semanales, PAC, PCR, CNC, proyecciones, avances y comparaciones entre lo programado y lo ejecutado (Microsoft, 2022).

3.3.2 SINCO

SINCO es un software especializado en la gestión operativa y administrativa de proyectos de construcción. Permite registrar avances físicos, controlar costos, gestionar órdenes de trabajo y consultar el estado del personal y materiales.

En Conaltura, SINCO funciona como un eje de integración entre campo y oficina, facilitando el análisis de productividad, la trazabilidad de actividades y la generación de reportes para el control de obra (SINCO, 2020).

3.3.3 Last Planner System (LPS)

El Last Planner System es una metodología Lean orientada a aumentar la confiabilidad de la planificación mediante la colaboración entre los responsables directos de las actividades. Su enfoque parte de la planificación de largo plazo (look ahead), la programación semanal y la medición continua a través del PAC, PCR y CNC (Ballard, 2000).

El LPS promueve la identificación temprana de restricciones, la toma de decisiones colectivas y

el compromiso real de los equipos, disminuyendo variaciones y aumentando la estabilidad del flujo de trabajo.

3.4 Indicadores y Sistemas de Control: CCO, PAC, PCR, CNC, CAO y SGP

El Cronograma de Construcción de Obra (CCO) es una herramienta central en la planificación de proyectos y constituye la base sobre la cual se estructuran las actividades, duraciones, secuencias y tiempos esperados de ejecución. En Conaltura, el CCO se elabora usualmente en plataformas especializadas como Microsoft Project o Primavera, pero su seguimiento operativo se consolida semanalmente en Excel, donde se compara el avance real con lo programado para identificar desviaciones y ajustar estrategias de ejecución (PMI, 2021). Este cronograma permite visualizar las rutas críticas, gestionar holguras y tomar decisiones oportunas para garantizar el cumplimiento de los plazos contractuales.

El Porcentaje de Actividades Cumplidas (PAC) es uno de los indicadores fundamentales del Last Planner System. Refleja la confiabilidad de la planificación semanal al medir cuántas de las actividades programadas se ejecutaron según lo previsto. En Conaltura, el PAC se registra y analiza mediante matrices en Excel, donde se documentan también las actividades no cumplidas y las razones asociadas. Un PAC elevado indica estabilidad operativa, mientras que valores bajos requieren la identificación inmediata de fallas en la cadena de suministro, asignación de personal, disponibilidad de diseños o coordinación entre frentes (Ballard & Howell, 1998).

El Porcentaje de Cumplimiento de Restricciones (PCR) corresponde al indicador que evalúa la preparación previa de una actividad antes de su ejecución. Cada actividad programada debe cumplir con una lista de restricciones relacionadas con materiales, equipos, accesos, mano de obra, verificaciones técnicas o condiciones externas. En Conaltura, el PCR se gestiona mediante matrices de restricciones que permiten anticipar problemas y proteger el flujo de trabajo. Un PCR bajo se asocia directamente con un PAC bajo, lo cual evidencia una planificación insuficiente en la etapa previa de look ahead (Koskela, 2000).

Las Causas de No Cumplimiento (CNC) constituyen el análisis cualitativo que explica por qué una actividad no se ejecutó según lo programado. Estas causas se clasifican en categorías como: falta de materiales, falta de personal, problemas de coordinación, interferencias entre actividades, condiciones climáticas, equipos no disponibles o solicitudes de diseño pendientes. Su sistematización se realiza en Excel y permite identificar patrones repetitivos que orientan la mejora continua y la toma de decisiones en niveles directivos y operativos. En el contexto Lean, las CNC son esenciales para la eliminación de desperdicios y la optimización del flujo productivo (Howell, 1999).

El Cumplimiento de Actividades de la Obra (CAO) es un indicador que integra el avance físico global del proyecto, mostrando la proporción de actividades terminadas respecto al total planeado en el CCO. A diferencia del PAC, que se analiza semanalmente, el CAO se evalúa en términos de avance acumulado y permite verificar si el proyecto se encuentra adelantado, al día o retrasado frente a la línea base. El CAO es utilizado por Conaltura para evaluar tendencias mensuales y proyectar fechas estimadas de terminación.

El Sistema de Gestión de Proyectos (SGP) complementa el control operativo, integrando información estratégica del proyecto como costos, avances, riesgos, proyecciones y estatus de frentes críticos. Este sistema permite estandarizar reportes, facilitar la toma de decisiones y coordinar acciones entre las diferentes áreas de la empresa. En Conaltura, el SGP se apoya en softwares como SINCO, Project y Excel para consolidar un enfoque integral de planeación, seguimiento y control.

La interacción entre el CCO, PAC, PCR, CNC, CAO y el SGP conforma un ecosistema de gestión que permite monitorear el desempeño del proyecto en tiempo real. Su correcta articulación garantiza mayor estabilidad en la programación, reducción de variabilidad en la producción y un flujo de trabajo continuo acorde con los principios de Lean Construction.

