



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

PROPUESTA DE MEJORA DE LA PLANIFICACIÓN EN ACABADOS CON LAST
PLANNER SYSTEM 2.0 EN UN EDIFICIO DE OFICINAS DE 20 NIVELES EN
LIMA, PERÚ

Línea de investigación:
Construcción sostenible y sostenibilidad ambiental del territorio

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil

Autor

Flores Pozo, Jesus Antonio

Asesor

Benites Zuñiga, Jose Luis

ORCID: 0000-0003-4459-494X

Jurado

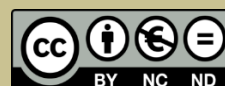
Cancho Zuñiga, Gerardo Enrique

Infantes Rivera, Pedro Ricardo

Ariza Flores, Víctor André

Lima - Perú

2025



Propuesta de Mejora de la planificación en Acabados con Las Planer System

INFORME DE ORIGINALIDAD

19%	19%	4%	6%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	www.leanconstructionmexico.com.mx	7%
	Fuente de Internet	
2	hdl.handle.net	4%
	Fuente de Internet	
3	repositorio.continental.edu.pe	2%
	Fuente de Internet	
4	www.esan.edu.pe	1%
	Fuente de Internet	
5	cefore.org	1%
	Fuente de Internet	
6	consulting.construction	1%
	Fuente de Internet	
7	repositorio.upn.edu.pe	1%
	Fuente de Internet	
8	Submitted to institutoeuropeodeposgrado	1%
	Trabajo del estudiante	
9	repositorio.unfv.edu.pe	<1%
	Fuente de Internet	
10	repositorioacademico.upc.edu.pe	<1%
	Fuente de Internet	
11	Submitted to Universidad Nacional Federico Villarreal	<1%
	Trabajo del estudiante	

repositorio.escuelaing.edu.co



Universidad Nacional
Federico Villarreal

VRIN | VICERRECTORADO
DE INVESTIGACIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

PROPUESTA DE MEJORA DE LA PLANIFICACIÓN EN
ACABADOS CON LAST PLANNER SYSTEM 2.0 EN UN
EDIFICIO DE OFICINAS DE 20 NIVELES EN LIMA, PERÚ

Línea de Investigación:

Construcción Sostenible y Sostenibilidad Ambiental del Territorio
Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil

Autor:

Flores Pozo, Jesus Antonio

Asesor:

Benites Zuñiga, Jose Luis
ORCID: 0000-0003-4459-494X

Jurado:

Cancho Zuñiga, Gerardo Enrique
Infantes Rivera, Pedro Ricardo
Ariza Flores, Víctor André

Lima – Perú
2025

Dedicatoria

A mis padres, Antonio y Florentina, por los constantes esfuerzos, el amor y dedicación que han tenido en mi persona. A mis hermanas, Liz y Katherine por enseñarme a crecer y entender el valor del esfuerzo de nuestros padres.

Agradecimiento

A los docentes de la UNFV FIC, por todas las enseñanzas y experiencias obtenidas, han formado parte de la etapa más linda de mi vida. A mis amigos, gracias por caminar juntos y enseñarme lo bonito que es la amistad y siendo más especial con la misma vocación profesional.

Índice

Dedicatoria.....	2
Agradecimiento.....	3
Índice.....	4
Índice de tablas	7
Índice de figuras.....	9
RESUMEN	10
ABSTRACT.....	11
I. INTRODUCCIÓN	12
1.1 Descripción y Formulación del Problema:	12
1.1.1 Descripción del Problema:.....	12
1.1.2 Formulación del Problema.....	14
1.2 Antecedentes	14
1.2.1 Antecedentes internacionales.....	14
1.2.2 Antecedentes Nacionales	17
1.3 Objetivos.....	19
1.3.1 Objetivo General.....	19
1.3.2 Objetivos Específicos.....	19
1.4 Justificación	20
1.5 Hipótesis	21
1.5.1 Hipótesis General.....	21
1.5.2 Hipótesis Específicas	22

II	MARCO TEÓRICO.....	23
2.1	Bases teóricas sobre el tema de investigación	23
2.1.1	El Last Planner System	23
2.1.2	Evolución e impacto del Last Planner System.....	26
2.1.3	Métricas antiguas y nuevas de Last Planner	27
2.1.4	Los problemas que integran el Last Planner System convencional:.....	27
2.1.5	Last Planner System 2.0:.....	28
2.1.6	Mejoras que se deben hacer al sistema ‘Last Planner’ convencional, para crear el Last Planner System 2.0:.....	29
2.1.7	Beneficios del Last Planner System 2.0:.....	31
2.1.8	Observación y seguimiento del plan.....	32
2.1.9	Aprendizaje y mejora continua	33
III	MÉTODO	35
3.1	Tipo de investigación.....	35
3.2	Ámbito Temporal y Espacial	36
3.3	Variables	36
3.4	Población y Muestra	39
3.5	Instrumentos.....	39
3.6	Procedimientos.....	40
3.7	Análisis de Datos	41
3.8	Consideraciones éticas	41
IV	RESULTADOS.....	43

V	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	146
VI	CONCLUSIONES.....	149
VII	RECOMENDACIONES.....	151
VIII	REFERENCIAS.....	152
IX	ANEXOS.....	159

Índice de tablas

Tabla 1. <i>Diferencias entre el 'Last Planner' convencional y el Last Planner 2.0</i>	32
Tabla 2. <i>Operacionalización de Variables</i>	38
Tabla 3. <i>Restricciones</i>	44
Tabla 4. <i>Análisis de Restricciones – semana 31</i>	45
Tabla 5. <i>Porcentaje de Plan completado vs programado</i>	47
Tabla 6. <i>Alcances</i>	49
Tabla 7. <i>Programación de actividades</i>	52
Tabla 8. <i>Plan Maestro</i>	63
Tabla 9. <i>Planeación Look Ahead</i>	72
Tabla 10. <i>Ejemplo del plan de trabajo semanal (programando la semana 32)</i>	77
Tabla 11. <i>Cálculo del Porcentaje del Plan completado a la semana 31</i>	81
Tabla 12. <i>Identificación de los riesgos para la ejecución del proyecto</i>	84
Tabla 13. <i>Descomposición del Proyecto en Tareas y Fases</i>	88
Tabla 14. <i>Estrategias de Medición y Seguimiento</i>	93
Tabla 15. <i>Ejemplo de planificación por cada fase del proyecto (para las cuadrillas 1, 2, 3 y 4) y sus hitos clave</i>	101
Tabla 16. <i>Análisis de restricciones semanales por cada fase del proyecto (programación en semana n°1)</i>	105
Tabla 17. <i>Decision Making basado en el análisis de restricciones y planificación semanal</i>	116

Tabla 18. <i>Look Ahead Planning</i>	127
Tabla 19. <i>Variación por hitos</i>	129
Tabla 20. <i>PRC</i>	132

Índice de figuras

Figura 1. <i>Tablero de gestión de restricciones</i>	24
Figura 2. <i>Gestión de fases con Takt</i>	29
Figura 3. <i>Gestión de fases con Takt</i>	30
Figura 4. <i>Pizarra de seguimiento del plan general</i>	33
Figura 5. <i>Porcentaje de Plan completado</i>	46
Figura 6. <i>Ejemplo de la asignación de colores realizada a cada frente de trabajo</i>	62
Figura 7. <i>Flujo de asignación de roles</i>	92
Figura 8. <i>Planificación colaborativa en Miro</i>	98
Figura 9. <i>Cronograma de Planificación a corto plazo (Look Ahead)</i>	119
Figura 10. <i>Prueba Estadística - LPS</i>	140
Figura 11. <i>Prueba de Paramétrica de t- Student - LPS</i>	140
Figura 12. <i>Prueba Estadística de Restricciones</i>	141
Figura 13. <i>Prueba de Paramétrica de t- Student Restricciones</i>	142
Figura 14. <i>Prueba Estadística Lookahead</i>	143
Figura 15. <i>Prueba de Paramétrica de t- Student Lookahead</i>	143
Figura 16. <i>Prueba Estadística Plan Semanal</i>	144
Figura 17. <i>Prueba de Paramétrica de t- Student PS</i>	145

RESUMEN

La presente investigación tiene por objetivo evaluar si la aplicación del Last Planner System 2.0 incrementa el porcentaje de cumplimiento del cronograma de ejecución de obra en comparación con la aplicación del sistema 'Last Planner' convencional, en la ejecución de la etapa de acabados de un edificio de oficinas de 20 niveles en Lima. Para ello, se utilizaron diferentes instrumentos de recolección de datos, como el análisis de la documentación y métricas sobre la aplicación del LPS convencional, identificando que, a pesar de ello, la ejecución no se terminó en los plazos; y el análisis de las nuevas métricas que forman parte del LPS 2.0. La presente investigación tiene un enfoque cuantitativo y diseño no experimental, siendo del tipo aplicada y nivel descriptivo, teniendo como muestra de estudio, el edificio de oficinas de 20 niveles ubicado en el distrito de Lince, en Lima, en su fase de acabados. Los resultados obtenidos arrojan que, aplicando el LPS convencional, el porcentaje de confiabilidad de la programación fue del 76%, por otro lado, aplicando el LPS 2.0, la confiabilidad de programación incrementó a un 91%, se obtuvo también un nivel de compromiso del 100% y un PRC del 93%, considerando de suma importancia realizar el análisis de la aplicación de la metodología Last Planner System 2.0 a medida de guía, la cual implementa el sistema Pull Planning y Benchmark, brindando un valor agregado y garantizando un mayor cumplimiento del plan inicial.

Palabras clave: Last Planner System 2.0, Pull Planning, Acabados en construcción

ABSTRACT

The purpose of this research is to evaluate whether the application of the Last Planner System 2.0 increases the percentage of compliance with the construction execution schedule compared to the application of the conventional 'Last Planner' system, in the execution of the finishing phase of a 20-story office building in Lima. To do so, different data collection instruments were used, such the analysis and metrics of existing documentation on the application of the conventional LPS, used in the construction of a 20-story office building, identifying that, despite this, the execution was not completed within the established deadlines; and the analysis of the new metrics that are part of the LPS 2.0. This research has a quantitative approach and a non-experimental design, being of the applied type and descriptive level, having as a study sample, the 20-story office building located in the Lince district, in Lima, in its finishing phase. The results obtained show that, by applying the conventional LPS, the percentage of programming reliability was 76%, on the other hand, by applying the LPS 2.0, the programming reliability increased to 91%, a commitment level of 100% and a PRC of 93% were also obtained, considering it of utmost importance to carry out the analysis of the application of the Last Planner System 2.0 methodology as a guide, which implements the Pull Planning and Benchmark system, providing added value and guaranteeing greater compliance with the initial plan.

Keywords: Last Planner System 2.0, Pull Planning, Finishing Works in Construction

I. INTRODUCCIÓN

1.1 Descripción y Formulación del Problema:

1.1.1 Descripción del Problema:

En la gestión actual de construcción de edificaciones, un desafío clave es la alta variabilidad en la etapa de acabados, lo cual afecta la capacidad de mantener plazos, controlar costos, asegurar productividad y gestionar desperdicios. Debido a que el Instituto Nacional de Estadística e Informática [INEI] (2024), en su informe técnico sobre la situación del Mercado Laboral en Lima Metropolitana, menciona que la población ocupada aumentó en 4,6% del 2023 al 2024, representando un crecimiento en la población activa y ocupada, es primordial que los edificios corporativos de espacios laborales se diseñen y ejecuten de una manera óptima garantizando la productividad en el ambiente de trabajo. Es por ello que, resulta de suma importancia aplicar una metodología de control de la planificación que permita mejorar la calidad y reducir la incertidumbre en los proyectos de construcción de espacios de trabajo, respetando las características y estándares mínimos que puedan brindar el espacio adecuado, usando de una manera eficientemente los recursos y anticipando posibles eventos que generen restricciones.

El 'Last Planner System' es un sistema de planificación y control de la producción para proyectos de construcción, el mismo que ha presentado muchos beneficios, reduciendo la variabilidad que generan los sobrecostos y sobretiempos en la ejecución de proyectos. Este sistema se encuentra compuesto de métricas como: Porcentaje de Actividades Completadas y Razones de No Cumplimiento, diseñadas para medir la confiabilidad y compromiso del equipo. Por otro lado, en el 2012, Hamzeh propuso dos métricas más: Task Anticipated y Task Made Ready, ayudando a correlacionar el corto y mediano plazo del plan maestro. Sin embargo, el LPS convencional, según Schroeder (2023) presenta una serie de problemas basados en los cronogramas CPM. Por ejemplo, si se tiene un CPM sin monitorear, no se producirá un

cronograma con una duración total general precisa del proyecto. Por otro lado, los hitos de CPM están agrupados, lo que significa que se basan en zonas o áreas más grandes que el 98% de las veces son simplemente una suposición del equipo. En ese sentido, debido a que el cronograma maestro es inexacto, nunca se alinearán con lo que está sucediendo en el proyecto, además la actualización del CPM es lento y problemático, por lo que provoca retrasos en el equipo en el intento de refinar las secuencias.

En ese sentido, resulta necesario identificar mejoras en el LPS convencional. Díaz (2021) menciona que al haber identificado nuevos retos “Glenn Ballard e Iris Tommelein presentan una nueva versión de LPS: Benchmark 2020, el cual espera satisfacer los vacíos encontrados y extender el alcance del sistema”. Así mismo plantea que el LPS 2.0 amplifica la visión original de LPS convencional y la proyecta a toda la planeación y ejecución del proyecto, no solo a la producción. De esta manera, LPS 2.0 desarrolla funciones y métodos (definición de proyecto, objetivos de precio y costo y producción y control del proyecto) para poder administrar el proyecto y mejorar la producción y control de ejecución. De acuerdo con esto, por un lado, el LPS convencional, se centra en mejorar la fiabilidad de la planificación y el control de la producción a través de la participación de los actores involucrados en el proceso constructivo (Ballard y Tommelein, 2021, p. 50). Por otro lado, se tiene la versión 2.0 del LPS, el cual ha implementado mejoras, comenzando con la definición del proyecto y su planificación desde un inicio, cuyas métricas sirven no solo para mejorar el sistema de planificación, sino también para gestionar el proyecto, adicionando roles y responsabilidades en el proceso para aprender de los errores. Utilizando metodologías como pull planning y look-ahead planning.

Por ello, y debido a que, no existen investigaciones específicas sobre la aplicación de la última versión de este sistema, la presente investigación se enfoca en determinar la aplicabilidad y los beneficios del LPS 2.0 en la etapa de acabados del edificio de oficinas de 20 niveles en Lima, en comparación del LPS convencional. Pretendiendo demostrar cómo su

correcta implementación puede conllevar a una mejora significativa, anticipando problemas, mejorando la precisión y la colaboración activa de todos los participantes desde fases tempranas alinea objetivos y clarifica roles.

1.1.2 Formulación del Problema

1.1.1.1.Pregunta General

¿De qué manera puede mejorar la planificación de la etapa de acabados en un edificio de oficinas de 20 niveles en Lima, Perú, mediante la aplicación del Last Planner System 2.0, para identificar restricciones, gestionar riesgos y optimizar los indicadores clave de desempeño en comparación con la planificación convencional?

1.1.1.2.Preguntas Específicas

¿Cuál es la situación actual de la planificación en la etapa de acabados del proyecto y cuáles son las principales restricciones respecto al cronograma contractual?

¿Cómo se puede diseñar una propuesta de planificación basada en los principios del Last Planner System 2.0, aplicando herramientas como el plan maestro, lookahead y la planificación semanal colaborativa?

¿Cómo impacta la aplicación del Last Planner System 2.0 en los indicadores clave de gestión del proyecto, en comparación con el sistema de planificación convencional, considerando la identificación de restricciones y riesgos?

1.2 Antecedentes

1.2.1 Antecedentes internacionales

Mengiste et al. (2023) tuvieron como objetivo del estudio fue automatizar la planificación lookahead del Last Planner System mediante un modelo basado en inteligencia

artificial que utiliza imágenes del avance en obra y datos de utilización del espacio. Para ello, desarrollaron una red neuronal GRU entrenada con cronogramas y registros visuales de actividades en acabados como pintura, enyesado e instalaciones eléctricas. Los resultados indicaron que el modelo pudo predecir con una precisión superior al 90 % la tasa de avance de las tareas, generando planes lookahead más realistas y ajustados a las condiciones reales del sitio. Esta automatización permitió reducir en un 25 % los retrasos asociados a la planificación manual, mejorando la sincronización entre el progreso físico y la planificación semanal. Los autores concluyen que el uso de inteligencia artificial para apoyar el LPS fortalece significativamente la toma de decisiones, incrementando la eficiencia operativa y reduciendo la incertidumbre en la gestión de proyectos de construcción.

Schroeder (2023) tuvo como objetivo del artículo fue analizar cómo el Last Planner System 2.0 (LPS 2.0) mejora el cumplimiento de compromisos y la confiabilidad del cronograma en proyectos de construcción con actividades repetitivas. El autor plantea que LPS 2.0 permite que los equipos operativos hagan compromisos más realistas, lo cual facilita un control más preciso del cronograma. Como resultado, se observó un aumento del Porcentaje de Plan Cumplido (PPC) hasta niveles cercanos al 85 %, reflejando una ejecución más eficiente y con menor variabilidad. Además, el sistema permite que el plan se retroalimente con los aprendizajes obtenidos en áreas repetitivas, generando mejoras progresivas en tiempo y desempeño conforme avanza el proyecto. Finalmente, Schroeder (2023) concluye que LPS 2.0 fortalece la cultura de mejora continua, al permitir que se midan y ajusten las acciones en función de resultados reales, optimizando el flujo de trabajo y reduciendo desperdicios.

Ballard y Tommelein (2021) tuvieron como objetivo del estudio fue establecer un benchmark actualizado para el Last Planner System (LPS), basado en datos reales recolectados

en más de 50 proyectos de construcción a nivel internacional. Los autores introdujeron nuevas métricas de evaluación como el Porcentaje de Plan Cumplido (PPC), el Nivel de Compromiso (Commitment Level - CL) y la Variación de Hitos (Milestone Variance - MV). Los resultados mostraron que los proyectos con implementación completa del LPS lograron en promedio un PPC superior al 85 %, mientras que en proyectos sin aplicación sistemática el PPC se mantenía por debajo del 60 %. Asimismo, la variabilidad en los plazos de hitos se redujo hasta en un 35 %, permitiendo mayor confiabilidad en la entrega. Se evidenció que un enfoque integrado del LPS en todas las fases del proyecto (planificación maestra, lookahead y semanal) contribuye directamente a la mejora de la coordinación y el desempeño operativo. Los autores concluyen que el LPS, al ser tratado como un sistema consolidado y no como herramientas aisladas, permite una gestión más efectiva del flujo de trabajo y facilita la mejora continua en proyectos de construcción

En el proyecto de post grado, realizado por Díaz (2021), la autora tiene por objetivo desarrollar un modelo práctico de implementación de LPS con base en los aprendizajes de la versión uno y los hallazgos de la versión dos en la industria de la construcción inmobiliaria colombiana. En la investigación, la autora realiza una guía para la implementación y usos de LPS en proyectos de altura, recolectando la información sobre los principales obstáculos y soluciones del sistema, encontrando que el Last Planner System 2.0 logró abordar y solucionar seis de catorce inquietudes del sector. En ese sentido, la investigación concluye que, Last Planner System es un sistema que brinda herramientas para la optimización del flujo de trabajo en los proyectos de construcción, sin embargo, para que este funcione se debe entender como un sistema holístico que debido a la interconexión de sus partes logra abarcar todo el proceso de control de la producción y mejorar su eficiencia, por lo que la aplicación de las nuevas métricas del LPS 2.0 resulta imprescindible en la guía planteada.

1.2.2 Antecedentes Nacionales

Mendez (2023) tuvo como objetivo de esta tesis fue implementar el Last Planner System (LPS) como estrategia para mejorar la productividad en actividades críticas del proyecto “Templo Los Olivos”, enfocándose especialmente en los trabajos de acabados como drywall, pintura y carpintería de madera. La implementación se realizó en un contexto postpandemia, marcado por restricciones normativas que afectaron la capacidad de respuesta de las empresas constructoras. Entre los resultados más relevantes, se destaca que el uso del LPS permitió detectar restricciones de manera oportuna y ajustar los planes semanales según el comportamiento real del proyecto, manteniendo los compromisos de plazo sin desviaciones significativas. Aunque no se reportaron indicadores como PPC o SPI de forma numérica, el autor señala que las actividades de acabados se ejecutaron conforme al cronograma contractual, con mejoras en la coordinación y control de tareas repetitivas. En las conclusiones, se establece que la aplicación disciplinada del LPS en la fase de acabados fortaleció la comunicación entre especialidades, aumentó la eficiencia en la ejecución y contribuyó a un mejor control del flujo de trabajo en condiciones operativas complejas.