4. Metodología

La metodología empleada en este proyecto se desarrolló bajo un enfoque integrado entre la programación de obra, el análisis de rendimientos y la gestión de restricciones, siguiendo los lineamientos de la metodología LEAN Construction y las directrices internas de Conaltura. Todas las actividades fueron ejecutadas en campo, articuladas con los equipos de obra y los sistemas de información utilizados por la empresa.

La estructura metodológica se dividió en cinco fases principales:

- ✓ Levantamiento de información.
- ✓ Organización y procesamiento de datos.
- ✓ Análisis y medición de indicadores.
- ✓ Implementación de herramientas LEAN.
- ✓ Seguimiento y control de la programación.

4.1. Levantamiento inicial de información y análisis documental

El primer paso del proceso consistió en la revisión detallada de los planos arquitectónicos, estructurales y de acabados del proyecto Faroverde Etapa 3, así como el modelo BIM suministrado por Conaltura. A partir de estos documentos se realizó la extracción de cantidades para cada actividad constructiva programada, identificando:

- Cantidad total por actividad (m^3, m^2, unidades, metros lineales, según corresponda).
- Materiales requeridos y especificaciones técnicas.
- Frente o zona de ejecución.
- Equipo o subcontratista responsable.
- Secuencia constructiva asociada al cronograma maestro (CCO).



Ilustración 5. Modelo BIM del proyecto. Elaboración propia a partir del modelo BIM del proyecto Faroverde Etapa 3

Este levantamiento permitió establecer una base de datos inicial en Excel, donde se consolidaron las cantidades programadas y los recursos previstos para la ejecución. Esta base de datos constituye el insumo principal para posteriores comparaciones entre lo programado y lo ejecutado en obra.

MAMPOSTERÍA INTERIOR TORRE			
SERIE	PISO 4-30	PISO 1	PISO 2
	ÁREA (m2)	ÁREA (m2)	ÁREA (m2)
13	9.18	10.18	10.18
14	10.80	61.22	10.80
15	9.18	67.47	10.18
16	10.80	64.61	10.80
17	9.18	10.18	10.18
18	9.18	10.18	10.18
TOTAL	58.32	223.84	62.32

Tabla 1. Cantidades de mampostería interior obtenidas del modelo BIM. Elaboración propia.

4.2. Diagnóstico del estado inicial de la obra

Posterior al análisis documental, se realizó una inspección completa del proyecto en campo para identificar el estado real de avance al inicio de la práctica. Durante este reconocimiento se verificó:

- Actividades ya ejecutadas.
- Actividades en proceso y su rendimiento al momento de la visita.
- Sectores o frentes de trabajo activos.
- Condiciones de accesibilidad, logística y disponibilidad de materiales.
- Avances que podían influir en la programación inmediata.
- Restricciones críticas existentes (espacios reducidos, interferencias, falta de materiales, personal limitado, clima, etc.).



Ilustración 6. Registro fotográfico del estado de la obra al inicio de la práctica profesional. Elaboración propia.



Ilustración 7. Registro fotográfico del estado inicial de los apartamentos y puntos fijos al inicio de la práctica profesional. Elaboración propia.

La comparación entre lo programado en el CCO y lo realmente ejecutado permitió establecer una línea base para comenzar el seguimiento de rendimientos y la aplicación de herramientas Lean como LPS, PAC, PCR y CNC.

4.3. Seguimiento de cantidades ejecutadas, medición de rendimientos y diagnóstico de causas de no cumplimiento

Para el seguimiento de cantidades ejecutadas y la medición de rendimientos, se implementó un control sistemático de las actividades realizadas diariamente en obra, con el objetivo de evaluar el desempeño real frente a la programación establecida y determinar las variaciones ocurridas durante la ejecución.

El proceso inició con el registro diario de las cuadrillas asignadas a cada frente de trabajo, incluyendo el número de oficiales y ayudantes, hora de ingreso, hora de salida y jornada efectiva trabajada. Así mismo, se documentaron los tiempos muertos asociados a factores como horario

de almuerzo, espera por suministro de materiales, falta de herramientas, interrupciones operativas o cualquier otra situación que afectara la productividad.

Para cada actividad se registró tanto la cantidad ejecutada por día como la cantidad programada, permitiendo comparar el avance real versus lo programado y evaluar el cumplimiento del plan de producción. Esta información se consolidó en formatos de campo y bases de datos que aseguraron la trazabilidad de los rendimientos y del avance físico.
Además del cálculo de los rendimientos obtenidos a partir de la relación entre las cantidades instaladas y las horas-hombre efectivas se realizó un diagnóstico de las causas de no cumplimiento frente a aquellas actividades que no lograron alcanzar la programación definida para el día.

Estas causas se clasificaron siguiendo los lineamientos del Last Planner System (LPS), considerando aspectos tales como:

- Falta de materiales o retrasos en el suministro.
- Limitaciones de herramientas o equipos.
- Baja disponibilidad o inasistencia de personal.
- Condiciones climáticas.
- Problemas de coordinación entre contratistas.
- Errores en planos, incertidumbres o falta de información.
- Restricciones no liberadas.
-

Identificar estas causas permitió retroalimentar la planeación semanal, anticipar restricciones, mejorar la programación de actividades y ajustar la asignación de recursos, fortaleciendo así la implementación de la metodología LEAN y el Last Planner System en el proyecto.

4.4. Implementación del Last Planner System

Como parte fundamental de la metodología LEAN aplicada en el proyecto, se implementó el Last Planner System (LPS) para mejorar la confiabilidad de la programación, optimizar los flujos de trabajo y asegurar el cumplimiento de las actividades planificadas en la obra Faroverde Etapa 3. Este sistema permitió estructurar la planeación semanal, evaluar el desempeño de los equipos de trabajo y gestionar de forma anticipada las restricciones que podían afectar el avance.
El LPS se desarrolló mediante reuniones semanales con los contratistas y responsables de cada frente de obra, en las cuales se definían las actividades a ejecutar, las cantidades programadas y los recursos necesarios. A partir de esta planificación se aplicaron los siguientes indicadores:

4.4.1. Porcentaje de Actividades Cumplidas (PAC)

El PAC mide la efectividad del cumplimiento de las actividades programadas durante la semana. Se calcula como la proporción entre las actividades ejecutadas según lo previsto y el total de actividades planificadas.
Este indicador permitió identificar la confiabilidad de los compromisos asumidos por los contratistas y la estabilidad del flujo de trabajo. Un PAC bajo evidenciaba problemas de coordinación, incumplimiento de recursos o fallas en la planificación.

4.4.2. Porcentaje de Cumplimiento de Restricciones (PCR)

El PCR evalúa el porcentaje de restricciones que fueron liberadas antes del inicio de la ejecución de las actividades programadas.

Las restricciones pueden corresponder a disponibilidad de materiales, herramientas, información técnica, permisos, accesos o personal requerido. Este indicador es clave para garantizar que las actividades puedan ejecutarse sin interrupciones. Un PCR bajo reflejaba la existencia de cuellos de botella o falta de anticipación en la gestión previa al inicio de la semana.

4.4.3. Causas de No Cumplimiento (CNC)

Las CNC corresponden al análisis detallado de las razones por las cuales una actividad no pudo ejecutarse según lo programado. Estas causas se categorizaron siguiendo los principios del LPS, permitiendo identificar patrones de incumplimiento como:

- Falta o retraso en el suministro de materiales.
- Inasistencia de personal o mano de obra insuficiente.
- Fallas en coordinación entre contratistas.
- Ausencia de herramientas o equipos.
- Errores en planos o falta de información.
- Condiciones externas como clima o restricciones operativas.

El análisis sistemático de las CNC permitió implementar acciones correctivas, mejorar la coordinación con contratistas y fortalecer la planificación previa de cada semana de trabajo.

4.4.1. Proyección Semanal y Plan de Trabajo

La proyección semanal consistió en anticipar el avance esperado de la obra con base en los rendimientos reales, las restricciones identificadas y los recursos disponibles.
Esta herramienta permitió ajustar la programación en función del comportamiento observado en campo, generando un plan de trabajo más realista y confiable.
A partir de la información recopilada, se generaron proyecciones que incluían:

- Actividades críticas para la semana siguiente.
- Cantidades programadas ajustadas según rendimientos reales.
- Recursos necesarios (mano de obra, herramientas, materiales).
- Requerimientos de liberación de restricciones (SGP).
- Frentes de trabajo prioritarios o con retrasos acumulados.

La proyección semanal se consolidó en un documento base que sirvió como insumo para la reunión de planificación y para la actualización del Cronograma de Construcción de Obra (CCO), asegurando la integración entre campo y oficina.

4.5. Cargue de avance de obra en SINCO

El cargue de avance en SINCO consistió en registrar periódicamente el porcentaje ejecutado de cada actividad, con base en las cantidades reales medidas en campo. Esta actualización permitió reflejar el estado físico del proyecto en tiempo real, manteniendo coherencia entre lo ejecutado, lo programado y los datos consolidados en el cronograma general.

A partir de esta información, SINCO calcula el avance global de la obra, lo cual posibilita comparar el % ejecutado frente al % programado para el mismo periodo. Con este análisis se determina si la obra presenta adelanto o atraso, aplicando la siguiente ecuación:

$$\text{Días de adelanto/atraso} = \frac{(\%\text{programado} - \%\text{ejecutado}) \times \text{días programados de la obra}}{100}$$

- Si el resultado es positivo, la obra presenta atraso.
- Si el resultado es negativo, la obra presenta adelanto.