El autor Diaz (2023) en su tesis tiene como objetivo Implementar Plan Piloto del Sistema Last Planner System en la construcción de una obra de Mejoramiento de Institución Educativa, para lo cual implementó un plan piloto del Sistema Last Planner System para evaluarlo durante 6 semanas. El autor tuvo como resultado un nivel alcanzado de 56% de PPC, el cual fue inferior al 80% del PPC META establecido. Demostrando que, a pesar de las ventajas del LPS para reducción de la incertidumbre en obras de construcción, su principal desventaja radica en la dificultad de implementación en obra sin un profesional dedicado a resolver restricciones en actividades planificadas semanalmente. Cabe precisar que una de las nuevas métricas añadidas al LPS 2.0 es que el proceso para aprender de las averías es

proporcionado con roles y responsabilidades, es decir que, desde un inicio cada integrante del equipo tiene un desempeño específico, lo cual debe reflejarse en el éxito del sistema y el proyecto en general.

Chavez y Espinoza (2023) elaboraron su investigación con el objetivo de evaluar el impacto significativo en la reducción de costos en la construcción de edificaciones residenciales. Utilizando un enfoque metodológico aplicado, explicativo y preexperimental, los autores examinaron minuciosamente tres proyectos residenciales mediante técnicas de observación directa y análisis documental. El enfoque innovador de este estudio integró eficazmente la teoría y práctica del Last Planner System (LPS) con herramientas digitales avanzadas y métodos de planificación colaborativa. Este enfoque multidimensional condujo a una mejora notable en la eficiencia de costos y en la ejecución del proyecto. De forma concreta, se logró una reducción del 33% en los costos y un aumento del Porcentaje del Plan Cumplido (PPC) al 86% en promedio, evidenciando la eficacia del manual propuesto. El éxito obtenido se atribuye en gran medida a la fluida comunicación y meticulosa gestión, pilares fundamentales en equipos de alto rendimiento. La implementación del manual, orientado a la gestión participativa y la superación de obstáculos en el proceso, demostró ser una táctica no solo rentable sino también altamente efectiva. Este estudio subraya la relevancia de la adaptabilidad y la colaboración en la administración eficiente de proyectos de construcción.

Corilla y Pereda (2020) tuvieron como objetivo de este estudio fue desarrollar una guía estructurada para la implementación del sistema Last Planner en la etapa de acabados de proyectos multifamiliares orientados a los sectores A y B en Lima, partiendo del reconocimiento de que esta fase presenta alta variabilidad debido a la simultaneidad de actividades y especialidades involucradas. El análisis comparativo entre un proyecto gestionado tradicionalmente y otro con LPS mostró que, aunque la ejecución presentó una semana de retraso respecto a lo programado (equivalente a un 3 %), el desempeño general fue

favorable. El Índice de Desempeño del Cronograma (SPI) se mantuvo consistentemente por encima de 0.85, lo que evidenció una ejecución razonablemente eficiente. En la etapa de acabados, si bien no se aplicaron todos los pasos del LPS con rigurosidad, la variabilidad se mantuvo bajo control (menos del 5 %) y en varios frentes el avance físico superó lo previsto, demostrando el potencial del sistema para mejorar la productividad y confiabilidad en esta fase. Los autores concluyen que una implementación completa y sostenida del LPS en acabados permitiría estandarizar procesos, reducir desperdicios y aumentar la eficiencia en obras residenciales de mediana y gran escala.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Mejorar la planificación de la etapa de acabados en un edificio de oficinas de 20 niveles en Lima, Perú, mediante la aplicación del Last Planner System 2.0, con el fin de identificar restricciones, gestionar riesgos y optimizar los indicadores clave de desempeño en comparación con la planificación convencional.

1.3.2 Objetivos Específicos

Identificar la situación actual de la planificación en la etapa de acabados del proyecto, identificando las principales restricciones respecto al cronograma contractual.

Diseñar una propuesta de planificación basada en los principios del Last Planner System 2.0, aplicando herramientas como el plan maestro, lookahead y planificación semanal colaborativa.

Evaluar el impacto de la aplicación del Last Planner System 2.0 en los indicadores clave de gestión del proyecto, en comparación con el sistema de planificación convencional, considerando la identificación de restricciones y riesgos.

1.4 Justificación

El presente proyecto tiene como muestra de estudio un edificio de oficinas de 20 niveles, debido a que, de acuerdo con el Catálogo General de Edificios Peruanos de Skyscraper City, en la ciudad de Lima existen 71 edificios con alturas que oscilan entre los 20 y 29 pisos, de los cuales 30 edificios cuentan con alturas de 20 niveles, representando el 42% del total, seguido por un 17% de edificios de 21 pisos y un 11% de edificios de 22 niveles, teniendo un menor porcentaje de 7%, 6% y 4% de edificios de 23, 24 y 25 niveles respectivamente, observando así, que el mayor porcentaje de edificios construidos en la ciudad de Lima, corresponden a estructuras de 20 niveles de altura.

Por otro lado, la presente investigación se centra en describir detalladamente los procesos involucrados en la metodología del sistema Last Planner 2.0, específicamente en la etapa de acabados de un edificio de oficinas, ya que el sector inmobiliario está sub dividido por la construcción de viviendas y edificios comerciales (como oficinas, centros comerciales, etc). Y, debido a que la mayoría de investigaciones respecto al tema, se encuentran enfocadas al sector vivienda, esta investigación resulta crucial para comprender cómo la aplicación de Last Planner 2.0 puede optimizar el proceso constructivo, gestionar el uso de materiales y maquinaria y, realizar los controles de proyecto necesarios que influirán en el cumplimiento de los alcances, la gestión de costos y la adherencia al cronograma del proyecto, considerando las diferentes partidas con las que cuenta esta etapa y la incidencia del personal implicado.

Finalmente, se ha considerado de suma importancia comparar la aplicación del LPS convencional, con el valor de aplicar un mayor enfoque sistemático y colaborativo para abordar los retos específicos en la construcción de edificios de gran altura. Es sabido que actualmente el sistema Last Planner convencional es ampliamente aplicado en la industria de la construcción, junto con otras metodologías complementarias como la Pull Planning. La presente investigación opta por la última versión de Last Planner, denominada LPS 2.0, basada

en el Benchmark 2020, que se enfoca en la gestión integral del proyecto. El LPS 2.0, ofrece una visión más holística y detallada del proyecto, lo que es crucial en la construcción de un edificio de oficinas de 20 niveles, especialmente en la etapa de acabados. Esta versión avanzada del Last Planner System incluye mejoras en la planificación colaborativa, la gestión proactiva de restricciones y un control más preciso del flujo de trabajo. Estas características son especialmente beneficiosas para proyectos complejos y de gran escala, donde la coordinación efectiva y la adaptabilidad son clave. El LPS 2.0 facilita la sincronización de múltiples subcontratistas, asegura una utilización óptima de la maquinaria y mejora los controles de proyecto, lo que resulta en un cumplimiento más efectivo de los alcances, costos y cronogramas.

La implementación del Last Planner System 2.0 en la etapa de acabados, garantiza la optimización de costos, mejora de la eficiencia, reduce desperdicios y mejorar la gestión de recursos, lo que conlleva a un uso más eficiente de materiales y disminución de costos, mejorando la calidad, facilitando la coordinación y comunicación entre equipos y subcontratistas, lo que reduce correcciones y retrasos.

1.5 Hipótesis

1.5.1 Hipótesis General

La aplicación del Last Planner System 2.0 en la etapa de acabados de un edificio de oficinas de 20 niveles en Lima, Perú, mejora la planificación al permitir identificar restricciones, gestionar riesgos y optimizar los indicadores clave de desempeño, en comparación con la planificación convencional.

1.5.2 Hipótesis Específicas

La evaluación del sistema de planificación actual en la etapa de acabados revela restricciones significativas que, al ser identificadas, permiten orientar mejoras en el cumplimiento del cronograma contractual.

El diseño de una propuesta de planificación basada en los principios del Last Planner System 2.0, aplicando herramientas como el plan maestro, lookahead y planificación semanal colaborativa, mejora la gestión de las actividades en la etapa de acabados.

La aplicación del Last Planner System 2.0 impacta positivamente en los indicadores clave de gestión del proyecto, en comparación con el sistema de planificación convencional, considerando la identificación de restricciones y riesgos.

II MARCO TEÓRICO

2.1 Bases teóricas sobre el tema de investigación

2.1.1 *El Last Planner System*

Según Schroeder (2023) El Last Planner System es un sistema de programación colaborativo que utiliza la sabiduría de los capataces comerciales, llamados últimos planificadores, para crear promesas confiables que se pueden ejecutar en el campo con un alto nivel de certeza. En su esencia se encuentra el concepto de *respeto por las personas* y el aprovechamiento *de la sabiduría del equipo*. El sistema Last Planner se ha utilizado con gran efecto en los proyectos, lo que se traduce en un mayor compromiso, una duración más corta y mayores beneficios.

La estructura de Last Planner y los pasos para desarrollarlo en su forma básica son los siguientes:

- **Master Schedule:** El primer paso para elaborar un Last Planner System es identificar los hitos clave del proyecto. En el contexto del sistema Last Planner, el "master schedule" o programa maestro se refiere a un cronograma que abarca todo un proyecto desde su inicio hasta su finalización. Este programa se detalla y valida más adelante en la programación por fases, y las actividades incluidas en él se desglosan con mayor detalle al crear el cronograma de preparación para la ejecución (Ballard y Tommelein, 2021).

- **Calendario de Fases:** En esta fase, los profesionales que participan en cada hito colaboran entre sí para planificar cómo completarán su trabajo en el tiempo establecido. Para ello, los equipos pueden emplear el método de planificación de extracción. Este consiste en planificar la operación a contratiempo desde la fecha límite del hito. De esta manera, pueden asegurarse de completar todas sus actividades antes de iniciar una nueva fase (Conexión ESAN, 2021).

- **Look Ahead Planning:** Power et al. (2023) describe el Look Ahead Planning como un proceso para la producción de planes de trabajo fiables que se lleva a cabo dentro de una ventana de planificación de 4 a 12 semanas. Una parte esencial de la planificación de anticipación es la identificación y resolución de restricciones lo más pronto posible en el proyecto, y la creación de una reserva de actividades libres de restricciones para proporcionar trabajo a los equipos y restringir la improvisación.

- **Gestión de restricciones, el componente principal del Look Ahead:** Power et al. (2023) le da relevancia a este proceso ya que se lleva a cabo dentro de una ventana de planificación de 4 a 12 semanas. Es crucial identificar las restricciones lo antes posible en el proyecto y resolverlas incluso en la etapa de compromiso de tareas con el plan de trabajo semanal. La eliminación de una restricción primaria puede exponer otras restricciones aguas arriba, lo que puede prolongar el proceso de eliminación. Por lo tanto, mantener una reserva de actividades libres de restricciones es un elemento esencial de la planificación de anticipación.

Figura 1.

Tablero de gestión de restricciones

Descripción de la Actividad	Tipo De Restricción	Ubicación de la Restricción	Semana	Fecha Programada de levantamiento	Responsable	Sem 3					Fecha de Levantamiento Real	Medida de Contingencia de Persistir el Impedimento	
						Anterior	11-Oct	12-Oct	13-Oct	14-Oct			15-Oct
N° TOTAL DE RESTRICCIONES						21							
% DE RESTRICCIONES POR SEMANA													
RESTRICCIONES NUEVAS						15							
RESTRICCIONES ANTERIORES						6							
ESCALERAS													
SOLAJEO Y TARRAJEO DE CAJA DE ESCALERA	MANO DE OBRA	ESCALERAS	2	11/10/2021	OBRA		x						SEGUIMIENTO A LA ACTIVIDAD
PAISES DE ACI - VENTILACION - DERRAMES	MANO DE OBRA	ESCALERAS	2	11/10/2021	OBRA		x						SEGUIMIENTO A LA ACTIVIDAD
COLOCACION DE BARRANDAS Y PASAMANOS	MANO DE OBRA	ESCALERAS	2	11/10/2021	OBRA		x						SEGUIMIENTO A LA ACTIVIDAD
FORJADO PASO - CONTRAPASO - CANTONERAS	MANO DE OBRA	ESCALERAS	2	11/10/2021	OBRA		x						SEGUIMIENTO A LA ACTIVIDAD
FACHADAS PRINCIPALES													
TARRAJEO DE FACHADAS DERRAME	LLEGADA DE EQUIPOS - ANDAMIO COLGANTE	FACHADA PRINCIPAL	2	11/10/2021	LOGISTICA		x						SEGUIMIENTO A LA ACTIVIDAD
COLOCACION DE REJILLAS DE ALUMINIO	LLEGADA DE EQUIPOS - ANDAMIO COLGANTE	FACHADA PRINCIPAL	2	11/10/2021	LOGISTICA		x						SEGUIMIENTO A LA ACTIVIDAD
TORRE													
ACABADOS HUMEDOS													
SOLAJEO Y TABIQUES													
SOLAJEO	MANO DE OBRA AZOTEA	PISO 2I Y AZOTEA	2	11/10/2021	LOGISTICA		x						SEGUIMIENTO A LA ACTIVIDAD
TABIQUE	MANO DE OBRA AZOTEA	PISO 2I Y AZOTEA	2	11/10/2021	LOGISTICA		x						SEGUIMIENTO A LA ACTIVIDAD
RECTIFICACIONES													
RECTIFICACION DE SOLAJEO - REMATES	LLEGADA DE EQUIPOS DE PODER	PISO 3 - PISO 17	2	11/10/2021	LOGISTICA		x						SEGUIMIENTO A LA ACTIVIDAD
RECTIFICACION Y LIMPIEZA DE PISOS PREVIO ENCHAFE	LLEGADA DE EQUIPOS DE PODER	PISO 3 - PISO 17	2	11/10/2021	LOGISTICA		x						SEGUIMIENTO A LA ACTIVIDAD

Nota. El tablero es una parte integral de la gestión del proyecto en estudio. En él se representan los compromisos que deben ser cumplidos con una anticipación de cuatro semanas, para así poder programar y ejecutar las actividades correspondientes.

- **La planificación anticipada, un componente del Look Ahead:** Además, una función clave de la planificación de anticipación es proteger la producción de los efectos adversos de la incertidumbre en los insumos. La planificación de anticipación también debería avanzar en el diseño y prueba de operaciones al menos tres semanas antes de su ejecución. Un estudio de primera ejecución (FRS) es principalmente una prueba o ensayo de una operación para evaluar y mejorar las técnicas y metodologías necesarias para ejecutar esa operación. Los procesos que podrían requerir un FRS son aquellos que son nuevos, críticos o repetitivos. Idealmente, un FRS debería convertirse en un elemento estandarizado de la planificación realizado de tres a seis semanas antes de la ejecución de un nuevo conjunto de tareas.

- **Realizar registros semanales:** Esta fase se realiza durante toda la ejecución del proyecto. Como su nombre lo indica, consiste en evaluar el programa de forma semanal. Esto permite tener una mejor gestión de los procesos operativos y la fuerza laboral. Es importante recordar que si los horarios no se cumplen en el plazo determinado, repercutirá de forma negativa para la constructora (Conexión ESAN, 2021).

- **Realizar reuniones de aprendizaje continuo:** Esta es la fase final del proceso y corresponde a los miembros del equipo, discutir los aspectos positivos y negativos del proyecto, informando si terminaron las actividades dentro del plazo y los inconvenientes que surgieron impidiendo su correcto desempeño. En esta fase se recomienda emplear KPI's. para detectar los puntos de mejora, lo que posibilita una resolución más eficaz. Esto permite mejorar la productividad de los trabajadores y el rendimiento de la construcción. (Conexión ESAN, 2021).

2.1.2 Evolución e impacto del Last Planner System

Las raíces del sistema Last Planner se remontan a antes de que la palabra "Lean" fuera acuñada por el Programa Internacional de Vehículos Automotores y se hiciera famosa por el libro *The Machine that Changed the World* (La máquina que cambió el mundo). Los eventos que de alguna manera influyeron en el pensamiento detrás de Last Planner incluyen el estilo de liderazgo colaborativo de un oficial militar en el sudeste asiático, las prioridades de un criador de pollos y la influencia del movimiento de Gestión de Calidad Total (Cabrera, 2020)

De acuerdo con lo establecido en el artículo *Evolution and global impact of the Last Planner System: a literature review*, Gamboa (2023) mencionan:

En 1992, con la publicación de Lauri Koskela “Application of the new production philosophy to construction”, se sentaron las bases para adaptar la filosofía de producción lean al sector de la construcción, a partir del análisis de metodologías de producción como just in time (JIT), total quality management (TQC), competencia basada en el tiempo e ingeniería concurrente, lo cual dio origen a lo que actualmente se conoce como lean construction, o “construcción sin pérdidas”. Esta filosofía tiene por lo menos dos focos que la distinguen de la gestión de la construcción tradicional: el primero es el desperdicio y la eliminación de pérdidas, y el segundo es la gestión de los flujos de procesos. Esto, según el modelo transformación- flujo-valor (TFV), plantea el objetivo de optimizar las transformaciones minimizando los tiempos de espera, inspección y movimiento, a fin de obtener más valor en los productos finales. (p. 24)

El Last Planner System una metodología basada del “Lean Manufacturing”, según las pesquisas a principios de los ochenta por una comitiva del MIT (Massachusetts Institute of Technology), es un diseño que fue aplicado inicialmente para las fábricas automotrices de Toyota, esta estrategia de trabajo era la razón principal del por qué el país asiático de Japón producía vehículos a gran escala. (Cucho, 2023)

No obstante, no basta solo con cambiar la gestión del proceso, sino que se debe cambiar la mentalidad del personal de la compañía, adoptando los principios del “Lean Construction”.

2.1.3 Métricas antiguas y nuevas de Last Planner

Ballard y Tommelein (2020) identificaron cuatro métricas clave para evaluar la efectividad de su implementación en proyectos de construcción. Estas métricas son fundamentales para comprender y mejorar la planificación y ejecución de proyectos:

- Porcentaje de Planificación Completada (PPC): Esta métrica mide la confiabilidad del flujo de trabajo. Es un indicador crucial de qué tan efectivamente se están cumpliendo las tareas planificadas dentro del cronograma establecido.

- Tareas Anticipadas (TA): Representa el porcentaje de tareas que se planificaron para una semana determinada y que fueron anticipadas en un plan de trabajo anterior. Este indicador ayuda a evaluar la capacidad del equipo para prever y preparar las actividades futuras con antelación, mejorando así la eficiencia de la planificación.

- Tareas Preparadas (TMR): Mide la habilidad del equipo para identificar y eliminar restricciones antes del inicio programado de tareas específicas. Es una métrica esencial para asegurar que las tareas se puedan iniciar y completar sin demoras ni contratiempos.

- Frecuencia de Fallos en el Plan: Este indicador registra las tareas que no se lograron completar como se había planificado originalmente. Además, categoriza las razones generales del fallo del plan, proporcionando información valiosa para analizar y entender los obstáculos que impiden el cumplimiento de los planes de trabajo.

2.1.4 Los problemas que integran el Last Planner System convencional:

- Cronograma del método de ruta crítica (CPM):

Según Schroeder (2023), los problemas que se presentan en los cronogramas de CPM, es que no se producen con una duración total general y precisa del proyecto, no cuenta

con una ruta crítica precisa o proporcionan hitos adecuados. Lo cual implica que el Last Planner System, se basa en fechas de finalización e hitos que son incorrectos. Lo que significa que los hitos de CPM se basan en zonas o áreas que son una suposición del equipo.

Por otro lado, debido a que el cronograma maestro es inexacto, este no se alinea con lo que sucede en el proyecto. Por lo tanto, el cronograma anticipado, el plan de trabajo semanal y los planes diarios se convierten en un híbrido de lo que está sucediendo y lo que el equipo quiere que suceda.

Schroeder (2023) explica que, debido a que es problemático actualizar un cronograma de CPM típico, el equipo se ralentiza al refinar las secuencias. Cuando esto sucede, se vuelve muy difícil ver que estos están alineados verticalmente. Además, el cronograma de CPM no es un cronograma que cualquiera en el proyecto pueda ver o comprender, por lo que nadie puede ver con certeza cómo las decisiones a corto plazo afectan el plan a largo plazo. Finalmente, debido a que los objetivos no son reales y cada tarea del plan se ejecuta como un juego independiente e individual, el PPC no está rastreando nada que pueda repetirse y mejorarse. Eso significa que el puntaje de PPC no solo será inexacto, sino que no ayudará al equipo a realizar mejoras porque las tareas no están diseñadas para repetirse.

2.1.5 Last Planner System 2.0:

La implementación del LPS 2.0 funciona de la siguiente manera, según el artículo redactado por Schroeder (2023):

- Identificar las fases del proyecto en relación con los trenes de oficios.
- Identificar la zonificación adecuada para cada fase.
- Tirar del plan de la zona representativa de cada fase.
- Crear la fase Takt a partir de ese único plan de extracción.

- Conectar todas las fases en un plan Takt general.
- Todos los formatos de Last Planner se filtrarán dentro o desde el plan Takt y los compromisos se realizarán dentro del marco de zonas y tiempos Takt.