Además, se procedió al cierre de las actividades que alcanzaron el 100 % de ejecución, asegurando que el sistema reflejara de manera precisa el progreso real del proyecto y facilitara la toma de decisiones en la programación semanal y en la gestión del rendimiento.

4.6. Elaboración de informes quincenales

Durante el desarrollo de la práctica profesional se realizó la elaboración de informes quincenales con el fin de consolidar el avance del proyecto, registrar los indicadores de desempeño y documentar las variaciones presentadas respecto a la programación inicial. Estos informes incluían

el análisis detallado del PAC, PCR, CNC, CAO, avances físicos, proyecciones de obra y comparación entre lo programado y lo ejecutado para cada frente de trabajo.

Cada informe se estructuraba a partir de la información recolectada en campo, los registros de las bases de datos en Excel, el cargue de avances en SINCO y los resultados del Last Planner System. En ellos se presentaban tablas, gráficas y observaciones técnicas que permitían identificar desviaciones, restricciones críticas, frentes con bajo rendimiento y actividades que requerían ajustes operativos o de planificación.

Los informes quincenales también sirvieron como herramienta de seguimiento para la dirección de obra, ya que permitían visualizar el estado real del proyecto, evaluar el cumplimiento de los compromisos adquiridos y tomar decisiones oportunas orientadas a mejorar el flujo de trabajo y la eficiencia del cronograma. Cada documento fue socializado con el equipo encargado de la programación, supervisión y dirección técnica, garantizando coherencia entre los datos registrados y el comportamiento real de la obra.

5. Análisis de resultados

El análisis de resultados se desarrolla a partir de la información recolectada en obra, los registros diarios de rendimientos, la implementación del Last Planner System (LPS) y la comparación del avance físico ejecutado frente al programado. Con estos datos se generaron indicadores clave de desempeño PAC, PCR, CNC y eficiencia de programación que permiten evaluar el comportamiento real del proyecto durante el periodo de prácticas.

5.1. Análisis de cantidades ejecutadas y rendimientos en obra

La información permitió identificar variaciones entre el rendimiento teórico y el rendimiento real, lo cual es normal en proyectos de gran escala como Faroverde Etapa 3. Estos datos fueron

consolidados en Excel, permitiendo visualizar tendencias diarias y semanales, y relacionar las disminuciones de productividad con causas específicas detectadas en el seguimiento en campo.

RESPONSABLE	FECHA	PROYECTO	SISTEMA CONSTRUCTIVO	TIPOLOGIA	ACTIVIDAD	SUBCAPITULO	ESPECIFICACIÓN	UNIDAD DE MEDIDA
Salome Gomez	11/08/2026	180-FAROVERDE ETAPA 3	Muros vaciados	CON ACABADOS	ESTUCO APARTAMENTOS TORRE	EDIFICACIÓN INMUEBLES	Estuco cielo en concreto Estuco muro interior en concreto Estuco muro interior sobre ladrillo o bloque	m2

Tabla 2. Registro de rendimientos en Excel

El análisis presentado para la actividad de estuco interior corresponde a un caso representativo, utilizado como ejemplo para ilustrar el comportamiento de los rendimientos y la productividad en obra. Sin embargo, es importante aclarar que la misma metodología de recolección y análisis de datos fue aplicada a todas las actividades ejecutadas diariamente en el proyecto, permitiendo obtener una visión integral del desempeño general de las cuadrillas en obra.

LOCALIZACIÓN	NUMERO DE CUADRILLAS	OFICIAL CUADRILLA	AYUDANTE CUADRILLAS	HORA INICIO	HORA FIN	TIEMPO INACTIVO	TIEMPO REAL TRABAJADO
Apartamentos 914, 915, 916, 917	4	4	2	7:40:00 a. m.	4:40:00 p. m.	1:20	7:40:00
Apartamentos 914, 915, 918	3	3	2	7:40:00 a. m.	4:40:00 p. m.	1:20	7:40:00
Apartamentos 914, 915, 916, 917	3	3	2	7:40:00 a. m.	4:40:00 p. m.	1:20	7:40:00
Apartamentos 914, 915, 916, 927	4	4	2	7:40:00 a. m.	4:30:00 p. m.	1:20	7:30:00
Apartamentos 914, 915, 916, 917	4	4	2	7:40:00 a. m.	4:00:00 p. m.	1:20	7:00:00

Atributo (Programado)	Medicion programada	Atributo (Ejecutado)	Medición ejecutada	PORCENTAJE ALCANZADO (DIA)	ATRASO/ADELANTO DIARIO	RENDIMIENTO X CUADRILLA
654,3	654,3	780	780	119%	125,7	8,82
654,3	654,3	380	380	0,6	-274,3	4,30
654,3	654,3	420	420	0,6	-234,3	4,75
654,3	654,3	685	685	105%	30,7	7,75
654,3	654,3	762	762	116%	107,7	8,62

Los datos recolectados corresponden a cinco jornadas laborales consecutivas (lunes a viernes)**.** Durante este periodo, se evidenció que en las jornadas del lunes, jueves y viernes las cuadrillas contaron con la conformación completa del personal, integrada **por** cuatro oficiales y dos ayudantes, mientras que en las jornadas del martes y miércoles se presentó la ausencia de un oficial, quedando las cuadrillas conformadas por tres oficiales y dos ayudantes**.** Esta variación en la disponibilidad de personal se identificó como la principal causa de no cumplimiento en las cantidades programadas para dichos días, generando una disminución en el rendimiento diario y afectando los indicadores de productividad.

En cuanto a las condiciones generales de la jornada laboral, los horarios de inicio se registraron de manera aproximada entre las 7:00 a. m. y las 8:00 a. m., mientras que la finalización de las actividades se presentó entre las 4:00 p. m. y las 5:00 p. m**.**, dependiendo del frente de trabajo y de las condiciones propias de cada día. Los

tiempos inactivos considerados en el análisis incluyen las pausas correspondientes a desayuno y almuerzo, así como los tiempos no productivos generados por situaciones imprevistas, tales como fallas en el suministro de energía eléctrica, interrupciones en el abastecimiento de agua u otros inconvenientes operativos que pudieron interferir en el desarrollo normal de la jornada laboral.

La consideración de estos factores permitió obtener un análisis más realista de los rendimientos de obra, evidenciando que la productividad diaria no depende únicamente de la duración de la jornada, sino también de la disponibilidad del personal, la continuidad del proceso constructivo y las condiciones operativas presentes en obra.

5.2. Diagnóstico de causas de no cumplimiento (CNC)

Durante el seguimiento diario de actividades se identificaron las causas que afectaron el cumplimiento del plan semanal. Este diagnóstico incluyó demoras en suministro de materiales, reasignaciones de personal, interferencias entre frentes de trabajo, decisiones operativas, cambios de prioridad, condiciones climatológicas y actividades no liberadas por frentes previos.
La clasificación de estas causas permitió cuantificar su frecuencia y su impacto directo en el PAC y el PCR. Además, sirvió como insumo para que los jefes de frente tomaran decisiones de mejora en los comités semanales de LPS.

Actividad
Otros/Imprevistos
Mala planeación
Cambio de actividad
Diseños y liberación técn
Actividad precedente
Clima o condiciones del t
Falta de personal
Falta de herramientas o e
Baja cualificación
Falta de materiales

Tabla 3. Causas de no cumplimiento

De acuerdo con los resultados obtenidos, la causa con mayor incidencia corresponde a otros imprevistos, con una participación del 20 %. Esta categoría agrupa eventos no planificados que afectaron la continuidad de las actividades, tales como fallas en servicios provisionales, ajustes operativos y situaciones externas propias de la dinámica de la obra.

En segundo lugar, se identificó la mala planeación, con un 18 %, lo cual evidencia oportunidades de mejora en la definición de actividades, secuencia de trabajo y coordinación entre frentes. Esta causa tuvo una incidencia directa en la generación de tiempos inactivos y en la reprogramación de actividades.

La reasignación o cambio de actividad representó el 16 % de las causas de no cumplimiento, reflejando la necesidad de adaptar la ejecución a prioridades operativas del proyecto, lo cual impactó la estabilidad de las cuadrillas y la continuidad del proceso productivo.

Por su parte, las causas asociadas a diseños y liberaciones técnicas alcanzaron un 13 %, relacionadas principalmente con la falta de aprobación o entrega oportuna de información técnica necesaria para la ejecución de las actividades programadas.

La dependencia de actividades precedentes representó el 11 %, evidenciando retrasos ocasionados por la no finalización de trabajos previos requeridos para dar inicio a nuevas actividades, situación que generó esperas y subutilización de recursos.

Las condiciones climáticas tuvieron una participación del 9 %, afectando de manera puntual la ejecución de algunas actividades, especialmente aquellas más sensibles a la humedad y a las condiciones ambientales.

La falta de personal representó el 7 % de las causas de no cumplimiento, asociada principalmente a la ausencia de integrantes de las cuadrillas, lo cual incidió directamente en la disminución de los rendimientos diarios, tal como se evidenció en el análisis de productividad.

Finalmente, la falta de materiales presentó la menor incidencia, con un 2 %, lo que indica un adecuado manejo del abastecimiento en la obra, aunque con afectaciones puntuales en determinadas jornadas.

En conjunto, este análisis permitió identificar las principales fuentes de incumplimiento y priorizar acciones de mejora orientadas a fortalecer la planeación, la coordinación entre frentes y la gestión operativa, contribuyendo al aumento del cumplimiento del plan semanal y a la optimización de los rendimientos de obra

5.3. Relación entre restricciones, causas de no cumplimiento, y desempeño semanal

El análisis mostró que las semanas con mayor cantidad de restricciones sin resolver presentaron también un mayor número de CNC. Esto afectó directamente la variabilidad del flujo de trabajo, reduciendo los indicadores de desempeño del LPS. La correlación entre restricciones críticas y bajo cumplimiento permitió identificar puntos de intervención como:

- Mejorar el flujo de materiales.
- Aumentar la coordinación entre actividades secuenciales.
- Planear con mayor anticipación los requerimientos de personal.
- Ajustar los frentes de trabajo según disponibilidad real.