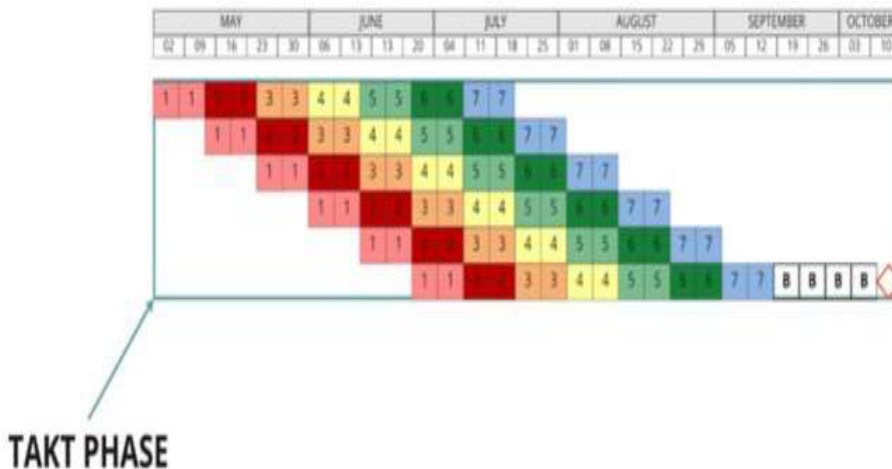
2.1.6 Mejoras que se deben hacer al sistema 'Last Planner' convencional, para crear el Last Planner System 2.0:

Una de las mejoras que se plantean en el artículo “¿Qué es “Last Planner System 2.0?” es hacer que el cronograma CPM administre solo fases y secuencias.

Si el CPM es un requisito del contrato que no se puede negociar, se debe realizar la transición del CPM a un cronograma de nivel 2, en el cual solo se resuman las fases y secuencias. CPM como sistema fue diseñado para ser de muy alto nivel y rastrear la ruta crítica a través de fases y secuencias. Esto se puede hacer resumiendo las fases o las secuencias que se rigen por Takt en un ritmo de Takt. El plan Takt mostraría las secuencias, las zonas, las zonas de influencia y el flujo comercial con la fase o simplemente representaría una sola secuencia en sí misma. (Schroeder, 2023)

Figura 2.

Gestión de fases con Takt



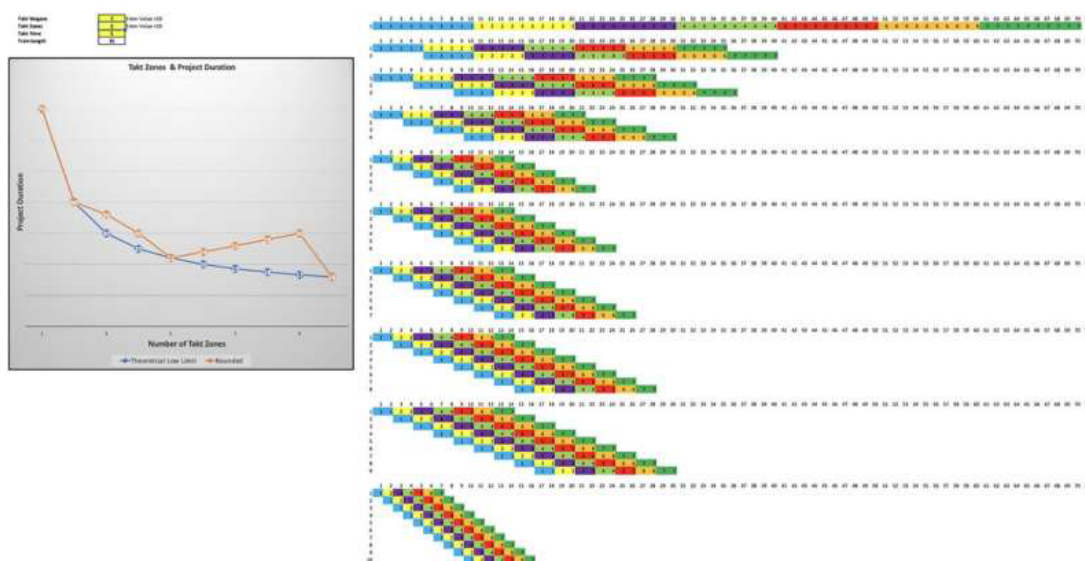
Entonces, esencialmente, el cronograma se basaría en Takt y se resumiría en CPM (*si es necesario*), y la ruta crítica identificaría qué fases y secuencias individuales fueron críticas para el proyecto.

Otra mejora planteada es gestionar las fases con Takt y Last Planner. Schroeder (2023) plantea que “En la preconstrucción, se crean planes Takt para regir el proyecto y cualquier estructura de desglose del trabajo en CPM imitaría el formato Takt. Además, cada fase se registrará por un plan Takt para la planificación macro, normativa y de intervalos cortos”.

Por último, se plantea que todos los planes de extracción se nivelarían y optimizarían con la Ley de Little, para que la fase pueda fluir correctamente. “Asegurando de saber cuántas zonas debemos tener. Recuerde, cuanto más pequeñas sean las zonas, más rápido irá normalmente. Como puede ver en la imagen a continuación, los horarios se aceleran o se ralentizan según la cantidad de zonas que tenga”. (Schroeder, 2023)

Figura 3.

Gestión de fases con Takt



2.1.7 Beneficios del Last Planner System 2.0:

- El cronograma respeta el flujo comercial y tiene amortiguadores, representa un cronograma que tiene una duración correcta con hitos adecuados.

- La optimización con el plan Takt, tiene la cantidad correcta de zonas y sus planes de extracción tienen el tamaño correcto. Permitiendo ganar tiempo y un horario fluido.

- El cronograma es predecible y preciso, por lo que la adquisición puede alinearse muy bien con el cronograma y los artículos pueden aparecer a tiempo si están disponibles.

- Debido a que el plan se muestra en una página y es fácil de actualizar, los horarios se mantienen alineados verticalmente y siempre son precisos.

- Debido a que el Takt a nivel de norma crea la base para los planes de trabajo semanales, los capataces pueden observar y ajustar un plan que tiene flujo y ahorra horas cada semana.

- Los compromisos que hacen las operaciones pueden cumplirse y el cronograma ahora es realista.

- El plan presenta áreas repetitivas y puede mejorar en cada área a medida que avanza, lo que significa que se ganará tiempo. Y el PPC mostrará cómo mejorar sobre la marcha debido a que está midiendo jugadas reales que se repetirán.

En la Tabla 1 se comparan las principales diferencias entre el sistema Last Planner convencional y su versión 2.0, destacando mejoras en la planificación temprana, el uso de métricas para la gestión del proyecto y la incorporación de procesos de aprendizaje estructurados.

Tabla 1.

Diferencias entre el 'Last Planner' convencional y el Last Planner 2.0

Last Planner System	Last Planner System 2.0
<ul style="list-style-type: none"> • Comenzó con la planificación de fases. 	<ul style="list-style-type: none"> • Comienza en la Definición del Proyecto con la planificación del proyecto entero
<ul style="list-style-type: none"> • No se proporcionan instrucciones para aplicar Último Planificador en diseño 	<ul style="list-style-type: none"> • Se proporcionan instrucciones para solicitar el último Planificador en diseño
<ul style="list-style-type: none"> • No se especifica ninguna estructura de trabajo 	<ul style="list-style-type: none"> • Se especifican estructuras de trabajo basadas en la ubicación.
<ul style="list-style-type: none"> • Las métricas servían para mejorar el sistema de planificación, no para gestionar el proyecto 	<ul style="list-style-type: none"> • Las métricas sirven para gestionar el proyecto y mejorar el sistema de planificación
<ul style="list-style-type: none"> • No se proporcionan procesos/roles ni responsabilidades para aprender de las averías 	<ul style="list-style-type: none"> • El proceso para aprender de las averías es proporcionado, con roles y responsabilidades

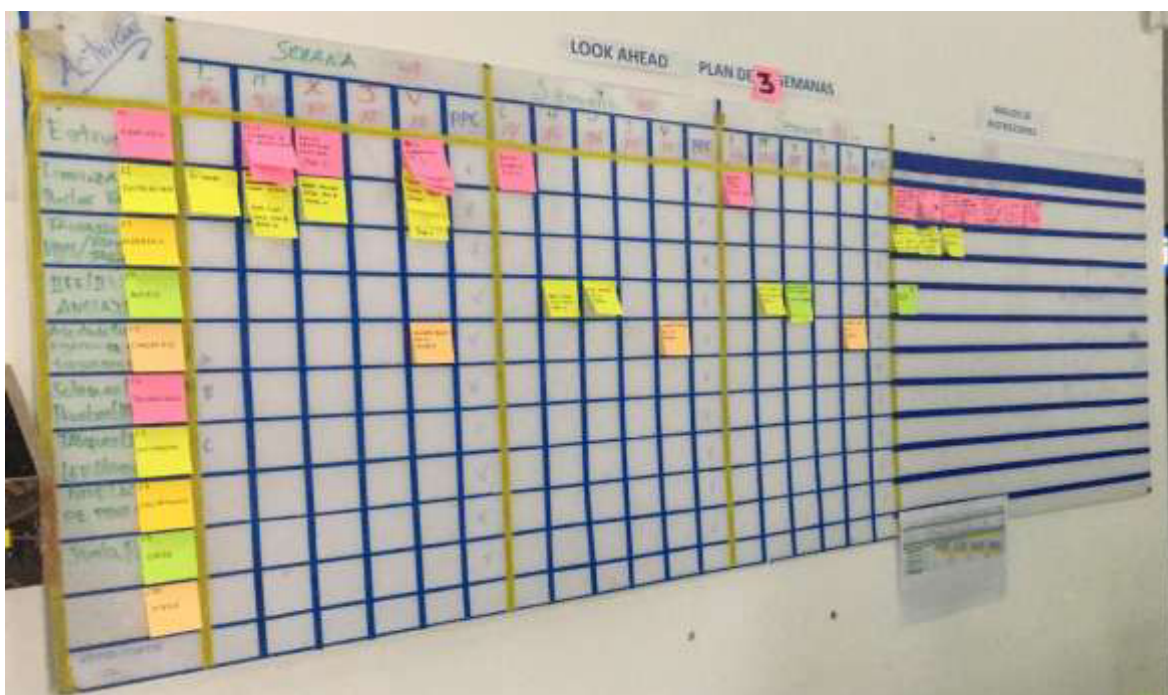
2.1.8 Observación y seguimiento del plan

Asadian y Leicht (2022) describen un método propuesto para el uso de métodos observacionales en reuniones del Last Planner System (LPS). Este método implica la observación directa, utilizando grabación de video, de las interacciones de los miembros del equipo durante la planificación y control de un proyecto de construcción. El objetivo es evaluar la correlación propuesta entre las rutinas técnicas del LPS, las interacciones sociales que

ocurren durante una reunión de LPS y la dinámica resultante del equipo. Los autores hipotetizan que, si los equipos de construcción se adhieren más consistentemente a los principios y procedimientos del LPS, estos procesos reforzarán las interacciones sociales positivas entre los miembros del equipo, y estas interacciones sociales positivas a su vez influirán en cómo las personas se tratan entre sí.

Figura 4.

Pizarra de seguimiento del plan general



Nota. La pizarra mostrada en la figura es un elemento clave del proyecto en estudio. Utiliza el método de los post-it y la participación activa del personal de obra para planificar de manera colaborativa.

2.1.9 Aprendizaje y mejora continua

Mossman y Ramalingam (2021), proponer el modelo de "aprendizaje cotidiano". Este enfoque se basa en la idea de que el aprendizaje continuo es la base para la mejora diaria. Conduce a pequeñas mejoras realizadas cada día o cada semana que cambian la forma en que se hacen las cosas en el resto del proyecto. Cuando se comete un error y se aprende de él, se reducen las probabilidades de cometer el mismo error nuevamente. Este enfoque fomenta una

cultura de aprendizaje en los proyectos e incorpora mejoras que es más probable que se trasladen a proyectos futuros como hábitos arraigados.

La planificación anticipada y la gestión de restricciones son esenciales en la fase de acabados de construcción, crucial para prevenir imprevistos y retrasos. Las métricas del Last Planner, como el Porcentaje de Planificación Completada y Tareas Anticipadas, son vitales para medir y mejorar la eficiencia de la planificación. El Estudio de Primera Ejecución es clave para anticipar y resolver problemas en tareas nuevas o críticas. Además, el enfoque en aprendizaje y mejora continua es fundamental en proyectos complejos como edificios de oficinas, permitiendo adaptar y mejorar continuamente las prácticas de planificación. La implementación de estas estrategias y metodologías puede resultar en una ejecución más eficiente y de alta calidad.

III MÉTODO

3.1 Tipo de investigación

De acuerdo con lo establecido por los autores (Hernández et al., 2014) indican que “una investigación aplicada es aquella que busca soluciones prácticas a problemas específicos y reales mediante el uso de teorías y métodos ya establecidos”. Por ello, la presente Investigación se considera de tipo aplicada, debido a que se realizará la aplicación de la metodología del Last Planner System 2.0 buscando soluciones para mejorar la planificación en la ejecución de la etapa de acabados del edificio de oficinas de 20 niveles.

El enfoque es cuantitativo, dado que se recopilarán y analizarán datos numéricos relacionados con la planificación y control obra, tales como el Porcentaje de Plan Cumplido (PPC), la Tasa de Cumplimiento de Restricciones (PRC) y la variabilidad entre lo planificado y lo ejecutado. Estos indicadores permiten realizar comparaciones objetivas entre la planificación convencional y la propuesta con Last Planner System 2.0.

El diseño metodológico es no experimental, de tipo transversal comparativo, ya que se observarán y analizarán datos existentes sin manipular directamente las variables del proceso constructivo. La comparación se realizará entre dos enfoques de planificación: el tradicional y el propuesto con LPS 2.0. Al ser un estudio de un solo momento en el tiempo, se considera transversal; y al evaluar diferencias entre dos métodos, es comparativo.

El método utilizado es el hipotético-deductivo, ya que parte de la observación de una problemática real en la planificación de acabados, formula una hipótesis de mejora con base en fundamentos teóricos del Last Planner System 2.0, y luego busca validar esa hipótesis mediante el análisis estadístico de los datos recolectados. Este método permite contrastar lo que debería ocurrir con lo que efectivamente se observa.

El alcance es propositivo, ya que se desarrolla una propuesta de mejora para optimizar la planificación en acabados. A su vez, tiene un componente descriptivo, al caracterizar el sistema actual, y comparativo-explicativo, al analizar las diferencias entre el método tradicional y el propuesto. La investigación no solo busca describir, sino también justificar con datos por qué el LPS 2.0 resulta una mejor alternativa en el contexto evaluado.

3.2 Ámbito Temporal y Espacial

La investigación se realizó durante un periodo de una semana de ejecución para evaluar la aplicación y resultados del Last Planner System convencional y otra semana para el Last Planner System 2.0. Este lapso permitió comparar ambos métodos en condiciones similares de trabajo.

El estudio se llevó a cabo en un proyecto de construcción ubicado en el distrito de Lince. El proyecto consistió en la edificación de un moderno edificio de oficinas de 20 niveles de altura y 8 niveles subterráneos, encontrándose en la etapa de acabados, que es el foco principal de la investigación.

3.3 Variables

Variable independiente: Implementación del Last Planner System 2.0

Definición conceptual: es una herramienta de planificación colaborativa perteneciente al enfoque Lean Construction. Se basa en la toma de compromisos entre los responsables directos del trabajo para asegurar que las tareas se planifiquen de forma realista y se ejecuten de acuerdo con lo acordado. Su versión 2.0 incorpora mayor digitalización, visualización de flujos, control de restricciones y medición continua mediante indicadores como el PPC. Definición operacional: Se medirá a través del uso documentado del LPS 2.0 en la obra, considerando herramientas como el plan semanal, la detección de restricciones, el PPC y los

tableros de control visual. Se evaluará su aplicación durante una semana de ejecución en la etapa de acabados.

Variables dependientes: Mejora de la planificación en acabados en un edificio de oficinas de 20 niveles en Lima.

Definición conceptual: la planificación en acabados se refiere a la organización, secuenciación y control de las actividades finales de una obra (como pintura, instalaciones, carpintería, entre otras). Su mejora implica el cumplimiento de cronogramas, reducción de variabilidad y aumento del porcentaje de actividades ejecutadas según lo planificado. Una planificación eficiente en esta etapa crítica impacta directamente en la entrega final del proyecto. Definición operacional: se medirá mediante indicadores como el Porcentaje de Plan Cumplido (PPC), la variabilidad del cronograma, la cantidad de restricciones resueltas y el cumplimiento semanal del plan durante el periodo de evaluación.

Tabla 2.

Operacionalización de Variables.

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES
VARIABLE INDEPENDIENTE	Es una herramienta de planificación colaborativa perteneciente al enfoque Lean Construction. Se basa en la toma de compromisos entre los responsables directos del trabajo para asegurar que las tareas se planifiquen de forma realista y se ejecuten según lo acordado. Su versión 2.0 incorpora mayor digitalización, visualización de flujos, control de restricciones y medición continua mediante indicadores como el PPC.	Se medirá a través del uso documentado del LPS 2.0 en la obra, considerando herramientas como el plan semanal, la detección de restricciones, el PPC y los tableros de control visual. Se evaluará su aplicación durante una semana de ejecución en la etapa de acabados.	Planificación colaborativa	Uso del plan semanal de trabajo
Last Planner System 2.0.			Gestión de restricciones	Cantidad de restricciones identificadas y resueltas
			Medición y control visual	Uso de tableros de control visual
			Seguimiento del cumplimiento	Porcentaje de Plan Cumplido (PPC)
VARIABLE DEPENDIENTE	La planificación en acabados se refiere a la organización, secuenciación y control de las actividades finales de una obra (como pintura, instalaciones, carpintería, entre otras). Su mejora implica el cumplimiento de cronogramas, reducción de variabilidad y aumento del porcentaje de actividades ejecutadas según lo planificado. Una planificación eficiente en esta etapa crítica impacta directamente en la entrega final del proyecto.	Se medirá mediante indicadores como el Porcentaje de Plan Cumplido (PPC), la variabilidad del cronograma, la cantidad de restricciones resueltas y el cumplimiento semanal del plan durante el periodo de evaluación.	Cumplimiento del cronograma	Porcentaje de Plan Cumplido (PPC)
Coordinación efectiva y adaptabilidad.			Reducción de la variabilidad	Número de actividades reprogramadas
			Resolución de restricciones	Cantidad de restricciones levantadas a tiempo
			Eficiencia del plan semanal	Cumplimiento del plan semanal programado

3.4 Población y Muestra

Hernández-Sampieri y Mendoza (2018) describen la población como el conjunto de elementos o casos que cumplen con determinadas características previamente definidas (p. 195). En el presente estudio, la población se compone por las edificaciones de 20 niveles destinadas a oficinas que han sido ejecutadas en la avenida Arequipa, del distrito de Lince, en la ciudad de Lima, Perú.

En cuanto a la muestra, Arias (2020) la define como una fracción representativa y finita de la población accesible. Para esta investigación, se seleccionó como muestra un edificio de oficinas de 20 niveles, elegido mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia. Este tipo de muestreo, de acuerdo con Hernández-Sampieri y Mendoza (2018), se caracteriza porque los elementos no se eligen al azar, sino atendiendo a criterios prácticos o a la facilidad de acceso, garantizando que los casos seleccionados sean relevantes y útiles para los objetivos del estudio.

3.5 Instrumentos

Para la obtención de la información necesaria se utilizaron dos técnicas principales: el análisis documental y la observación directa. El análisis documental consistió en recopilar, revisar y analizar los documentos de planificación empleados en la etapa de acabados del proyecto. La observación directa se realizó durante las sesiones de planificación y ejecución, registrando el cumplimiento y desempeño bajo la aplicación del Last Planner System 2.0. Según Arispe et al. (2020), la observación directa permite registrar de manera sistemática hechos o situaciones en el momento en que ocurren, lo que favorece la obtención de información relevante y precisa para los objetivos del estudio.

3.6 Procedimientos

- Coordinación Inicial (2 semanas): Contactar con la gerencia del proyecto, explicando objetivos y alcance de la tesis. Obtener permisos para acceder al sitio (aproximadamente 5-10 horas en reuniones y trámites).
- Observación en el Sitio (3 días por semana durante 2-3 meses): Visitar el sitio de construcción regularmente, observando actividades de acabado en el 1er nivel (2-3 horas por visita).
- Registrar implementación del Last Planner System: incluir horas de reuniones, número de tareas planificadas vs. completadas, y duración de las tareas.
- Recolección de Documentos (2 semanas): Revisar documentos del proyecto, como cronogramas y registros de seguimiento (dedicar aproximadamente 10-15 horas en total).
- Análisis de Datos en Campo (continuo, paralelo a la observación): Analizar información recopilada para identificar tendencias y problemas (aproximadamente 1-2 horas por semana).
- Documentación de Casos y Ejemplos Específicos (continuo): Registrar casos donde el Last Planner System haya impactado significativamente en la fase de acabados. Análisis de influencia de casos en LookAhead Planning, Porcentaje Plan Completado, Análisis de Restricciones y Causas de No Cumplimiento. (1-2 horas por caso).
- Comparación de la documentación obtenida con el análisis de las métricas de implementación del **Last Planner System 2.0**. Uso de formatos según Ballard y Tommelein (2020) y Diaz (2021). Análisis de Planificación Maestra, Programación por Fases, LookAhead Planning, Porcentaje Plan Completado, Análisis de Restricciones, Porcentaje Restricciones Levantadas, Causas de No Cumplimiento, Porcentaje Actividades Requeridas, Tareas Anticipadas, Nivel de Compromiso y

Frecuencias de Fallos en el Plan. Elaboración Propia en Hojas de Cálculo. (4 semanas).