Este análisis es clave para la toma de decisiones y refuerza la importancia del look ahead y de la gestión activa de restricciones.

5.4. Evaluación del desempeño mediante Last Planner System

5.4.1. Evolución del Porcentaje de Actividades Cumplidas (PAC)

El PAC permitió medir el porcentaje de actividades completadas semanalmente respecto a las actividades comprometidas. La gráfica de evolución muestra semanas de alta confiabilidad, así como períodos donde el cumplimiento disminuyó por interferencias, cambios de prioridad o retrasos en suministros.

En el periodo analizado, se evidenció que el Porcentaje de Actividades Cumplidas (PAC) presentó valores generalmente bajos, dado que en múltiples ocasiones no superó el 40 %, lo cual refleja un nivel reducido de confiabilidad en la planificación semanal. El valor máximo registrado durante el seguimiento fue del 80 %, correspondiente a semanas en las que se logró una mejor coordinación entre frentes de trabajo y una mayor liberación de restricciones. Por el contrario, los valores mínimos del PAC alcanzaron niveles cercanos al 20 %, evidenciando semanas con un alto número de actividades no cumplidas.

Estos resultados confirman la presencia de múltiples factores que afectaron el cumplimiento del plan semanal, tales como interferencias entre actividades, cambios de prioridad, deficiencias en

la planeación y causas operativas previamente identificadas. La variabilidad observada en el PAC pone de manifiesto la necesidad de fortalecer los procesos de planificación colaborativa, el análisis de restricciones y el seguimiento continuo de compromisos dentro del marco del Last Planner System (LPS), con el fin de mejorar la confiabilidad del plan y la estabilidad en la ejecución de las actividades.

5.4.2. Relación Porcentaje de Actividades Cumplidas (PAC) – Avance físico

La comparación entre el Porcentaje de Actividades Cumplidas (PAC) y el avance físico acumulado permitió evidenciar la relación directa existente entre el nivel de cumplimiento semanal y el progreso global del proyecto. A partir del análisis realizado, se observó que las semanas con valores bajos de PAC se tradujeron en una disminución del avance ejecutado frente al programado, generando atrasos acumulados en la curva de avance físico.

Durante el periodo analizado, la variabilidad del PAC, con valores que en múltiples ocasiones no superaron el 40 % y mínimos cercanos al 20 %, incidió negativamente en la continuidad de la ejecución de las actividades, afectando el ritmo de avance del proyecto. Por el contrario, las semanas en las que se registraron valores más altos de PAC, con un máximo del 80 %, presentaron un comportamiento más estable en el avance físico, evidenciando una mayor alineación entre lo programado y lo ejecutado.

Este comportamiento confirma que el PAC no solo es un indicador de confiabilidad de la planificación semanal, sino también un factor determinante en el desempeño físico del proyecto, dado que un bajo nivel de cumplimiento impacta directamente la ejecución de las actividades críticas y la acumulación de avance. En este sentido, el fortalecimiento del control del PAC y la gestión oportuna de las causas de no cumplimiento resultan fundamentales para mitigar retrasos y mejorar el desempeño general del proyecto

5.4.3. Evolución del Porcentaje de Cumplimiento de Restricciones (PCR)

El comportamiento del PCR presentó fluctuaciones a lo largo de los ciclos semanales, evidenciando períodos de mayor y menor estabilidad en el flujo de trabajo. Las semanas en las que se logró una adecuada gestión y liberación oportuna de restricciones mostraron incrementos sostenidos en el PCR, lo cual favoreció la continuidad de las actividades y un mejor desempeño en los indicadores de cumplimiento.

Por el contrario, las semanas con bajos valores de PCR coincidieron con la presencia de restricciones no resueltas, tales como falta de personal, interferencias entre actividades, cambios de prioridad y retrasos en la toma de decisiones, lo que limitó la ejecución de las actividades comprometidas y afectó la confiabilidad del plan semanal. Esta situación se reflejó, a su vez, en menores valores del PAC y en impactos negativos sobre el avance físico del proyecto.

En general, el análisis de la evolución del PCR evidencia la importancia de una adecuada identificación, seguimiento y cierre de restricciones dentro del marco del Last Planner System (LPS), dado que la estabilidad en este indicador contribuye directamente a mejorar el cumplimiento de las actividades, el rendimiento de las cuadrillas y la continuidad del flujo de trabajo en obra.

5.4.4. Eficiencia de la programación y comparación programado vs ejecutado

En la comparación entre el avance programado y el ejecutado, se evidenciaron desviaciones significativas, alcanzando valores de hasta 34 días de retraso entre lo planificado y lo realmente ejecutado. Este comportamiento refleja una disminución en la efectividad de la programación, especialmente en los periodos donde la planificación no logró anticipar adecuadamente las restricciones operativas y la disponibilidad real de recursos.

Como medida correctiva, fue necesario modificar las fechas de finalización de algunas actividades críticas, con el objetivo de reducir el impacto del atraso sobre el cronograma general del proyecto y permitir una reprogramación más acorde con las condiciones reales de ejecución. No obstante, de manera general, los retrasos se mantuvieron dentro de rangos controlables, presentándose mayormente entre 3 y 6 días, y en la mayoría de los casos por debajo de los 15 días, lo cual evidencia que, pese a las desviaciones puntuales, la programación logró mantener cierto nivel de estabilidad.

La acumulación excepcional de retrasos cercanos a los 35 días se presentó hacia la etapa final del periodo analizado y estuvo asociada principalmente a la falta de personal, situación que se acentuó con la proximidad del mes de diciembre, cuando se incrementaron las ausencias y disminuyó la disponibilidad de mano de obra. Este escenario puso de manifiesto la importancia de considerar factores estacionales y de disponibilidad de recursos en la planificación, con el fin de mejorar la efectividad de la programación y reducir las desviaciones entre lo programado y lo ejecutado.

6 Impacto del cargue de avances en SINCO

El cargue de avances permitió actualizar en tiempo real el porcentaje ejecutado de cada actividad, cerrar las que alcanzaron el 100% y verificar su correspondencia con el cronograma maestro. Esto facilitó identificar si la obra estaba adelantada o atrasada y ajustar las proyecciones semanales.

La trazabilidad de estos datos permitió visualizar la progresión acumulada y fue fundamental para la elaboración de los informes quincenales y mensuales.

Nombre de tarea	Planeación			Ejecución			Avance	
	Inicio	Fin	Duración	Inicio	Fin	Duración	% Planeado	% Ejecutado
180-CCO FAROVERDE ETAPA 3	15/01/2024 ...	19/01/2026 ...	473 días	15/01/2024 07:0...			88,68	84,61

La fecha de finalización programada inicialmente correspondía al 19 de diciembre de 2025; sin embargo, debido a los atrasos presentados durante la ejecución y a la ocurrencia de situaciones no previstas en la planificación inicial, fue necesario extender el plazo del proyecto en un mes. Como resultado de este ajuste, la nueva fecha de finalización programada se estableció para el 19 de enero de 2026, con el fin de reflejar de manera más realista las condiciones de ejecución y permitir la culminación adecuada de las actividades pendientes.

7. Evidencia Fotográfica del Avance Final de Obra

Con el fin de complementar el análisis de resultados y presentar una visión clara del estado real del proyecto, a continuación se incluyen las fotografías correspondientes al avance final de obra. Estas imágenes fueron registradas durante las últimas semanas de ejecución y permiten evidenciar el nivel de avance alcanzado, las actividades terminadas y las condiciones generales en las que se recibió la obra al cierre del período de práctica.