- Síntesis de la Información Recolectada (2 semanas al final del periodo de observación).
- Sintetizar toda la información recopilada para canalizar los resultados en la presente investigación (aproximadamente 2 semanas).

3.7 Análisis de Datos

En el análisis de datos sobre la aplicación del Last Planner System 2.0 en la etapa de acabados de un edificio de oficinas en Lima, se utilizará **Microsoft Excel** de manera integral. Los datos cuantitativos, como número de tareas planificadas versus completadas y duración de tareas, se registrarán en una hoja de cálculo para calcular métricas clave como el Porcentaje de Plan Completo y la variabilidad en la realización de tareas. Excel será fundamental para organizar, analizar y visualizar estos datos, facilitando la obtención de una visión completa de la implementación del sistema y la formulación de conclusiones y recomendaciones para futuros proyectos.

3.8 Consideraciones éticas

Consentimiento informado: Las entrevistas a las personas involucradas en la presente investigación, dieron pleno consentimiento para ser parte de la misma. Esto incluye que, se les explicó el propósito del estudio y cómo se utilizarán sus respuestas.

Presentación honesta y precisa: Los resultados obtenidos, son presentados de manera honesta y sin manipular los datos. Esto incluye la interpretación de la efectividad del Last Planner System 2.0 en la mejora de la planificación de los acabados.

Cumplimiento de normativas locales: Todas las prácticas, procedimientos y recomendaciones propuestas en la presente investigación están alineadas con el Reglamento

General de Grados y Títulos de la Universidad Nacional Federico Villarreal y las normativas locales en construcción, seguridad y medio ambiente en Perú.

IV RESULTADOS

Con base en el objetivo general de esta investigación, que buscó proponer una mejora en la planificación de la etapa de acabados mediante la aplicación del Last Planner System 2.0, a continuación, se presentaron los resultados obtenidos del diagnóstico, diseño e implementación de la propuesta. Estos resultados evidenciaron la identificación de restricciones, la gestión de riesgos y la optimización de indicadores clave de desempeño en comparación con el sistema de planificación convencional utilizado en el proyecto. El análisis cuantitativo y cualitativo respaldó el impacto positivo del enfoque colaborativo y estructurado del Last Planner System 2.0, para ello resolveremos cada objetivo específico planteado.

4.1 Objetivo específico 1

Diagnosticar la situación actual de la planificación en la etapa de acabados del proyecto, identificando las principales restricciones respecto al cronograma contractual.

4.1.1 *Análisis de Restricciones:*

En el marco de Last Planner System, el análisis de las restricciones es un proceso crucial y tiene la finalidad de garantizar que las actividades programadas puedan llevarse a cabo sin interrupciones. Como se visualiza en la **Tabla 3**, dentro del proceso de la ejecución del edificio de oficinas de 20 niveles, el equipo de obra identificó múltiples factores que limitaban el cumplimiento del plan.

El equipo de proyecto analizó: la falta de materiales o equipos, requisitos de diseño o aprobaciones, disponibilidad de mano de obra, condiciones del sitio de trabajo y problemas de coordinación, etc., como se muestra a continuación:

Tabla 3.*Restricciones.*

TIPOS DE CAUSAS DE INCUMPLIMIENTO	
PROG	Error en la programación, cambios en programación o mala utilización de las herramientas de programación
SUBCONTRATO	Falta de recursos en obra (SUBCONTRATO)
EQUIPOS/MAT	Falta de recursos en obra (equipos mayores y menores, herramientas y materiales.
ING	Entrega inoportuna de información (contrato, prepuestos, planos) y/o cambios en la ingeniería durante el proceso
EJEC	Retraso por errores durante la ejecución y retrabajos en campo
EXT	Retraso por clima o por eventos extraordinarios (marchas, huelgas) y por falta de entrega de permisos o licencias
EQ	Averías o fallas en equipos
ADM	No ingreso de personal especializado
CLI	Cambio repentino del cliente ya sea en ingeniería o redistribución de los recursos
ACT PRE	Retraso en actividades previas

Durante el seguimiento de la planificación semanal, se identificaron y documentaron restricciones específicas que impedían la ejecución de ciertas actividades durante la semana 31. Estas restricciones fueron clasificadas, se asignaron responsables para su levantamiento y se definieron medidas de contingencia en caso de que persistieran. La **Tabla 4** muestra el análisis detallado de estas restricciones, incluyendo el tipo, la ubicación, el responsable y las fechas de programación y levantamiento.

Tabla 4.

Análisis de Restricciones – semana 31.

Descripción de la Actividad	Tipo De Restricción	Ubicación de la Restricción	Semana	Fecha Programada de levantamiento	Responsable	Anterior	Sem 31						Fecha de Levantamiento Real	Medida de Contingencia de Persistir el Impedimento
							10-Ene	11-Ene	12-Ene	13-Ene	14-Ene	15-Ene		
Nº TOTAL DE RESTRICCIONES							6							
% DE RESTRICCIONES POR SEMANA														
RESTRICCIONES NUEVAS							6							
RESTRICCIONES ANTERIORES														
SC DE GRASS Y JARIDNES														
INSTALACION DE GRASS	INSTALACION DE GRASS	TORRE	4	08/01/2022	LOGISTICA	X							URGENTE	SEGUIMIENTO A LA ACTIVIDAD
CERCO LIVIANO PERIMETRAL														
INSTALACION	INSTALACION DE CERCO	TORRE	4	08/01/2022	LOGISTICA	X							URGENTE	SEGUIMIENTO A LA ACTIVIDAD
BOLARDOS METALICOS														
INSTALACION	INSTALACION DE BOLARDO	TORRE	4	08/01/2022	LOGISTICA	X							URGENTE	SEGUIMIENTO A LA ACTIVIDAD
ZOCALOS INOX														
INSTALACION	INSTALACION DE ZOCALOS	TORRE	4	08/01/2022	LOGISTICA	X							URGENTE	SEGUIMIENTO A LA ACTIVIDAD
LIMPIEZA FINA														
LIMPIEZA FINA	LIMPIEZA FINA	TORRE	4	08/01/2022	LOGISTICA	X							URGENTE	SEGUIMIENTO A LA ACTIVIDAD
NUMERACION DE OFICINAS														
INSTALACION	INSTALACION DE NUMERACION	TORRE	4	08/01/2022	LOGISTICA	X							URGENTE	SEGUIMIENTO A LA ACTIVIDAD

4.1.2 Aprendizaje:

Con la implementación de Last Planner System convencional, en la ejecución de un edificio de oficinas de 20 niveles, se obtuvieron los datos presentados en la Figura 5, los cuales en la cual podemos observar la brecha existente para completar el plan semanal al 100%.

De lo mencionado en los numerales anteriores, se visualiza que, a pesar de que la planificación se realizó correctamente, siguiendo los pasos establecidos por el Last Planner System, el Porcentaje de Plan Completado en cada semana, es mucho menor al 100%, oscilando entre el 70% (semana 1) y el 82%, evidenciando así, que a pesar de la aplicación de este método de gestión, aún existen falencias. En la figura 5, Se refleja el porcentaje de plan completado.

Figura 5.

Porcentaje de Plan completado.

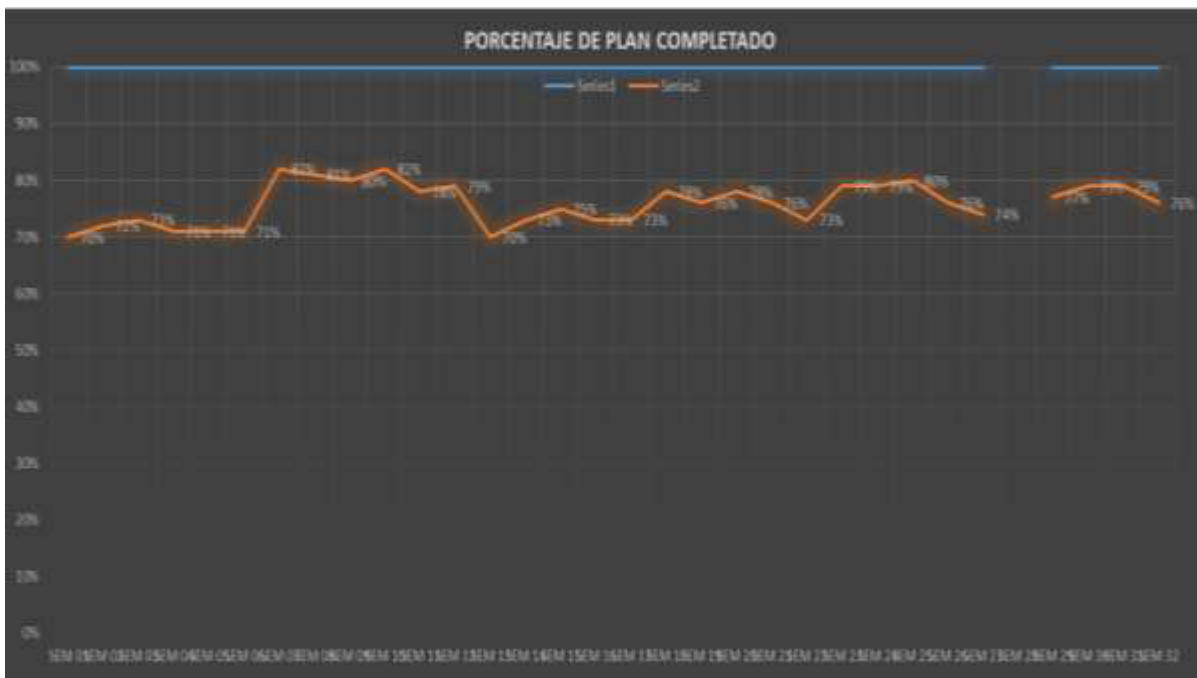


Tabla 5.*Porcentaje de Plan completado vs programado.*

SEMANA	META	REAL
Semana 1	100%	70%
Semana 2	100%	72%
Semana 3	100%	73%
Semana 4	100%	71%
Semana 5	100%	71%
Semana 6	100%	71%
Semana 7	100%	82%
Semana 8	100%	81%
Semana 9	100%	80%
Semana 10	100%	82%
Semana 11	100%	78%
Semana 12	100%	79%
Semana 13	100%	70%
Semana 14	100%	73%
Semana 15	100%	75%
Semana 16	100%	73%
Semana 17	100%	73%
Semana 18	100%	78%
Semana 19	100%	76%
Semana 20	100%	78%
Semana 21	100%	76%
Semana 22	100%	73%
Semana 23	100%	79%
Semana 24	100%	79%
Semana 25	100%	80%
Semana 26	100%	76%
Semana 27	100%	74%
CRONOGRAMA SALDO		
Semana 28	100%	77%
Semana 29	100%	79%
Semana 30	100%	79%
Semana 31	100%	76%

Como se visualiza en la Tabla anterior, el cronograma inicial de la obra general (fuera de la partida de acabados), fue programado para 27 semanas. Sin embargo, la ejecución de obra se realizó en 32 semanas, evidenciando un claro déficit en la aplicación de la metodología estudiada. Algunos de los cuales se describen a continuación:

El principal problema que se presenta en el cronograma maestro, es que no estableció una duración total general y precisa del proyecto o proporcionan hitos adecuados. Lo cual implica que el LPS, basa su planificación en fechas de finalización incorrectas. Esto genera que el Plan no se alinee con lo que sucede realmente en el proyecto.

En consecuencia, el plan de trabajo semanal se transforma en una combinación de lo que está ocurriendo en la obra y lo que el equipo aspira a lograr.

Actualizar constantemente el cronograma, resulta problemático para el equipo, ralentiza las actividades. Además, como lo descrito anteriormente en todo el proceso, no todos pueden ver o comprender el cronograma maestro, por lo que no todos los actores, pueden ver con certeza cómo las decisiones a corto plazo afectan el plan a largo plazo.

Finalmente, debido a que la planificación no se realiza en base a hitos reales y cada tarea del plan se ejecuta de forma independiente, el PPC no está rastreando nada que pueda repetirse y mejorarse. Eso significa que el puntaje de PPC no solo es inexacto, sino que no ayudará al equipo a realizar mejoras porque las tareas no están diseñadas para repetirse.

4.1.3 Aplicación de Last Planner System 2.0:

Respondiendo a la problemática planteada en los párrafos precedentes, nace la necesidad de implementar un sistema que garantice mayor control y mejor planificación de los hitos del proyecto, reduciendo incertidumbre.

4.1.3.1 Definición del proyecto (planeando el proyecto entero). Esta es una fase fundamental en la que se establecen las bases para el éxito del proyecto. La definición del proyecto se realizará con la participación de todo el equipo y contiene la siguiente información:

4.1.3.2 Alcance del proyecto. El proyecto contempla terminar la etapa de acabados de la construcción de un Edificio de Oficinas, con 20 pisos, azotea y 8 sótanos de estacionamiento,

con 60.10 m. de altura (techo piso 20); y áreas comunes ubicadas en el primer y segundo piso un edificio de 20 niveles, destinado para oficinas, en un plazo de 107 días calendarios. Todos lo alcances del proyecto se encuentran en la tabla 5.

Tabla 6.

Alcances

Nivel y/o Piso		Alcance
1° Piso: En el primer piso, se distribuyen el lobby de ingreso, áreas comunes (sala de reunión, administración) y cuarto de control del edificio.	Oficinas	- OFICINA 101 – 58.03 m2 - OFICINA 102 – 38.99 m2 - OFICINA 103 – 59.34 m2 - OFICINA 104 – 45.74 m2
	Comercios	- COMERCIO 1 – 70.75 m2 - COMERCIO 2 – 82.18 m2
2° Piso: En este nivel se encuentra la cafetería (área común) del edificio y las siguientes oficinas.	Oficinas	- OFICINA 201 – 57.96 m2 - OFICINA 202 – 37.93 m2 - OFICINA 203 – 71.55 m2 - OFICINA 204 – 60.78 m2 - OFICINA 205 – 59.75 m2 (terraza) - OFICINA 206 – 52.28 m2 - OFICINA 207 – 48.79 m2 (terraza)
	3° Piso	Oficinas
		- OFICINA 301-1901 – 58.13 m2 - OFICINA 302-1902 – 38.10 m2 - OFICINA 303-1903 – 53.29 m2 - OFICINA 304-1904 – 60.78 m2 - OFICINA 305-1905 – 109.96 m2 - OFICINA 306-1906 – 112.05 m2 - OFICINA 307-1907 – 48.25 m2 - OFICINA 308-1908 – 51.04 m2
Piso Par Típico 4°, 6°, 18°.	Oficinas	- OFICINA 401-601-1801 – 37.70 m2 - OFICINA 402-602-1802 – 38.23 m2 - OFICINA 403-603-1803 – 51.98 m2 - OFICINA 404-604-1804 – 31.27 m2 - OFICINA 405-605-1805 – 49.46 m2 - OFICINA 406-606-1806 – 45.00 m2 - OFICINA 407-607-1807 – 54.70 m2 - OFICINA 408-608-1808 – 50.55 m2 - OFICINA 409-609-1809 – 46.75 m2 - OFICINA 410-610-1810 – 49.38 m2 - OFICINA 411-611-1811 – 54.92 m2

Piso Par Típico 8°, 12°, 14°.	Oficinas	- OFICINA 801-1201-1401 – 37.45 m2
		- OFICINA 802-1202-1402 – 38.23 m2
		- OFICINA 803-1203-1403 – 51.77 m2
		- OFICINA 804-1204-1404 – 31.10 m2
		- OFICINA 805-1205-1405 – 49.13 m2
		- OFICINA 806-1206-1406 – 44.80 m2
		- OFICINA 807-1207-1407 – 53.87 m2
		- OFICINA 808-1208-1408 – 50.35 m2
		- OFICINA 809-1209-1409 – 46.40 m2
		- OFICINA 810-1210-1410 – 49.18 m2
		- OFICINA 411-1211-1411 – 54.01 m2
Piso 10°, 16°.	Oficinas	- OFICINA 1001-1601 – 56.81 m2
		- OFICINA 1002-1602 – 38.10 m2
		- OFICINA 1003-1603 – 51.98 m2
		- OFICINA 1004-1604 – 59.19 m2
		- OFICINA 1005-1605 – 49.46 m2
		- OFICINA 1006-1606 – 55.97 m2
		- OFICINA 1007-1607 – 50.55 m2
		- OFICINA 1008-1608 – 46.75 m2
		- OFICINA 1009-1609 – 49.38 m2
		- OFICINA 1010-1610 – 54.92 m2
Piso Impar Típico 5°, 7°, 9°, 11°, 13°, 15°, 17° y 19°.	Oficinas	- OFICINA 501-701-901-1101-1301-1501-1701-1901 – 38.61 m2
		- OFICINA 502-702-902-1102-1302-1502-1702-1902 – 38.23 m2
		- OFICINA 503-703-903-1103-1303-1503-1703-1903 – 53.29 m2
		- OFICINA 504-704-904-1104-1304-1504-1704-1904 – 32.14 m2
		- OFICINA 505-705-905-1105-1305-1505-1705-1905 – 51.12 m2
		- OFICINA 506-706-906-1106-1306-1506-1706-1906 – 46.27 m2
		- OFICINA 507-707-907-1107-1307-1507-1707-1907 – 58.48 m2
		- OFICINA 508-708-908-1108-1308-1508-1708-1908 – 52.29 m2
		- OFICINA 509-709-909-1109-1309-1509-1709-1909 – 48.25 m2
		- OFICINA 510-710-910-1110-1310-1510-1710-1910 – 51.04 m2
		- OFICINA 511-711-911-1111-1311-1511-1711-1911 – 58.84 m2
		A estos niveles se acceden a través de cuatro ascensores
Piso 20° y Azotea	Oficinas	- OFICINA 2001 – 37.45 m
		- OFICINA 2002 – 38.23 m2
		- OFICINA 2003 – 84.26 m2
		- OFICINA 2004 – 31.12 m2

		<ul style="list-style-type: none"> - OFICINA 2005 – 74.67 m2 - OFICINA 2006 – 44.77 m2 - OFICINA 2007 – 54.37 m2 - OFICINA 2008 – 75.04 m2 - OFICINA 2009 – 79.18 m2 - OFICINA 2010 – 96.14 m2 - OFICINA 2011 – 54.23 m2 																																				
		Este nivel cuenta con 5 oficinas de un nivel y 5 oficinas de dos niveles. Además del Área Técnica del edificio																																				
Sótanos	Estacionamientos	<p>Los sótanos contemplan todo el terreno, y cuentan con estacionamientos para 181 autos, distribuidos de la siguiente manera:</p> <table style="margin-left: 20px;"> <tr><td>1° Sótano</td><td>=</td><td>17</td><td>estacionamientos</td></tr> <tr><td>2° Sótano</td><td>=</td><td>21</td><td>estacionamientos</td></tr> <tr><td>3° Sótano</td><td>=</td><td>23</td><td>estacionamientos</td></tr> <tr><td>4° Sótano</td><td>=</td><td>23</td><td>estacionamientos</td></tr> <tr><td>5° Sótano</td><td>=</td><td>23</td><td>estacionamientos</td></tr> <tr><td>6° Sótano</td><td>=</td><td>23</td><td>estacionamientos</td></tr> <tr><td>7° Sótano</td><td>=</td><td>23</td><td>estacionamientos</td></tr> <tr><td>8° Sótano</td><td>=</td><td>24</td><td>estacionamientos</td></tr> <tr><td>9° Sótano</td><td>=</td><td>27</td><td>estacionamientos</td></tr> </table> <p>A estos se accede por medio de una rampa vehicular de 6m. Los sótanos cuentan además con cuarto para tableros eléctricos, depósitos, área para equipo de bombeo y cisternas.</p>	1° Sótano	=	17	estacionamientos	2° Sótano	=	21	estacionamientos	3° Sótano	=	23	estacionamientos	4° Sótano	=	23	estacionamientos	5° Sótano	=	23	estacionamientos	6° Sótano	=	23	estacionamientos	7° Sótano	=	23	estacionamientos	8° Sótano	=	24	estacionamientos	9° Sótano	=	27	estacionamientos
1° Sótano	=	17	estacionamientos																																			
2° Sótano	=	21	estacionamientos																																			
3° Sótano	=	23	estacionamientos																																			
4° Sótano	=	23	estacionamientos																																			
5° Sótano	=	23	estacionamientos																																			
6° Sótano	=	23	estacionamientos																																			
7° Sótano	=	23	estacionamientos																																			
8° Sótano	=	24	estacionamientos																																			
9° Sótano	=	27	estacionamientos																																			

4.2 Objetivo específico 2

Diseñar una propuesta de planificación basada en los principios del Last Planner System 2.0, aplicando herramientas como el plan maestro, lookahead y planificación semanal colaborativa en el edificio de 20 niveles en la etapa de acabados.

4.2.1 Aplicación de Last Planner System convencional:

4.2.1.1 Plan Maestro. La versión original del Last Planner System plantea como primer paso, la elaboración del “Plan Maestro” el cual es un cronograma en donde se abarca todo el proyecto de inicio a fin y detalla las actividades que permitirán lograr el objetivo. En el caso de la ejecución del edificio de oficinas de 20 niveles, la Tabla 7 presenta el cronograma general inicial con las partidas principales y su duración estimada.

Tabla 7.

Programación de actividades.

Partida	Nombre	Inicio	Finalización	Duración
1	PROYECTO IQ LINCE	27/09/2021	22/02/2022	107 días
1.1	ARQUITECTURA	27/09/2021	22/02/2022	107 días
1.1.1	SOTANOS	18/10/2021	03/01/2022	56 días
1.1.1.1	ACABADOS	18/10/2021	03/01/2022	56 días
1.1.2	TORRE	27/09/2021	14/02/2022	101 días
1.1.2.1	RECTIFICACIONES DE SOLAQUE Y	27/09/2021	16/11/2021	37 días
	REMATES			
1.1.2.1.1	PISO 6	27/09/2021	05/10/2021	
1.1.2.1.2	PISO 7	27/09/2021	05/10/2021	
1.1.2.1.3	PISO 8	27/09/2021	05/10/2021	
1.1.2.1.4	PISO 9	04/10/2021	12/10/2021	
1.1.2.1.5	PISO 10	04/10/2021	12/10/2021	
1.1.2.1.6	PISO 11	11/10/2021	19/10/2021	
1.1.2.1.7	PISO 12	11/10/2021	19/10/2021	7 días
1.1.2.1.8	PISO 13	18/10/2021	26/10/2021	
1.1.2.1.9	PISO 14	18/10/2021	26/10/2021	
1.1.2.1.10	PISO 15	25/10/2021	02/11/2021	
1.1.2.1.11	PISO 16	25/10/2021	02/11/2021	
1.1.2.1.12	PISO 17	02/11/2021	10/11/2021	
1.1.2.1.13	PISO 18	02/11/2021	10/11/2021	

1.1.2.1.14	PISO 19	08/11/2021	16/11/2021	
1.1.2.1.15	PISO 20	08/11/2021	16/11/2021	
1.1.2.2	LIMPIEZA DE PISO Y REMATES	27/09/2021	16/11/2021	37 días
1.1.2.2.1	PISO 6	27/09/2021	05/10/2021	
1.1.2.2.2	PISO 7	27/09/2021	05/10/2021	
1.1.2.2.3	PISO 8	27/09/2021	05/10/2021	
1.1.2.2.4	PISO 9	04/10/2021	12/10/2021	
1.1.2.2.5	PISO 10	04/10/2021	12/10/2021	
1.1.2.2.6	PISO 11	11/10/2021	19/10/2021	
1.1.2.2.7	PISO 12	11/10/2021	19/10/2021	
1.1.2.2.8	PISO 13	18/10/2021	26/10/2021	7 días
1.1.2.2.9	PISO 14	18/10/2021	26/10/2021	
1.1.2.2.10	PISO 15	25/10/2021	02/11/2021	
1.1.2.2.11	PISO 16	25/10/2021	02/11/2021	
1.1.2.2.12	PISO 17	02/11/2021	10/11/2021	
1.1.2.2.13	PISO 18	02/11/2021	10/11/2021	
1.1.2.2.14	PISO 19	08/11/2021	16/11/2021	
1.1.2.2.15	PISO 20	08/11/2021	16/11/2021	
1.1.2.3	SONDEO Y CABLEADO	06/10/2021	24/11/2021	36 días
1.1.2.3.1	PISO 6	06/10/2021	13/10/2021	
1.1.2.3.2	PISO 7	06/10/2021	13/10/2021	
1.1.2.3.3	PISO 8	06/10/2021	13/10/2021	
1.1.2.3.4	PISO 9	13/10/2021	20/10/2021	
1.1.2.3.5	PISO 10	13/10/2021	20/10/2021	
1.1.2.3.6	PISO 11	20/10/2021	27/10/2021	
1.1.2.3.7	PISO 12	20/10/2021	27/10/2021	6 días
1.1.2.3.8	PISO 13	27/10/2021	03/11/2021	
1.1.2.3.9	PISO 14	27/10/2021	03/11/2021	
1.1.2.3.10	PISO 15	03/11/2021	10/11/2021	
1.1.2.3.11	PISO 16	03/11/2021	10/11/2021	
1.1.2.3.12	PISO 17	11/11/2021	18/11/2021	
1.1.2.3.13	PISO 18	11/11/2021	18/11/2021	

1.1.2.3.14	PISO 19	17/11/2021	24/11/2021	
1.1.2.3.15	PISO 20	17/11/2021	24/11/2021	
1.1.2.4	ENCHAPE Y FRAGUA	27/09/2021	03/12/2021	50 días
1.1.2.4.1	PISO 5	27/09/2021	05/10/2021	
1.1.2.4.2	PISO 6	04/10/2021	12/10/2021	
1.1.2.4.3	PISO 7	14/10/2021	22/10/2021	
1.1.2.4.4	PISO 8	14/10/2021	22/10/2021	
1.1.2.4.5	PISO 9	21/10/2021	29/10/2021	
1.1.2.4.6	PISO 10	21/10/2021	29/10/2021	
1.1.2.4.7	PISO 11	28/10/2021	05/11/2021	
1.1.2.4.8	PISO 12	28/10/2021	05/11/2021	
1.1.2.4.9	PISO 13	04/11/2021	12/11/2021	7 días
1.1.2.4.10	PISO 14	04/11/2021	12/11/2021	
1.1.2.4.11	PISO 15	11/11/2021	19/11/2021	
1.1.2.4.12	PISO 16	11/11/2021	19/11/2021	
1.1.2.4.13	PISO 17	19/11/2021	29/11/2021	
1.1.2.4.14	PISO 18	19/11/2021	29/11/2021	
1.1.2.4.15	PISO 19	25/11/2021	03/12/2021	
1.1.2.4.16	PISO 20	25/11/2021	03/12/2021	
1.1.2.5	PINTURA(MURO-TECHO)	27/09/2021	14/12/2021	57 días
1.1.2.5.1	PISO 4	27/09/2021	05/10/2021	
1.1.2.5.2	PISO 5	06/10/2021	14/10/2021	
1.1.2.5.3	PISO 6	13/10/2021	21/10/2021	
1.1.2.5.4	PISO 7	25/10/2021	02/11/2021	
1.1.2.5.5	PISO 8	25/10/2021	02/11/2021	
1.1.2.5.6	PISO 9	01/11/2021	09/11/2021	
1.1.2.5.7	PISO 10	01/11/2021	09/11/2021	7 días
1.1.2.5.8	PISO 11	08/11/2021	16/11/2021	
1.1.2.5.9	PISO 12	08/11/2021	16/11/2021	
1.1.2.5.10	PISO 13	15/11/2021	23/11/2021	
1.1.2.5.11	PISO 14	15/11/2021	23/11/2021	
1.1.2.5.12	PISO 15	22/11/2021	30/11/2021	

1.1.2.5.13	PISO 16	22/11/2021	30/11/2021	
1.1.2.5.14	PISO 17	30/11/2021	08/12/2021	
1.1.2.5.15	PISO 18	30/11/2021	08/12/2021	
1.1.2.5.16	PISO 19	06/12/2021	14/12/2021	
1.1.2.5.17	PISO 20	06/12/2021	14/12/2021	
1.1.2.6	ACI	06/10/2021	23/12/2021	57 días
1.1.2.6.1	PISO 3	06/10/2021	14/10/2021	
1.1.2.6.2	PISO 4	06/10/2021	14/10/2021	
1.1.2.6.3	PISO 5	15/10/2021	25/10/2021	
1.1.2.6.4	PISO 6	22/10/2021	01/11/2021	
1.1.2.6.5	PISO 7	03/11/2021	11/11/2021	
1.1.2.6.6	PISO 8	03/11/2021	11/11/2021	
1.1.2.6.7	PISO 9	10/11/2021	18/11/2021	
1.1.2.6.8	PISO 10	10/11/2021	18/11/2021	
1.1.2.6.9	PISO 11	17/11/2021	25/11/2021	
1.1.2.6.10	PISO 12	17/11/2021	25/11/2021	7 días
1.1.2.6.11	PISO 13	24/11/2021	02/12/2021	
1.1.2.6.12	PISO 14	24/11/2021	02/12/2021	
1.1.2.6.13	PISO 15	01/12/2021	09/12/2021	
1.1.2.6.14	PISO 16	01/12/2021	09/12/2021	
1.1.2.6.15	PISO 17	09/12/2021	17/12/2021	
1.1.2.6.16	PISO 18	09/12/2021	17/12/2021	
1.1.2.6.17	PISO 19	15/12/2021	23/12/2021	
1.1.2.6.18	PISO 20	15/12/2021	23/12/2021	
1.1.2.7	APARATOS SANITARIOS Y GRIFERIA	20/10/2021	03/01/2022	54 días
1.1.2.7.1	PISO 3	20/10/2021	28/10/2021	
1.1.2.7.2	PISO 4	27/10/2021	04/11/2021	
1.1.2.7.3	PISO 5	26/10/2021	03/11/2021	
1.1.2.7.4	PISO 6	02/11/2021	10/11/2021	7 días
1.1.2.7.5	PISO 7	12/11/2021	22/11/2021	
1.1.2.7.6	PISO 8	12/11/2021	22/11/2021	
1.1.2.7.7	PISO 9	19/11/2021	29/11/2021	

1.1.2.7.8	PISO 10	19/11/2021	29/11/2021	
1.1.2.7.9	PISO 11	26/11/2021	06/12/2021	
1.1.2.7.10	PISO 12	26/11/2021	06/12/2021	
1.1.2.7.11	PISO 13	03/12/2021	13/12/2021	
1.1.2.7.12	PISO 14	03/12/2021	13/12/2021	
1.1.2.7.13	PISO 15	10/12/2021	20/12/2021	
1.1.2.7.14	PISO 16	10/12/2021	20/12/2021	
1.1.2.7.15	PISO 17	20/12/2021	28/12/2021	
1.1.2.7.16	PISO 18	20/12/2021	28/12/2021	
1.1.2.7.17	PISO 19	24/12/2021	03/01/2022	
1.1.2.7.18	PISO 20	24/12/2021	03/01/2022	
1.1.2.8	PUERTAS	06/12/2021	28/01/2022	40 días
1.1.2.8.1	PISO 3	06/12/2021	10/12/2021	
1.1.2.8.2	PISO 4	06/12/2021	10/12/2021	
1.1.2.8.3	PISO 5	06/12/2021	10/12/2021	
1.1.2.8.4	PISO 6	15/12/2021	21/12/2021	
1.1.2.8.5	PISO 7	15/12/2021	21/12/2021	
1.1.2.8.6	PISO 8	15/12/2021	21/12/2021	
1.1.2.8.7	PISO 9	24/12/2021	30/12/2021	
1.1.2.8.8	PISO 10	24/12/2021	30/12/2021	
1.1.2.8.9	PISO 11	24/12/2021	30/12/2021	
1.1.2.8.10	PISO 12	04/01/2022	10/01/2022	5 días
1.1.2.8.11	PISO 13	04/01/2022	10/01/2022	
1.1.2.8.12	PISO 14	04/01/2022	10/01/2022	
1.1.2.8.13	PISO 15	13/01/2022	19/01/2022	
1.1.2.8.14	PISO 16	13/01/2022	19/01/2022	
1.1.2.8.15	PISO 17	13/01/2022	19/01/2022	
1.1.2.8.16	PISO 18	24/01/2022	28/01/2022	
1.1.2.8.17	PISO 19	24/01/2022	28/01/2022	
1.1.2.8.18	PISO 20	24/01/2022	28/01/2022	
1.1.2.9	VIDRIOS Y MAMPARAS PERFILERIA	06/12/2021	10/02/2022	49 días
1.1.2.9.1	PISO 3	06/12/2021	10/12/2021	5 días
1.1.2.9.2	PISO 4	06/12/2021	14/12/2021	7 días

1.1.2.9.3	PISO 5	15/12/2021	23/12/2021	
1.1.2.9.4	PISO 6	15/12/2021	23/12/2021	
1.1.2.9.5	PISO 7	15/12/2021	23/12/2021	
1.1.2.9.6	PISO 8	24/12/2021	03/01/2022	
1.1.2.9.7	PISO 9	24/12/2021	03/01/2022	
1.1.2.9.8	PISO 10	24/12/2021	03/01/2022	
1.1.2.9.9	PISO 11	04/01/2022	12/01/2022	
1.1.2.9.10	PISO 12	04/01/2022	12/01/2022	
1.1.2.9.11	PISO 13	04/01/2022	12/01/2022	
1.1.2.9.12	PISO 14	13/01/2022	21/01/2022	
1.1.2.9.13	PISO 15	13/01/2022	21/01/2022	
1.1.2.9.14	PISO 16	13/01/2022	21/01/2022	
1.1.2.9.15	PISO 17	24/01/2022	01/02/2022	
1.1.2.9.16	PISO 18	24/01/2022	01/02/2022	
1.1.2.9.17	PISO 19	24/01/2022	01/02/2022	
1.1.2.9.18	PISO 20	02/02/2022	10/02/2022	
1.1.2.10	REMATES DE PINTURA	11/10/2021	10/02/2022	89 días
1.1.2.10.1	PISO 2	11/10/2021	19/10/2021	
1.1.2.10.2	PISO 3	13/12/2021	21/12/2021	
1.1.2.10.3	PISO 4	15/12/2021	23/12/2021	
1.1.2.10.4	PISO 5	13/12/2021	21/12/2021	
1.1.2.10.5	PISO 6	24/12/2021	03/01/2022	
1.1.2.10.6	PISO 7	24/12/2021	03/01/2022	
1.1.2.10.7	PISO 8	24/12/2021	03/01/2022	
1.1.2.10.8	PISO 9	04/01/2022	12/01/2022	7 días
1.1.2.10.9	PISO 10	04/01/2022	12/01/2022	
1.1.2.10.10	PISO 11	04/01/2022	12/01/2022	
1.1.2.10.11	PISO 12	13/01/2022	21/01/2022	
1.1.2.10.12	PISO 13	13/01/2022	21/01/2022	
1.1.2.10.13	PISO 14	13/01/2022	21/01/2022	
1.1.2.10.14	PISO 15	24/01/2022	01/02/2022	
1.1.2.10.15	PISO 16	24/01/2022	01/02/2022	

1.1.2.10.16	PISO 17	24/01/2022	01/02/2022	
1.1.2.10.17	PISO 18	02/02/2022	10/02/2022	
1.1.2.10.18	PISO 19	02/02/2022	10/02/2022	
1.1.2.10.19	PISO 20	02/02/2022	10/02/2022	
1.1.2.11	ACABADOS DE ESPECIALIDADES	18/10/2021	01/02/2022	77 días
1.1.2.11.1	PISO 2	18/10/2021	22/10/2021	
1.1.2.11.2	PISO 3	24/12/2021	30/12/2021	
1.1.2.11.3	PISO 4	22/12/2021	28/12/2021	
1.1.2.11.4	PISO 5	22/12/2021	28/12/2021	
1.1.2.11.5	PISO 6	29/12/2021	04/01/2022	
1.1.2.11.6	PISO 7	29/12/2021	04/01/2022	
1.1.2.11.7	PISO 8	29/12/2021	04/01/2022	
1.1.2.11.8	PISO 9	05/01/2022	11/01/2022	
1.1.2.11.9	PISO 10	05/01/2022	11/01/2022	
1.1.2.11.10	PISO 11	05/01/2022	11/01/2022	5 días
1.1.2.11.11	PISO 12	12/01/2022	18/01/2022	
1.1.2.11.12	PISO 13	12/01/2022	18/01/2022	
1.1.2.11.13	PISO 14	12/01/2022	18/01/2022	
1.1.2.11.14	PISO 15	19/01/2022	25/01/2022	
1.1.2.11.15	PISO 16	19/01/2022	25/01/2022	
1.1.2.11.16	PISO 17	19/01/2022	25/01/2022	
1.1.2.11.17	PISO 18	26/01/2022	01/02/2022	
1.1.2.11.18	PISO 19	26/01/2022	01/02/2022	
1.1.2.11.19	PISO 20	26/01/2022	01/02/2022	
1.1.2.12	ENTREGA DE OFICINAS	15/11/2021	14/02/2022	66 días
1.1.2.12.1	PISO 2	15/11/2021	19/11/2021	
1.1.2.12.2	PISO 3	04/01/2022	10/01/2022	
1.1.2.12.3	PISO 4	31/12/2021	06/01/2022	
1.1.2.12.4	PISO 5	04/01/2022	10/01/2022	5 días
1.1.2.12.5	PISO 6	11/01/2022	17/01/2022	
1.1.2.12.6	PISO 7	11/01/2022	17/01/2022	
1.1.2.12.7	PISO 8	11/01/2022	17/01/2022	

1.1.2.12.8	PISO 9	18/01/2022	24/01/2022	
1.1.2.12.9	PISO 10	18/01/2022	24/01/2022	
1.1.2.12.10	PISO 11	18/01/2022	24/01/2022	
1.1.2.12.11	PISO 12	25/01/2022	31/01/2022	
1.1.2.12.12	PISO 13	25/01/2022	31/01/2022	
1.1.2.12.13	PISO 14	25/01/2022	31/01/2022	
1.1.2.12.14	PISO 15	01/02/2022	07/02/2022	
1.1.2.12.15	PISO 16	01/02/2022	07/02/2022	
1.1.2.12.16	PISO 17	01/02/2022	07/02/2022	
1.1.2.12.17	PISO 18	08/02/2022	14/02/2022	
1.1.2.12.18	PISO 19	08/02/2022	14/02/2022	
1.1.2.12.19	PISO 20	08/02/2022	14/02/2022	
1.1.3	INSTALACIONES	27/09/2021	01/02/2022	91,34días
1.1.3.1	ACI	04/10/2021	01/11/2021	21 días
1.1.3.2	PRESION CONSTANTE	18/10/2021	05/11/2021	15 días
1.1.3.3	EXTRACCION CO	13/10/2021	15/11/2021	24 días
1.1.3.4	IIEE	27/09/2021	15/11/2021	36 días
1.1.3.5	IISS	11/10/2021	31/01/2022	80,34 días
1.1.3.6	DACI	27/09/2021	01/02/2022	91,34 días
1.1.3.7	GRUPO ELECTROGENO	27/09/2021	05/11/2021	30 días
1.1.4	CISTERNA	27/09/2021	25/10/2021	21 días
1.1.4.1	ACI	27/09/2021	25/10/2021	21 días
1.1.4.2	USO COMUN	27/09/2021	25/10/2021	
1.1.5	ASCENSOR	02/11/2021	22/02/2022	81 días
1.1.5.1	NEGATIVO	02/11/2021	22/02/2022	81 días
1.1.5.1.1	INSTALACION	02/11/2021	01/02/2022	66 días
1.1.5.1.2	ACABADOS	02/02/2022	22/02/2022	15 días
1.1.5.2	POSITIVO	02/11/2021	22/02/2022	81 días
1.1.5.2.1	INSTALACION	02/11/2021	01/02/2022	66 días
1.1.5.2.2	ACABADOS	02/02/2022	22/02/2022	15 días
1.1.6	ESCALERAS	27/09/2021	18/01/2022	82 días
1.1.6.1	GRUESO (TARRAJEO - CONTRAPASO Y PASO)	27/09/2021	19/11/2021	40 días

1.1.6.2 ACABADO (PINTURA TECHO MURO Y BARANDA) 22/11/2021 18/01/2022 42 días

1.1.7	FACHADAS	27/09/2021	18/02/2022	105 días
1.1.7.1	PRINCIPAL	27/09/2021	18/02/2022	105 días
1.1.7.1.1	TARRAJEO	27/09/2021	31/12/2021	70 días
1.1.7.1.2	MICROCEMENTO	13/12/2021	28/01/2022	35 días
1.1.7.1.3	VIDRIOS	10/01/2022	18/02/2022	30 días
1.1.7.2	CIEGA	27/09/2021	25/10/2021	21 días
1.1.7.2.1	SOLAQUEO	27/09/2021	25/10/2021	21 días
1.1.8	PASADIZOS COMUNES	04/10/2021	17/01/2022	76 días
1.1.8.1	RECTIFICACION DE MUROS TECHO Y PISOS	04/10/2021	08/10/2021	5 días
1.1.8.2	SARDINELES EN DUCTOS	11/10/2021	15/10/2021	
1.1.8.3	ENCHAPE Y FRAGUA EN PISOS	18/10/2021	26/10/2021	7 días
1.1.8.4	DRYWALL	27/10/2021	04/11/2021	
1.1.8.5	EMPASTE GRUESO	05/11/2021	10/11/2021	
1.1.8.6	EMPASTE FINO	11/11/2021	16/11/2021	4 días
1.1.8.7	LIJADO PULIDO	17/11/2021	22/11/2021	
1.1.8.8	1ER MANO PINTURA	23/11/2021	29/11/2021	5 días
1.1.8.9	INSTALACION DE SISTEMA ACI INTERIOR	30/11/2021	08/12/2021	
1.1.8.10	PUERTAS CORTAFUEGO	09/12/2021	17/12/2021	7 días
1.1.8.11	REMASILLADO Y LIJADO	20/12/2021	28/12/2021	
1.1.8.12	2DA MANO DE PINTURA	29/12/2021	06/01/2022	
1.1.8.13	SEÑALIZACION Y EQUIPAMIENTO	07/01/2022	17/01/2022	
1.1.9	AZOTEA	18/10/2021	18/02/2022	90 días
1.1.9.1	SOLAQUEO DE ESTRUCTURA	18/10/2021	01/11/2021	11 días
1.1.9.2	ASENTADO DE LADRILLO	27/10/2021	09/11/2021	10 días
1.1.9.3	SOLAQUEO DE LADRILLO	08/11/2021	17/11/2021	
1.1.9.4	ENCHAPE DE PISO	17/01/2022	26/01/2022	8 días
1.1.9.5	PINTURA 1ERA MANO	24/01/2022	02/02/2022	
1.1.9.6	PUERTAS CONTRAPLACADAS	02/02/2022	08/02/2022	
1.1.9.7	VIDRIOS YMAMPARAS	08/02/2022	14/02/2022	5 días
1.1.9.8	APARATOS SANITARIOS Y	01/02/2022	07/02/2022	