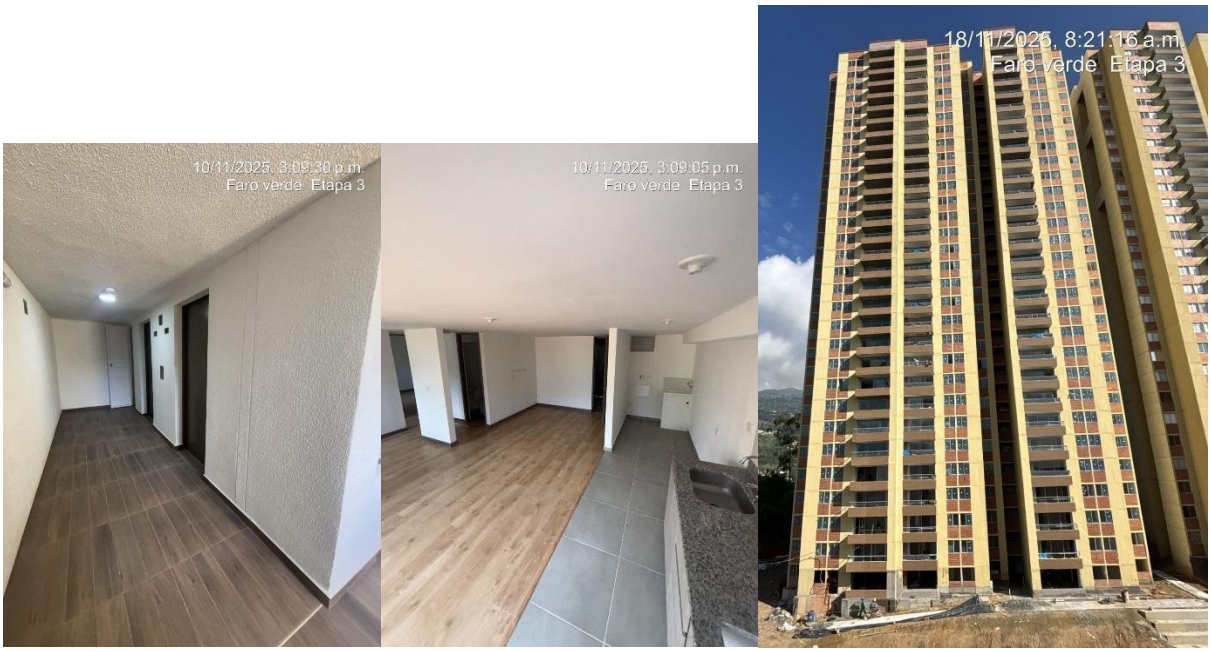

Ilustración 8. Estado final de la torre al cierre del periodo de prácticas. Elaboracion propia

8. **Conclusiones y recomendaciones**

El desarrollo del proyecto permitió consolidar una comprensión integral del proceso constructivo dentro de una obra real, evidenciando cómo la planificación, el análisis técnico y la toma de decisiones oportunas son determinantes para el cumplimiento de los objetivos. La articulación

entre la modelación, el análisis estructural, la revisión de cantidades y la aplicación de indicadores de seguimiento permitió evaluar la eficiencia y el comportamiento del cronograma, identificando de forma precisa los frentes críticos y las causas que generaron desviaciones en el avance.

La implementación de la metodología LEAN Construction se consolidó como una herramienta fundamental para optimizar la programación y el control del proyecto. El uso del Last Planner System posibilitó una visualización clara de los compromisos semanales y del impacto de las restricciones, permitiendo medir la confiabilidad de la planificación a través del PAC y del PCR. Estos indicadores evidenciaron fluctuaciones en la productividad que estuvieron directamente relacionadas con la disponibilidad de mano de obra, la liberación tardía de zonas por impermeabilización y la secuencia de actividades dependientes.

El análisis de resultados demostró que, aunque algunas actividades mantuvieron un desempeño estable, otras requerían ajustes inmediatos para evitar la acumulación de retrasos. La actividad de pintura, en particular, se identificó como un cuello de botella debido a la limitada cantidad de personal disponible. Esta situación, sumada a restricciones técnicas en actividades previas, generó una extensión en la fecha estimada de terminación de obra, pasando del 19 de diciembre de 2025 al 15 de enero de 2026. Este cambio reafirma la importancia de proyectar la programación con base en recursos reales y no teóricos, así como de anticipar las limitaciones operativas para evitar impactos mayores en el cronograma final.

La experiencia en el campo permitió validar la relación entre la teoría aprendida en la carrera de Ingeniería Civil y su aplicación práctica dentro de la obra, fortaleciendo competencias en análisis estructural, toma de cantidades, interpretación de planos, seguimiento de rendimientos y evaluación de riesgos operativos. Asimismo, la participación activa en la programación y seguimiento de actividades facilitó el desarrollo de habilidades en comunicación efectiva, trabajo interdisciplinario y gestión de equipos, elementos esenciales para la dirección técnica en proyectos de construcción.

Finalmente, el proyecto evidencia la relevancia de una adecuada articulación entre diseño, planificación, programación y ejecución. La anticipación de restricciones, el seguimiento

riguroso de indicadores y la toma rápida de decisiones son factores que permiten mejorar la eficiencia del proceso constructivo y garantizar resultados más confiables. La experiencia adquirida constituye una base sólida para el ejercicio profesional, especialmente en el área de gestión de obra, programación y control, reafirmando la importancia de integrar herramientas tecnológicas, metodologías modernas y criterios técnicos rigurosos para garantizar el éxito de los proyectos de construcción.

Los resultados confirmaron que la obra presentó un desfase acumulado que obligó a reprogramar la fecha final: inicialmente prevista para el 19 de diciembre de 2025, fue ajustada al 15 de enero de 2026.

Referencias

Ballard, G. (2000). *The Last Planner System of production control* (Tesis doctoral). University of Birmingham.

Ballard, G., & Howell, G. (1998). What kind of production is construction? *Proceedings IGLC-6*. Lean Construction Institute.

Conaltura. (2023). *Faro Verde – Proyecto inmobiliario*. https://conaltura.com/producto/faro-verde/

Howell, G. (1999). What is lean construction—1999. *Proceedings IGLC-7*. Lean Construction Institute.

Koskela, L. (2000). *An exploration of the principles of Lean Construction*. VTT Technical Research Centre of Finland.

Microsoft. (2022). *Microsoft Excel: Herramientas y funciones para gestión de datos*. Microsoft Corporation.

Project Management Institute (PMI). (2021). *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide)* (7th ed.). Project Management Institute.

SINCO. (2020). *Manual del usuario – Sistema de información para la construcción*. SINCO Colombia.