	GRIFERIAS			
1.1.9.9	PINTURA 2DA MANO	01/02/2022	07/02/2022	
1.1.9.10	AREAS VERDES	07/02/2022	11/02/2022	
1.1.9.11	CAPINTERIA METALICA Y OTRO	14/02/2022	18/02/2022	
1.1.10	PISO 01 OFICINAS Y LOCALES COMERCIALES	15/11/2021	26/01/2022	53 días
1.1.10.1	REMATES DE ESTRUCTURAS Y LADRILLO	15/11/2021	23/11/2021	7 días
1.1.10.2	ENCHAPE DE PISO	24/11/2021	03/12/2021	8 días
1.1.10.3	PINTURA 1ERA MANO	06/12/2021	10/12/2021	5 días
1.1.10.4	MUEBLES	13/12/2021	15/12/2021	3 días
1.1.10.5	PUERTAS CONTRAPLACADAS	16/12/2021	20/12/2021	
1.1.10.6	VIDRIOS Y MAMPARAS	21/12/2021	27/12/2021	
1.1.10.7	APARATOS SANITARIOS Y GRIFERIAS	28/12/2021	03/01/2022	5 días
1.1.10.8	PINTURA 2DA MANO	04/01/2022	17/01/2022	10 días
1.1.10.9	ACABADOS VARIOS	18/01/2022	26/01/2022	7 días
1.1.11	EXTERIORES AV - AREQUIPA	20/10/2021	20/01/2022	67 días
1.1.11.1	DEMOLICION DE BAÑOS PROVICIONALES	20/10/2021	28/10/2021	7 días
1.1.11.2	EJECUCION DE LOSA EXTERIOR	19/11/2021	09/12/2021	15 días
1.1.11.3	COLOCACION DE BOLARDOS	10/12/2021	16/12/2021	
1.1.11.4	COLOCACION DE PORTON METALICO	17/12/2021	23/12/2021	
1.1.11.5	REVESTIMIENTO DE COLUMNAS	24/12/2021	30/12/2021	
1.1.11.6	REJILLAS DE VENTILACION	31/12/2021	06/01/2022	5 días
1.1.11.7	REPARACION DE VEREDAS CONCRETO EXTERIOR	07/01/2022	13/01/2022	
1.1.11.8	RETIRO DE CERCO DE OBRA	14/01/2022	20/01/2022	

En la programación original del proyecto, se tenía planeado iniciar la fase de arquitectura (lo cual incluye los acabados) el 27 de setiembre del 2021 y finalizar el 22 de febrero del 2022. Este programa se valida posteriormente en la programación por fases, y las

actividades que incluye, se desglosan con mayor detalle al crear el cronograma de preparación para la ejecución.

4.2.1.2 Planeación por fases. En esta fase, los profesionales encargados de cada hito, colaboraron en equipo para planificar cómo completar el trabajo en el tiempo establecido. Para ello, los equipos, antes de iniciar una nueva fase, planificaron la operación a contratiempo desde la fecha límite del hito. Además de ello, se el LPS establece que se deberán definir las actividades asignándoles colores por cada macroproceso. Sin embargo, en este caso, el equipo asignó colores por cada nivel de la edificación, independientemente de los procesos que se realizarían en él:

Figura 6.

Ejemplo de la asignación de colores realizada a cada frente de trabajo.

SOT	SOTANO	P9-P10	A2Q
AL	ASENTADO DE LADRILLO	P11-P12	PISO 11 Y 12
F2	FACHADA	P13-P14	PISO 13 Y 14
DE	DUCTO EXTERIOR	P15-P16	PISO 15 Y 16
P1	PISO 1	P17-P18	PISO 17 Y 18
P2	PISO 2	P19	PISO 19
P3	PISO 3	P20	PISO 20
P4	PISO 4	AZ	AZOTEA
P5	PISO 5	UC	AREA DE USO COMUN
P6	PISO 6	EXT	EXTERIORES
P7 - P8	PISO 7 Y 8		

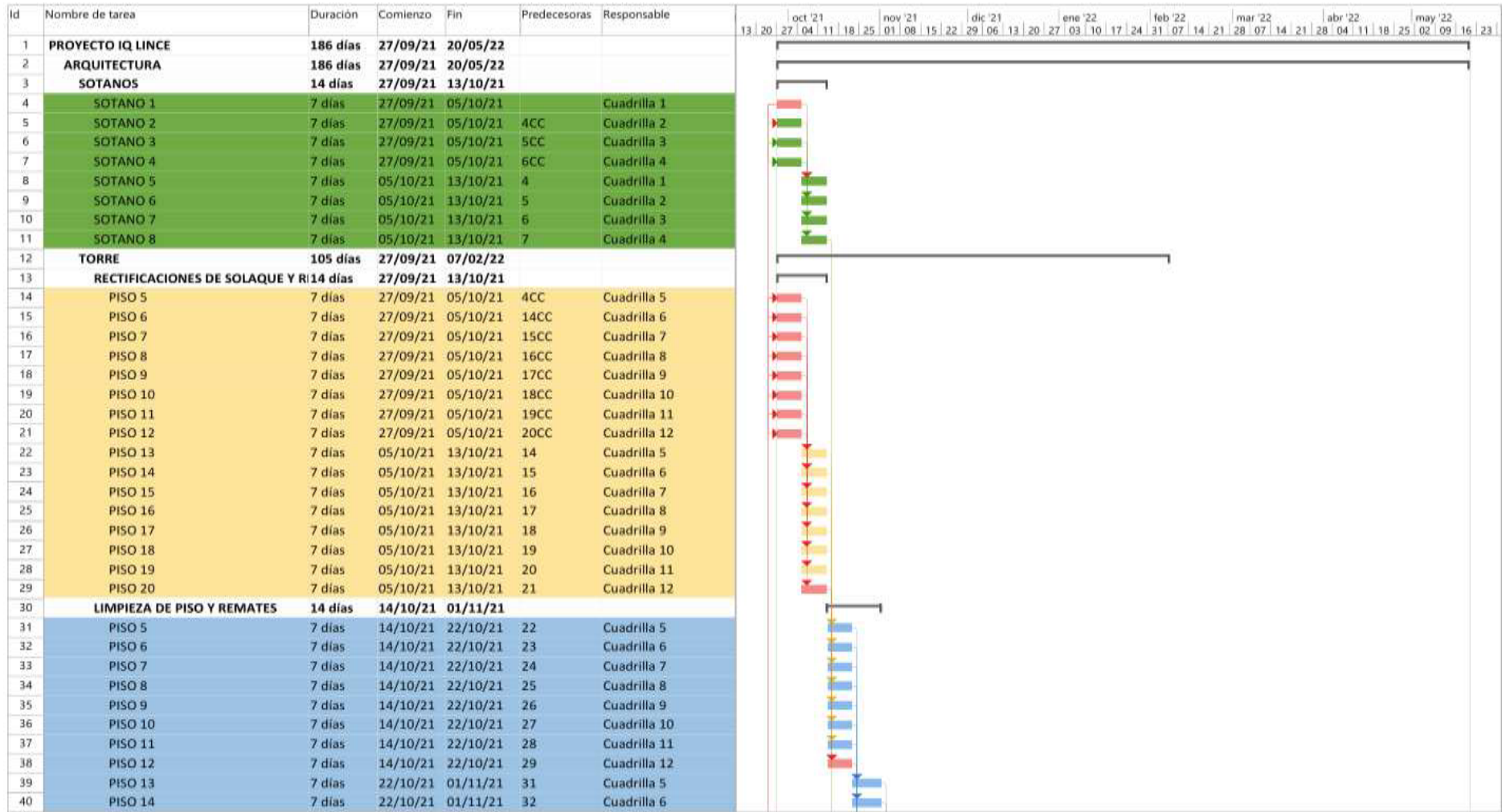
4.2.2 Aplicación de Last Planner System 2.0:

Respondiendo a la problemática planteada en los párrafos precedentes, nace la necesidad de implementar un sistema que garantice mayor control y mejor planificación de los hitos del proyecto, reduciendo incertidumbre.

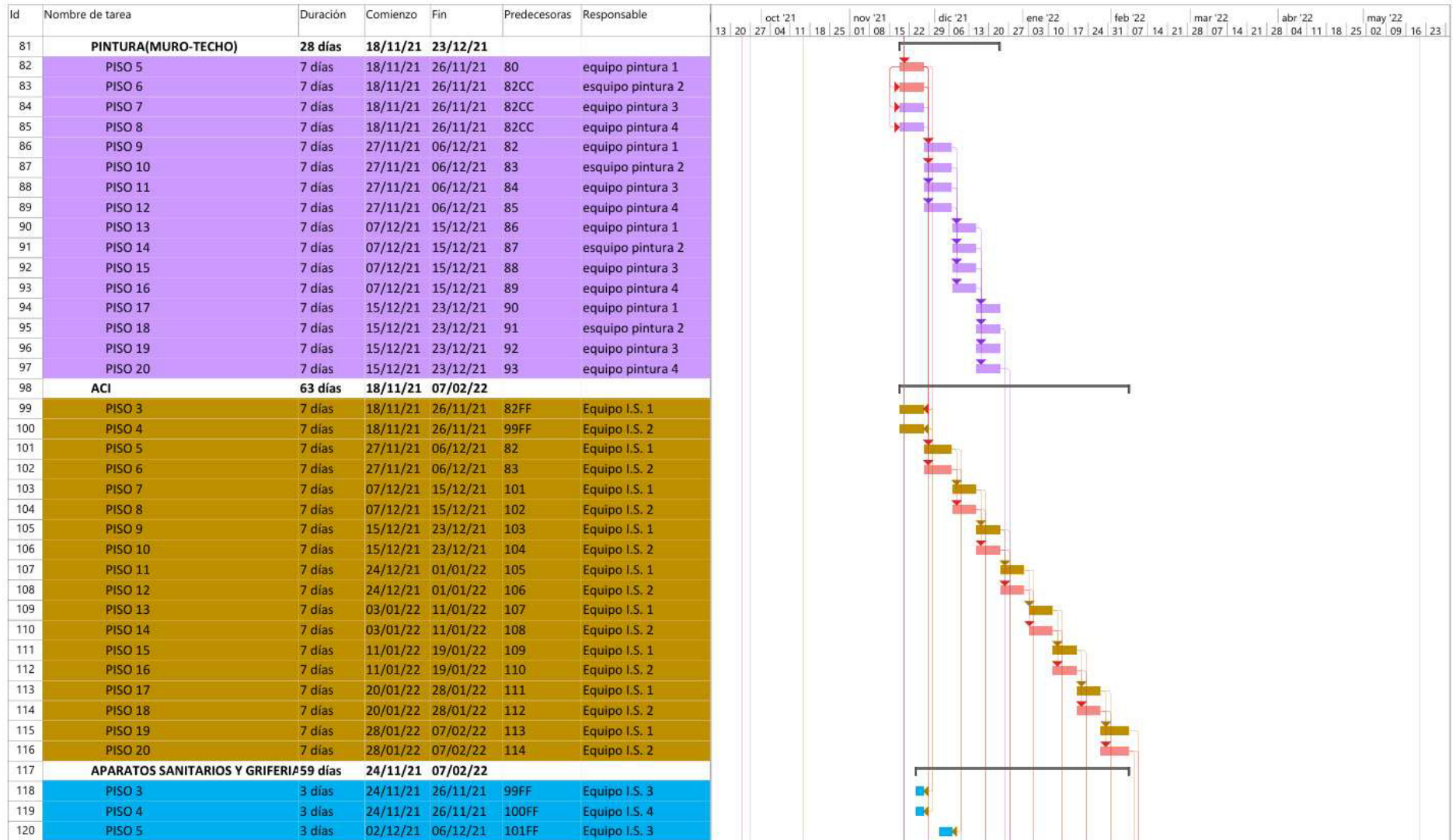
4.2.2.1 Desarrollo del Plan Maestro. Con las actividades realizadas anteriormente, se desarrolla un plan a gran escala (Plan Maestro) que incluye hitos clave y la secuencia general del trabajo.

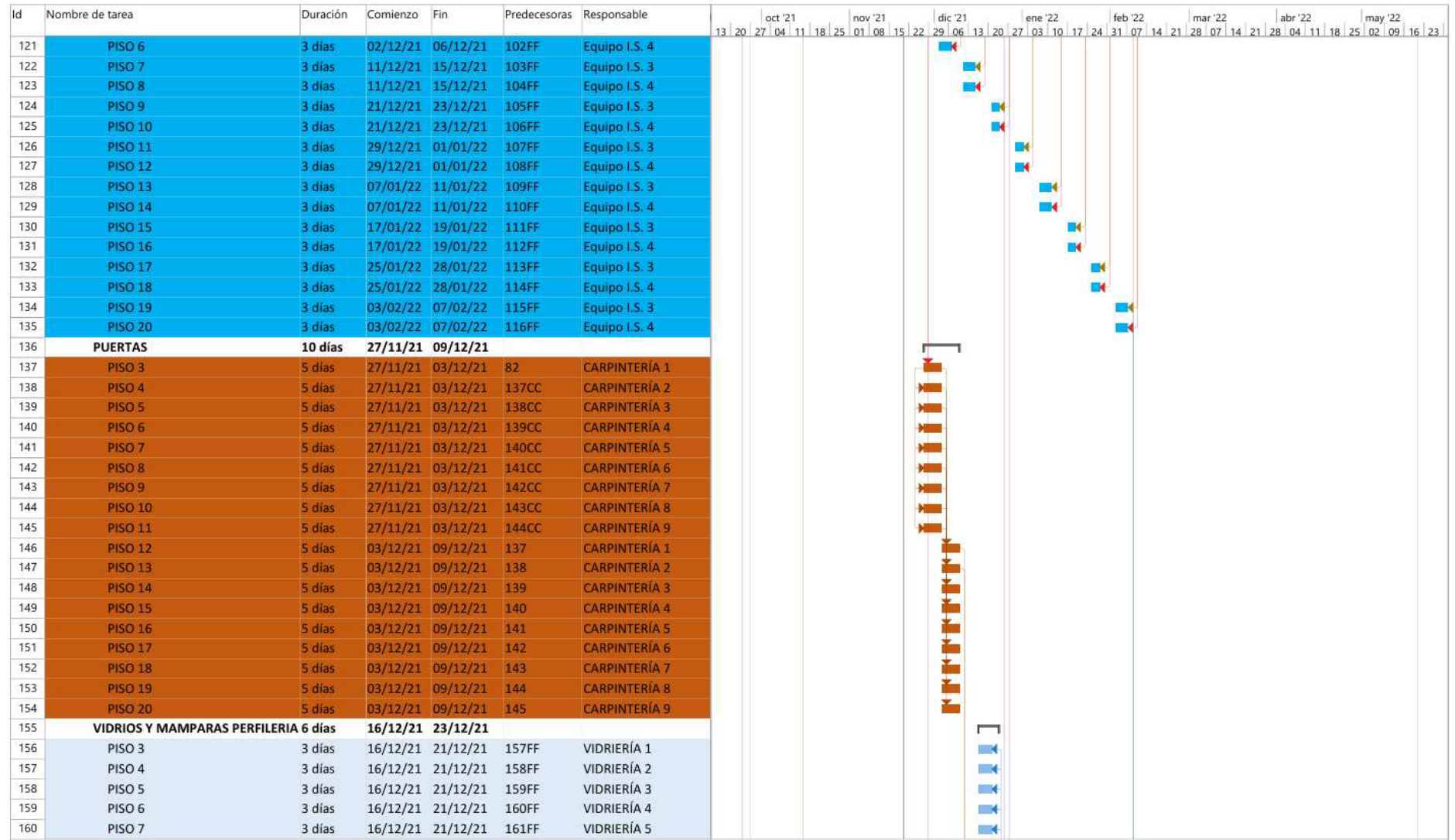
Tabla 8.

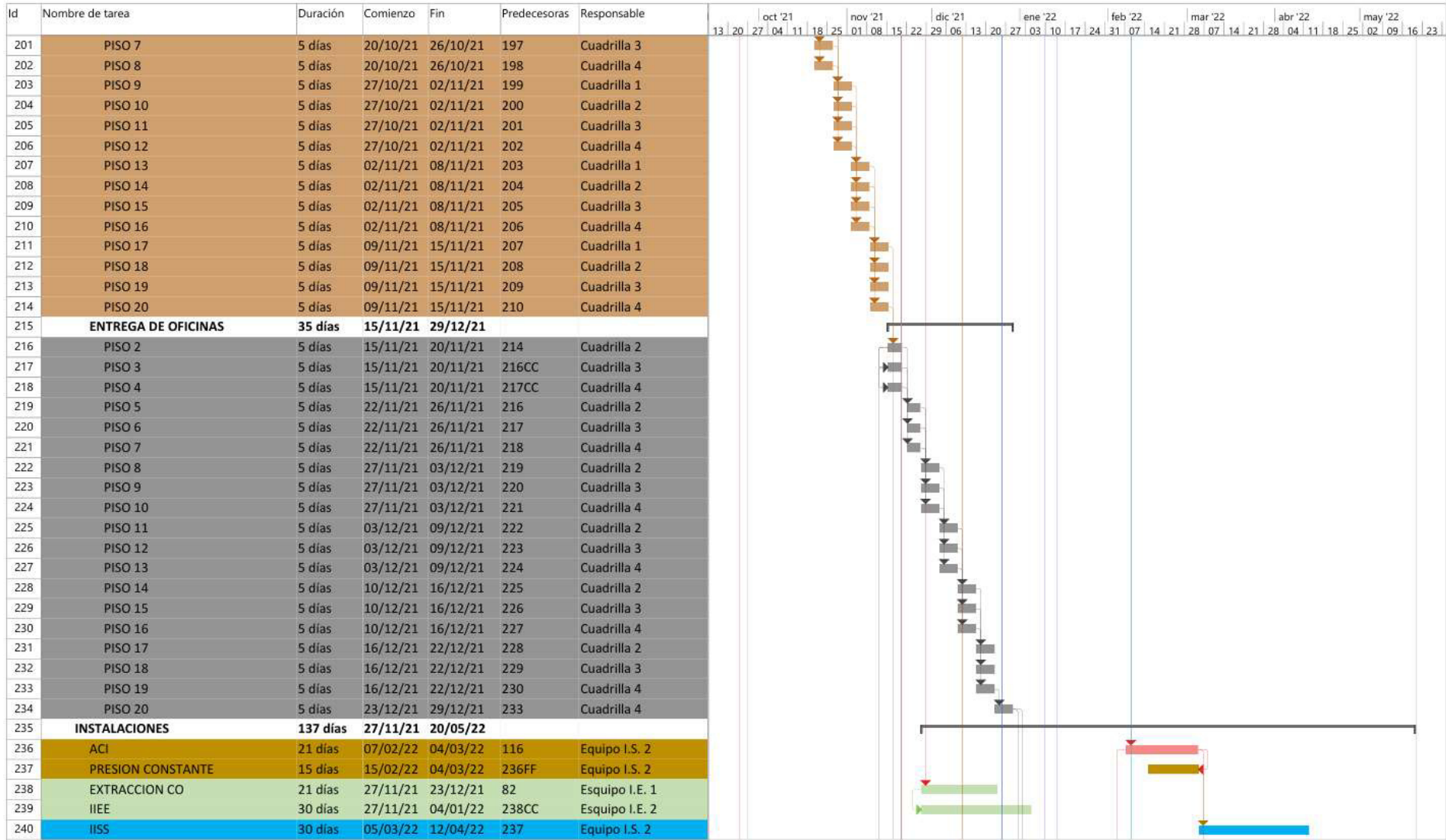
Plan Maestro.

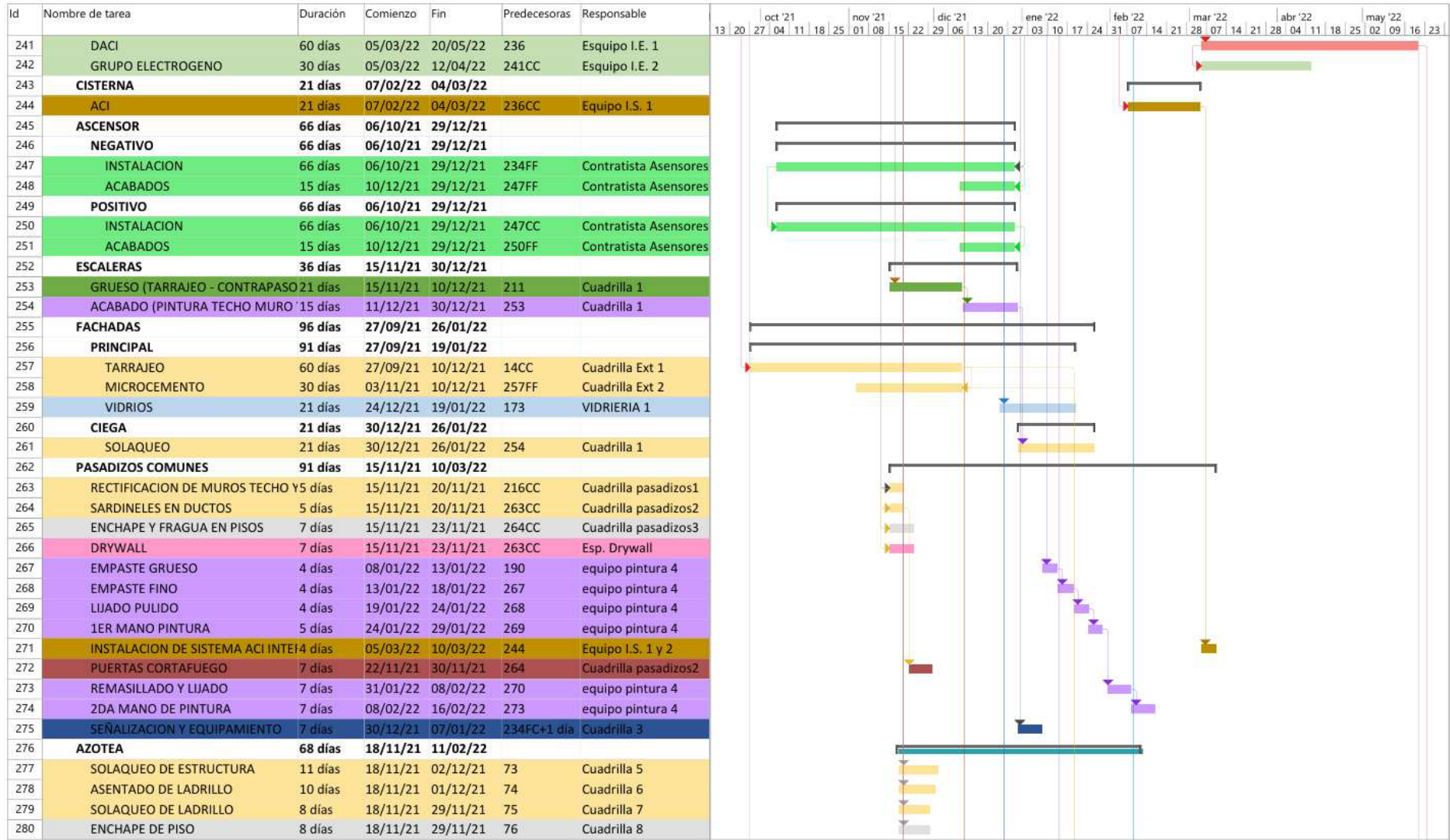


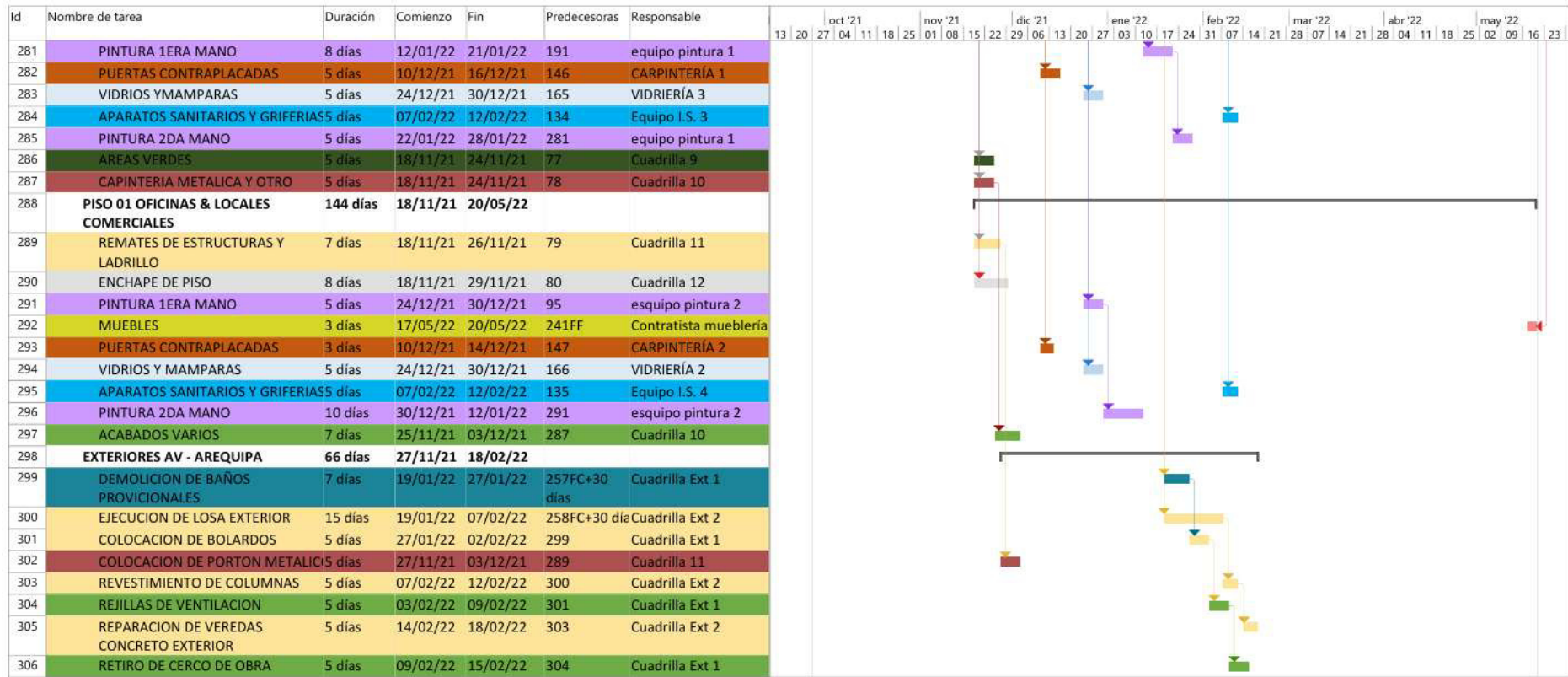
Id	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras	Responsable	Gantt Chart (Timeline from Oct '21 to May '22)																			
41	PISO 15	7 días	22/10/21	01/11/21	33	Cuadrilla 7	[Task bar: Oct 22 - Nov 01]																			
42	PISO 16	7 días	22/10/21	01/11/21	34	Cuadrilla 8	[Task bar: Oct 22 - Nov 01]																			
43	PISO 17	7 días	22/10/21	01/11/21	35	Cuadrilla 9	[Task bar: Oct 22 - Nov 01]																			
44	PISO 18	7 días	22/10/21	01/11/21	36	Cuadrilla 10	[Task bar: Oct 22 - Nov 01]																			
45	PISO 19	7 días	22/10/21	01/11/21	37	Cuadrilla 11	[Task bar: Oct 22 - Nov 01]																			
46	PISO 20	7 días	22/10/21	01/11/21	38	Cuadrilla 12	[Task bar: Oct 22 - Nov 01]																			
47	SONDEO Y CABLEADO	48 días	27/09/21	25/11/21			[Summary bar: Sep 27 - Nov 25]																			
48	PISO 5	6 días	27/09/21	04/10/21	4CC	Cuadrilla electric. 1	[Task bar: Sep 27 - Oct 03]																			
49	PISO 6	6 días	27/09/21	04/10/21	48CC	Cuadrilla electric. 2	[Task bar: Sep 27 - Oct 03]																			
50	PISO 7	6 días	04/10/21	11/10/21	48	Cuadrilla electric. 1	[Task bar: Oct 04 - Oct 10]																			
51	PISO 8	6 días	04/10/21	11/10/21	49	Cuadrilla electric. 2	[Task bar: Oct 04 - Oct 10]																			
52	PISO 9	6 días	12/10/21	19/10/21	50	Cuadrilla electric. 1	[Task bar: Oct 12 - Oct 18]																			
53	PISO 10	6 días	12/10/21	19/10/21	51	Cuadrilla electric. 2	[Task bar: Oct 12 - Oct 18]																			
54	PISO 11	6 días	19/10/21	26/10/21	52	Cuadrilla electric. 1	[Task bar: Oct 19 - Oct 25]																			
55	PISO 12	6 días	19/10/21	26/10/21	53	Cuadrilla electric. 2	[Task bar: Oct 19 - Oct 25]																			
56	PISO 13	6 días	27/10/21	03/11/21	54	Cuadrilla electric. 1	[Task bar: Oct 27 - Nov 03]																			
57	PISO 14	6 días	27/10/21	03/11/21	55	Cuadrilla electric. 2	[Task bar: Oct 27 - Nov 03]																			
58	PISO 15	6 días	03/11/21	10/11/21	56	Cuadrilla electric. 1	[Task bar: Nov 03 - Nov 09]																			
59	PISO 16	6 días	03/11/21	10/11/21	57	Cuadrilla electric. 2	[Task bar: Nov 03 - Nov 09]																			
60	PISO 17	6 días	11/11/21	18/11/21	58	Cuadrilla electric. 1	[Task bar: Nov 11 - Nov 17]																			
61	PISO 18	6 días	11/11/21	18/11/21	59	Cuadrilla electric. 2	[Task bar: Nov 11 - Nov 17]																			
62	PISO 19	6 días	18/11/21	25/11/21	60	Cuadrilla electric. 1	[Task bar: Nov 18 - Nov 24]																			
63	PISO 20	6 días	18/11/21	25/11/21	61	Cuadrilla electric. 2	[Task bar: Nov 18 - Nov 24]																			
64	ENCHAPE Y FRAGUA	14 días	01/11/21	18/11/21			[Summary bar: Nov 01 - Nov 18]																			
65	PISO 5	7 días	01/11/21	09/11/21	39	Cuadrilla 5	[Task bar: Nov 01 - Nov 08]																			
66	PISO 6	7 días	01/11/21	09/11/21	40	Cuadrilla 6	[Task bar: Nov 01 - Nov 08]																			
67	PISO 7	7 días	01/11/21	09/11/21	41	Cuadrilla 7	[Task bar: Nov 01 - Nov 08]																			
68	PISO 8	7 días	01/11/21	09/11/21	42	Cuadrilla 8	[Task bar: Nov 01 - Nov 08]																			
69	PISO 9	7 días	01/11/21	09/11/21	43	Cuadrilla 9	[Task bar: Nov 01 - Nov 08]																			
70	PISO 10	7 días	01/11/21	09/11/21	44	Cuadrilla 10	[Task bar: Nov 01 - Nov 08]																			
71	PISO 11	7 días	01/11/21	09/11/21	45	Cuadrilla 11	[Task bar: Nov 01 - Nov 08]																			
72	PISO 12	7 días	01/11/21	09/11/21	46	Cuadrilla 12	[Task bar: Nov 01 - Nov 08]																			
73	PISO 13	7 días	10/11/21	18/11/21	65	Cuadrilla 5	[Task bar: Nov 10 - Nov 17]																			
74	PISO 14	7 días	10/11/21	18/11/21	66	Cuadrilla 6	[Task bar: Nov 10 - Nov 17]																			
75	PISO 15	7 días	10/11/21	18/11/21	67	Cuadrilla 7	[Task bar: Nov 10 - Nov 17]																			
76	PISO 16	7 días	10/11/21	18/11/21	68	Cuadrilla 8	[Task bar: Nov 10 - Nov 17]																			
77	PISO 17	7 días	10/11/21	18/11/21	69	Cuadrilla 9	[Task bar: Nov 10 - Nov 17]																			
78	PISO 18	7 días	10/11/21	18/11/21	70	Cuadrilla 10	[Task bar: Nov 10 - Nov 17]																			
79	PISO 19	7 días	10/11/21	18/11/21	71	Cuadrilla 11	[Task bar: Nov 10 - Nov 17]																			
80	PISO 20	7 días	10/11/21	18/11/21	72	Cuadrilla 12	[Task bar: Nov 10 - Nov 17]																			











Como se puede observar, la programación se realizó asignando colores a las actividades globales, además, se establecieron las Cuadrillas que se encargarían de cada actividad y se vincularon las actividades entre sí. Con esto, se logró obtener un plan maestro bien estructurado, que guíe el desarrollo del proyecto con hitos claros y objetivos bien definidos.

4.2.2.2 Planeación Look Ahead. Esta fase corresponde a la planificación de corto plazo dentro del marco del Last Planner System 2.0, enfocada en prever y coordinar las actividades que se ejecutarán en un periodo comprendido entre dos y seis semanas. Su finalidad principal es anticiparse a posibles restricciones, optimizar la secuencia de trabajo y asegurar el flujo continuo de las tareas programadas.

La planeación Look Ahead permite tener una visión detallada de lo que ocurrirá en las semanas inmediatas, facilitando así la prevención de interferencias operativas, la organización de los recursos y la coordinación entre equipos. En el caso del proyecto de oficinas de 20 niveles, se desarrolló esta herramienta para garantizar que cada proceso constructivo cuente con los insumos, personal y condiciones necesarios para su ejecución oportuna.

Este proceso se elaboró con la participación conjunta del jefe de proyecto, el ingeniero residente, el supervisor de campo, así como los responsables de logística, seguridad y calidad. Cada uno aportó desde su experiencia para validar el plan de trabajo a corto plazo y establecer prioridades.

En la **Tabla 9**, se expone la programación diaria elaborada en esta etapa, la cual sirvió como base para la coordinación semanal y la toma de decisiones operativas.

4.2.2.3 Plan Semanal: En el marco del Last Planner System, la planificación semanal es una parte fundamental, por ello, para la ejecución del presente proyecto, se aplicó este método de gestión. Tal como se observa en la Tabla 10, se aplicaron las siguientes practicas:

- Se establecen los **compromisos semanales**, definiendo las tareas específicas que se realizan en cada semana y qué integrante del equipo estará a cargo de dicha actividad.
- En las reuniones de **planificación semanal** realizadas con todos los involucrados del proyecto, se revisó el progreso de cada tarea, posibles problemas y planes necesarios.

Tabla 10.

Ejemplo del plan de trabajo semanal (programando la semana 32).

		SEMANA 32					
		L	M	X	J	V	S
ACTIVIDAD	RESPONS	09	10	11	12	13	14
OFICINAS IQ - LINCE							
SALDOS OBRA							
SOTANOS							
ACABADOS							
REMATES SOTANOS ALBAÑILERIA	A. CUBAS	SOT 01	SOT 01	SOT 01	SOT 01	SOT 01	SOT 01
REMATE PINTURA DE TRAFICO	A. CUBAS	SOT 01	SOT 01	SOT 01	SOT 01	SOT 01	SOT 01
TORRE	A. CUBAS						
ACABADOS	A. CUBAS						
PINTURA ESCALERAS	A. CUBAS						
PINTURA PASADIZOS	A. CUBAS	PASAD 17 - 20	PASAD 17 - 20	PASAD 17 - 20	PASAD 17 - 20	PASAD 17 - 20	PASAD 17 - 20
PINTURA OFICINAS PRIORIDAD LISTA 1	A. CUBAS						
PINTURA AREAS COMUNES AZOTEA	A. CUBAS	PINTURA AZOTEA	PINTURA AZOTEA	PINTURA AZOTEA	PINTURA AZOTEA	PINTURA AZOTEA	PINTURA AZOTEA
PITNURA 1ER PISO	A. CUBAS						

		SEMANA 32					
		L	M	X	J	V	S
ACTIVIDAD	RESPONS	09	10	11	12	13	14
VIDRIOS - PROYECTANTES TORRE	A. CUBAS						
VIDRIOS - CELOSIAS	A. CUBAS						
VIDRIOS - PISO 2	A. CUBAS						
VIDRIOS - PISO 1	A. CUBAS	P1	P1	P1	P1	P1	P1
VIDRIOS - SELLOS	A. CUBAS	SELLADO	SELLADO	SELLADO	SELLADO	SELLADO	SELLADO
BARANDAS EN TERRAZA	A. CUBAS						
IMPERMEABILIZACION DE JARDINERAS	A. CUBAS						
GRASS Y JARDINES	A. CUBAS	GRASS	GRASS	GRASS	GRASS	GRASS	GRASS
PASADIZOS COMUNES							
LIJADO PULIDO (Lija #180)	A. CUBAS	PASAD 17 - 20	PASAD 17 - 20	PASAD 17 - 20	PASAD 17 - 20	PASAD 17 - 20	PASAD 17 - 20
1ERA MANO PINTURA	A. CUBAS	PASAD 17 - 20	PASAD 17 - 20	PASAD 17 - 20	PASAD 17 - 20	PASAD 17 - 20	PASAD 17 - 20
INSTALACION DE SISTEMA ACI	A. CUBAS	PASAD 17 - 20	PASAD 17 - 20	PASAD 17 - 20	PASAD 17 - 20	PASAD 17 - 20	PASAD 17 - 20
PUERTAS CORTA FUEGO	A. CUBAS	PASAD 17 - 20	PASAD 17 - 20	PASAD 17 - 20	PASAD 17 - 20	PASAD 17 - 20	PASAD 17 - 20
REMASILLADO Y LIJADO	A. CUBAS	PASAD 17 - 20	PASAD 17 - 20	PASAD 17 - 20	PASAD 17 - 20	PASAD 17 - 20	PASAD 17 - 20
2DA MANO DE PINTURA	A. CUBAS	PASAD 17 - 20	PASAD 17 - 20	PASAD 17 - 20	PASAD 17 - 20	PASAD 17 - 20	PASAD 17 - 20
SEÑALETICAS	A. CUBAS	SEÑALETI CAS	SEÑALETI CAS	SEÑALETI CAS	SEÑALETI CAS	SEÑALETI CAS	SEÑALETI CAS
PISO 01 OFICINAS Y LOCALES COMERCIALES (LOBBY - RECEPCION)							

		SEMANA 32					
		L	M	X	J	V	S
ACTIVIDAD	RESPONS	09	10	11	12	13	14
TERMINO DE ACI	D.BARRAZ						
TERMINO DE HVAC	D.BARRAZ						
GRUPO ELECTROGENO	D.BARRAZ						
ASCENSORES	D.BARRAZ						
INSTALACIONES DEFINITIVAS							
ENERGIA DEFINITIVA	D.BARRAZ						
DESAGUE DEFINITIVO	D.BARRAZ						
COMUNICACIONES DEFINITIVO	D.BARRAZ						
EXTERIORES - AV - AREAQUIPA							
COLOCACION DE PORTON METALICO RAMPA	A. CUBAS						
PICADO DE LOSA PARA REJILLA DE VENTILACION	A. CUBAS						
INSTALACION DE REJILA DE VENTILACION	A. CUBAS	X	X	X	X	X	X
CONSTRUCCION DE VERADAS Y PISOS DE ENTRADA	A. CUBAS	X	X	X	X	X	X
COLOCACION DE BOLARDOS METALICOS	A. CUBAS						
RETIRO DE CERCO PERIMETRICO	A. CUBAS						

- Posteriormente y, gracias a los datos obtenidos del Plan semanal, se podrá identificar el **Porcentaje de Plan Completado (PPC)** para verificar qué tan efectiva fue la planificación anterior. Tal y como se muestra en la **Tabla 11**, el equipo realizó la evaluación de lo ejecutado en la semana 31, con respecto a la planificación realizada:

Tabla 11.

Cálculo del Porcentaje del Plan completado a la semana 31.

		SEMANA 31						ANALISIS DE CUMPLIMIENTO				
ACTIVIDAD	RESPONS	L	M	X	J	V	S	SI	NO	TIPO	MOTIVOS U OBSERVACIONES DE INCUMPLIMIENTO	MEDIDA CORRECTIVA
		02	03	04	05	06	07					
OFICINAS IQ - LINCE												
SALDOS OBRA												
SOTANOS												
ACABADOS												
REMATES SOTANOS ALBAÑILERIA	ACUBAS	SOT 01	SOT 01	SOT 01	SOT 01	SOT 01	SOT 01	X				
REMATE PINTURA DE TRAFICO	ACUBAS	SOT 02	SOT 02	SOT 02	SOT 02	SOT 02	SOT 02		X		FALTA DE FRENTE - DEBEN ACABAR ELECTRICAS	
TORRE												
ACABADOS	ACUBAS											
PINTURA ESCALERAS	ACUBAS	ESCALERA 2	ESCALERA 2	ESCALERA 2	ESCALERA 2	ESCALERA 2	ESCALERA 2	X				
PINTURA PASADIZOS	ACUBAS	PASADIZO 12 - 16	PASADIZO 12 - 16	PASADIZO 12 - 16	PASADIZO 12 - 16	PASADIZO 12 - 16	PASADIZO 12 - 16	X				
PINTURA OFICINAS PRIORIDAD LISTA 1	ACUBAS	OFICINA LISTA 1	OFICINA LISTA 1	OFICINA LISTA 1	OFICINA LISTA 1	OFICINA LISTA 1	OFICINA LISTA 1	X				
PINTURA AREAS COMUNES AZOTEA	ACUBAS	PINTURA AZOTEA	PINTURA AZOTEA	PINTURA AZOTEA	PINTURA AZOTEA	PINTURA AZOTEA	PINTURA AZOTEA		X			
PINTURA 1ER PISO	ACUBAS	PINTURA	PINTURA	PINTURA	PINTURA	PINTURA	PINTURA		X			
VIDRIOS PROYECTANTES TORRE	ACUBAS											
VIDRIOS - CELOSIAS	ACUBAS											
VIDRIOS - PISO 2	ACUBAS											
VIDRIOS - PISO 1	ACUBAS	P1	P1	P1	P1	P1	P1	X				
BARANDAS EN TERRAZA	ACUBAS	BARANDAS	BARANDAS	BARANDAS	BARANDAS	BARANDAS	BARANDAS	X				
IMPERMEABILIZACION DE JARDINERAS	ACUBAS											
GRASS Y JARDINES		GRASS	GRASS	GRASS	GRASS	GRASS	GRASS		X		FALTA DE FRENTE - IMPERMEABILIZADO	
PASADIZOS COMUNES												
LIJADO PULIDO (Lija #180)	ACUBAS	PASADIZO 12 - 16	PASADIZO 12 - 16	PASADIZO 12 - 16	PASADIZO 12 - 16	PASADIZO 12 - 16	PASADIZO 12 - 16	X				
1 ERA MANO PINTURA	ACUBAS	PASADIZO 12 - 16	PASADIZO 12 - 16	PASADIZO 12 - 16	PASADIZO 12 - 16	PASADIZO 12 - 16	PASADIZO 12 - 16	X				
INSTALACION DE SISTEMA ACI	ACUBAS	PASADIZO 12 - 16	PASADIZO 12 - 16	PASADIZO 12 - 16	PASADIZO 12 - 16	PASADIZO 12 - 16	PASADIZO 12 - 16		X			
PUERTAS CORTA FUEGO	ACUBAS	PASADIZO 12 - 16	PASADIZO 12 - 16	PASADIZO 12 - 16	PASADIZO 12 - 16	PASADIZO 12 - 16	PASADIZO 12 - 16	X				
REMASILLADO Y LIJADO	ACUBAS	PASADIZO 12 - 16	PASADIZO 12 - 16	PASADIZO 12 - 16	PASADIZO 12 - 16	PASADIZO 12 - 16	PASADIZO 12 - 16	X				

		SEMANA 31						ANALISIS DE CUMPLIMIENTO				
ACTIVIDAD	RESPONS	L	M	X	J	V	S	SI	NO	TIPO	MOTIVOS U OBSERVACIONES DE INCUMPLIMIENTO	MEDIDA CORRECTIVA
		02	03	04	05	06	07					
ASCENSORES	D.BARRAZA	ASCENSORES	ASCENSORES	ASCENSORES	ASCENSORES	ASCENSORES	ASCENSORES	X				
INSTALACIONES DEFINITIVAS												
ENERGIA DEFINITIVA	D.BARRAZA											
DESAGUE DEFINITIVO	D.BARRAZA											
COMUNICACIONES DEFINITIVO	D.BARRAZA											
EXTERIORES - AV - AREAQUIPA												
COLOCACION DE PORTON METALICO RAMPA	ACUBAS											
PICADO DE LOSA PARA REJILLA DE VENTILACION	ACUBAS	X	X	X	X	X	X	X				
INSTALACION DE REJILA DE VENTILACION	ACUBAS											
CONSTRUCCION DE VERADAS Y PISOS DE ENTRADA	ACUBAS											
COLOCACION DE BOLARDOS METALICOS	ACUBAS											
RETIRO DE CERCO PERIMETRICO	ACUBAS											
FIN												

CONFIABILIDAD DE LA PROGRAMACION

21	7
76%	

4.3 Objetivo específico 3

Evaluar el impacto de la aplicación del Last Planner System 2.0 en los indicadores clave de gestión del proyecto, en comparación con el sistema de planificación convencional, considerando la identificación de restricciones y riesgos.

4.3.1 Identificación de restricciones y riesgos

Para la presente investigación, se identificaron los riesgos que se podrían producir durante la ejecución del proyecto de estudio, tal y como se muestran en la Tabla 12.

Tabla 12.

Identificación de los riesgos para la ejecución del proyecto.

RIESGOS IDENTIFICADOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL EDIFICIO DE OFICINAS DE 20 NIVELES		
PROBLEMA CENTRAL	RIESGO	OBSERVACIÓN
CALIDAD	Deficiencia en la calidad de los materiales	Los materiales pueden no cumplir con las especificaciones necesarias, lo que puede comprometer la apariencia y la durabilidad de los acabados
	Mano de obra inexperta o no capacitada	La falta de habilidades técnicas puede dar lugar a errores en la instalación de acabados, como baldosas mal alineadas, pintura despareja o detalles mal terminados
	Falta de control de calidad	Si no se llevan a cabo inspecciones y controles adecuados, los errores pueden pasar desapercibidos y resultar en retrabajos costoso

RIESGOS IDENTIFICADOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL EDIFICIO DE		
OFICINAS DE 20 NIVELES		
PROBLEMA	RIESGO	OBSERVACIÓN
CENTRAL		
RETRASOS EN EL CRONOGRAMA	Disponibilidad de materiales	Retrasos en el suministro de materiales de acabado pueden posponer la ejecución de tareas específicas y afectar el calendario general del proyecto
	Secuencia incorrecta de tareas	Un mal orden en la ejecución de las actividades puede generar demoras, especialmente si ciertas tareas dependen de la finalización de otras
	Retrabajos	Si los acabados no se realizan correctamente en el primer intento, será necesario volver a realizar el trabajo, lo que afectará el tiempo y los costos del proyecto
COSTOS NO CONTROLADOS	Variaciones de precios de materiales	Fluctuaciones en los costos de los materiales pueden impactar negativamente el presupuesto si no se tiene una planificación adecuada
	Sobrecostos por retrabajos	Errores o fallos en la calidad de los acabados pueden derivar en gastos adicionales para corregir las deficiencias
	Costos adicionales por cambios de diseño	Solicitudes de cambios por parte del cliente en esta etapa pueden resultar en gastos significativos si no se gestionan de manera adecuada
	Incompatibilidad de sistemas	Puede haber problemas de ajuste o compatibilidad entre los distintos

RIESGOS IDENTIFICADOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL EDIFICIO DE		
OFICINAS DE 20 NIVELES		
PROBLEMA	RIESGO	OBSERVACIÓN
CENTRAL		materiales y elementos de acabado (por ejemplo, baldosas, pintura, paneles)
PROBLEMAS	Falta de coordinación entre subcontratistas	La falta de comunicación y coordinación entre los diferentes equipos de trabajo puede llevar a errores y superposiciones de actividades, lo que aumenta los riesgos de fallos y retrasos.
TÉCNICOS Y DE COORDINACIÓN	Condiciones climáticas adversas	En proyectos al aire libre, el clima puede afectar la instalación de ciertos acabados, como revestimientos, pinturas o selladores.
	Condiciones inseguras en el sitio	Materiales y herramientas de acabado pueden representar riesgos si no se manejan adecuadamente, exponiendo al equipo a accidentes o lesiones
SEGURIDAD Y SALUD	Uso de productos químicos	Algunos acabados requieren el uso de sustancias químicas potencialmente peligrosas (pinturas, selladores, adhesivos), lo que puede suponer riesgos para la salud si no se utilizan equipos de protección adecuados
	Manejo de equipos y herramientas especializadas	La falta de capacitación en el uso de herramientas específicas puede generar accidentes y daños materiales

RIESGOS IDENTIFICADOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL EDIFICIO DE OFICINAS DE 20 NIVELES		
PROBLEMA CENTRAL	RIESGO	OBSERVACIÓN
PROBLEMAS CONTRACTUALES Y DE DISEÑO	Cambios en las especificaciones del cliente	Modificaciones de última hora en los diseños o en la elección de los acabados por parte del cliente pueden ocasionar retrasos y costos adicionales
	Disputas con los subcontratistas	Discrepancias contractuales o desacuerdos sobre la calidad de los acabados pueden derivar en conflictos y demoras en el proyecto
	Regulaciones y normativas locales	Cambios en las normativas o códigos de construcción pueden exigir ajustes en los acabados, lo que afecta tanto el tiempo como el costo del proyecto
FACTORES EXTERNOS	Disponibilidad de mano de obra	Si hay escasez de trabajadores especializados en acabados, esto puede ralentizar el progreso y aumentar los costos laborales
	Impactos ambientales o comunitarios	Las preocupaciones ambientales o los conflictos con la comunidad local pueden surgir si el proyecto no cumple con los estándares sostenibles o si genera molestias durante su ejecución

Al identificar restricciones y riesgos desde el principio, se pueden desarrollar estrategias para prevenir o mitigar problemas que puedan surgir durante la ejecución.

4.3.2 Descomposición del Proyecto en Tareas y Fases

Se identificaron y dividir el proyecto en tareas más pequeñas y manejables que se puedan planificar y coordinar con facilidad. Organizando estas tareas en una estructura que facilite el seguimiento y la coordinación continua.

Tabla 13.

Descomposición del Proyecto en Tareas y Fases

Actividades	Sub- actividades	Responsables designados
Actividades de acabados	Actividades de Acabados en Sótano	Cuadrilla 1
		Cuadrilla 2
		Cuadrilla 3
		Cuadrilla 4
	Trabajos de tarrajeo en Escaleras	Cuadrilla 1
	Actividades de Acabados en 1er nivel	Cuadrilla 10
	Instalación de rejillas de ventilación	Cuadrilla Ext 1
	Retiro de cerco de obra	Cuadrilla Ext 1
Tartajeos, solaques, remates y rectificaciones	Rectificación de solaques y remates en Torre	Cuadrilla 5
		Cuadrilla 6
		Cuadrilla 7
		Cuadrilla 8
		Cuadrilla 9
		Cuadrilla 10
		Cuadrilla 11
		Cuadrilla 12
	Trabajos de tarrajeo en fachada principal	Cuadrilla Ext 1
	Trabajos de microcemento en fachada principal	Cuadrilla Ext 2
	Rectificación de solaques en Fachada principal	Cuadrilla 1
	Rectificación de Techos, mucho y pisos en pasadizos comunes	Cuadrilla Pasadizos1
	Sardineles en ductos de pasadizos comunes	Cuadrilla Pasadizos2
Trabajos de solaqueo en estructuras/ladrillos y asentado de ladrillos en azotea	Cuadrilla 5	
	Cuadrilla 6	
	Cuadrilla 7	
Trabajos de remates en estructuras/ladrillos en 1er nivel	Cuadrilla 11	

Actividades	Sub- actividades	Responsables designados
	Ejecución de losa exterior y colocación de bolardos	Cuadrilla Ext 2
	Trabajos de revestimiento de columnas	Cuadrilla Ext 2
	Reparación de veredas de concreto en exterior	Cuadrilla Ext 2
		Cuadrilla Ext 1
Limpieza	Limpieza de Piso y remoques en Torre	Cuadrilla 5
		Cuadrilla 6
		Cuadrilla 7
		Cuadrilla 8
		Cuadrilla 9
		Cuadrilla 10
		Cuadrilla 11
Instalaciones Eléctricas	Sondeo y Cableado en Torre	Cuadrilla Electric. 1
		Cuadrilla Electric. 2
	Instalaciones de EXTRACCION CO	Esquipo I.E. 1
	Instalaciones Eléctricas	Esquipo I.E. 2
	Instalación del Sistema de Detección y Alarma contra Incendio	Esquipo I.E. 1
Instalación de Grupo Electrónico	Esquipo I.E. 2	
Enchape y fragua	Enchape y Fragua en Torre	Cuadrilla 5
		Cuadrilla 6
		Cuadrilla 7
		Cuadrilla 8
		Cuadrilla 9
		Cuadrilla 10
		Cuadrilla 11
	Cuadrilla 12	
Enchape y Fragua en Pisos de pasadizos comunes	Cuadrilla Pasadizos3	
Enchape de piso en azotea	Cuadrilla 8	
Enchape de piso en 1er nivel	Cuadrilla 12	
Pintura	Pintura de muros y techo en Torre	Equipo Pintura 1
		Esquipo Pintura 2
		Equipo Pintura 3
		Equipo Pintura 4
	Remates de pintura en Torre	Equipo Pintura 1
		Esquipo Pintura 2
		Equipo Pintura 3
		Equipo Pintura 4
	Pintura en escaleras (techo, muro y barandas)	Cuadrilla 1
		Equipo Pintura 4
	Equipo Pintura 4	

Actividades	Sub- actividades	Responsables designados
	Trabajos de pintura en pasadizos comunes (empaste, lijado, 1° y 2° mano de pintura)	Equipo Pintura 4
		Equipo Pintura 4
	Trabajos de pintura en pasadizos comunes (empaste, lijado, 1° y 2° mano de pintura)	Cuadrilla Pasadizos1
		Equipo Pintura 4
	Trabajos de pintura en azotea (empaste, lijado, 1° y 2° mano de pintura)	Equipo Pintura 1
	Trabajos de pintura en azotea (empaste, lijado, 1° y 2° mano de pintura)	Equipo Pintura 1
	Trabajos de pintura en 1er nivel (empaste, lijado, 1° y 2° mano de pintura)	Esquipo Pintura 2
Trabajos de pintura en 1er nivel (empaste, lijado, 1° y 2° mano de pintura)	Esquipo Pintura 2	
Agua Contra Incendios	Trabajos para instalación de agua contra incendios (ACI) en Torre	Equipo I.S. 1
		Equipo I.S. 2
	Instalación ACI - verificación de presión constante	Equipo I.S. 2
	Trabajos para instalación de agua contra incendios (ACI)	Equipo I.S. 2
	Trabajos para instalación de agua contra incendios (ACI) en Cisterna	Equipo I.S. 2
Instalación de sistema de agua contra incendios (ACI) en pasadizos comunes	Equipo I.S. 1 Y 2	
Instalaciones Sanitarias	Instalación de aparatos sanitarios y grifería en Torre	Equipo I.S. 3
		Equipo I.S. 4
	Instalaciones Sanitarias	Equipo I.S. 2
	Instalación de aparatos sanitarios y grifería en azotea	Equipo I.S. 3
Instalación de aparatos sanitarios y grifería en 1er nivel	Equipo I.S. 4	
Instalación de puertas de madera	Instalación de puertas en Torre	Carpintería 1
		Carpintería 2
		Carpintería 3
		Carpintería 4
		Carpintería 5
		Carpintería 6
		Carpintería 7
		Carpintería 8
		Carpintería 9
Instalación de puertas contraplacadas en azotea	Carpintería 1	
Instalación de puertas contraplacadas en 1er nivel	Carpintería 2	
Instalación de vidrios y mamparas	Instalación de Vidrios y Mamparas perfilera en Torre	Vidriería 1
		Vidriería 2
		Vidriería 3
		Vidriería 4
		Vidriería 5
		Vidriería 6

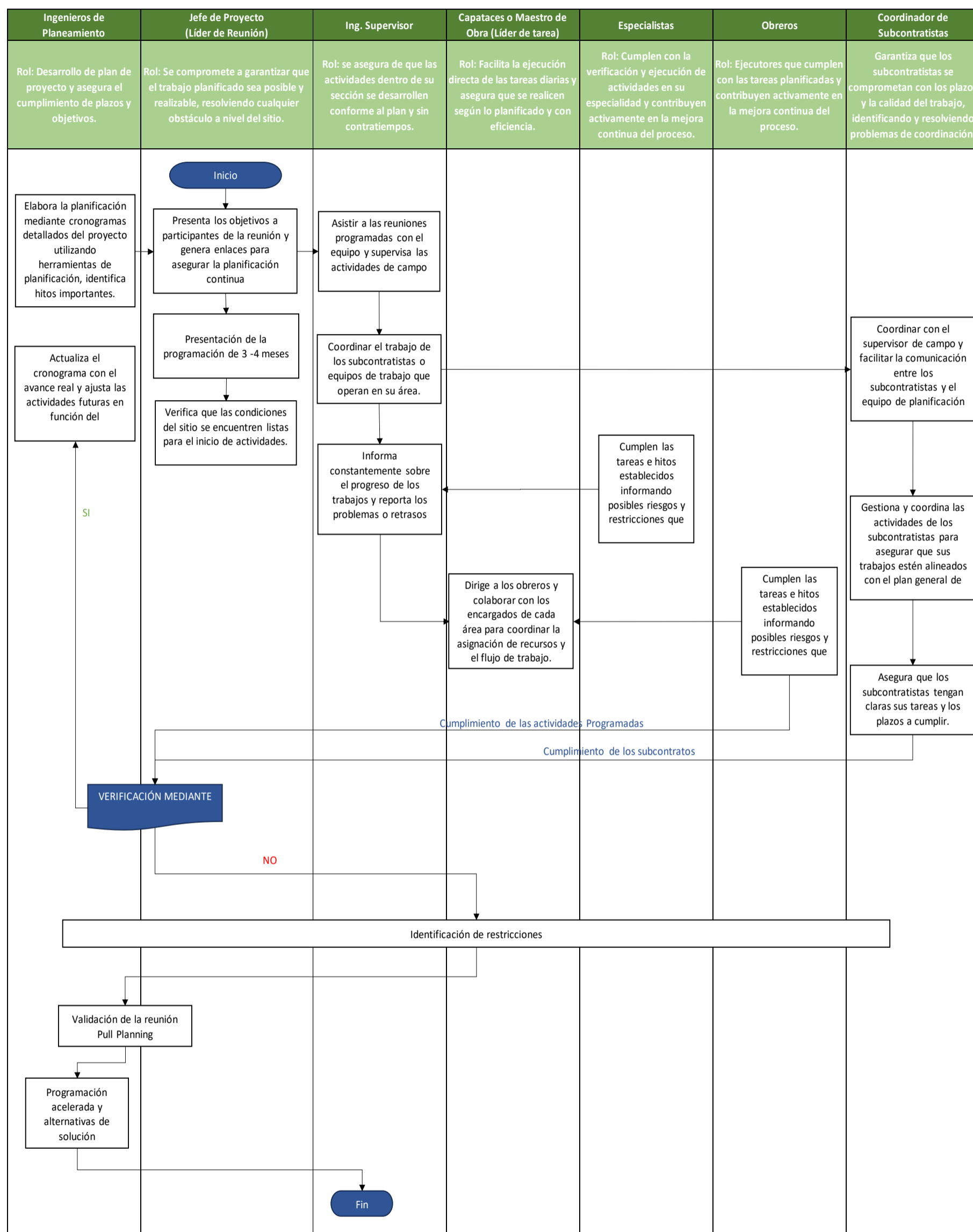
Actividades	Sub- actividades	Responsables designados
		Vidriería 7
		Vidriería 8
		Vidriería 9
	Instalación de vidrios en Fachada principal	Vidriería 1
	Instalación de vidrios y mamparas en azotea	Vidriería 1
	Instalación de vidrios y mamparas en 1er nivel	Vidriería 2
Acabados en especialidades	Acabados en especialidades en Torre	Cuadrilla 1
		Cuadrilla 2
		Cuadrilla 3
		Cuadrilla 4
Entrega	Trabajos para entrega de oficinas en Torre	Cuadrilla 2
		Cuadrilla 3
		Cuadrilla 4
Ascensores	Instalación de Ascensores	Contratista Asesores
Drywall	Instalación de muros de drywall en pasadizos comunes	Esp. Drywall
Puertas metálicas	Instalación de Puertas contra fuego	Cuadrilla Pasadizos2
	Instalación de carpintería metálica y otros	Cuadrilla 10
	Instalación de Portón metálico	Cuadrilla 10
Señalización y equipamiento	Trabajos de implementación de señalización y equipamiento	Cuadrilla 3
Áreas verdes	Habilitación de áreas verdes	Cuadrilla 9
Mueblería	Habilitación de muebles en oficinas y locales comerciales	Contratista Mueblería
Demolición	Demolición de baños provisionales	Cuadrilla Ext 1

4.3.3 Planificación Colaborativa

Esta fase nos permite asegurar que todos los actores clave, incluidos los propietarios, contratistas y el equipo del proyecto, tal y como se visualiza a continuación:

Figura 7.

Flujo de asignación de roles.



Esto, ayuda a facilitar la comunicación entre equipos, asegurando que todos se encuentren alineados con los objetivos del proyecto.

4.3.4 Estrategias de Medición y Seguimiento

Se definieron las métricas de rendimiento que se usarán para medir el progreso del proyecto y evaluar la eficacia de la planificación. El LPS 2.0 plantea la utilización de: **Variación por hitos, Nivel de compromiso y Porcentaje Requerido completado**. En la tabla 14, se presenta el plan de Mitigación de Riesgos:

Tabla 14.

Estrategias de Medición y Seguimiento

PLAN DE MITIGACIÓN RIESGOS IDENTIFICADOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL EDIFICIO DE OFICINAS DE 20 NIVELES		
PROBLEMA CENTRAL	RIESGO	ACCIONES DE MITIGACIÓN
CALIDAD	Deficiencia en la calidad de los materiales	✓ Realizar una selección rigurosa de proveedores que garanticen la calidad de los materiales.
	Mano de obra inexperta o no capacitada	✓ Implementar un sistema de control de calidad estricto con inspecciones periódicas para verificar la conformidad de los acabados.
	Falta de control de calidad	<p>✓ Contratar mano de obra con experiencia comprobada en trabajos de acabado y ofrecer capacitación continua.</p> <p>✓ Establecer un protocolo de revisión y aceptación de materiales antes de su uso.</p>

**PLAN DE MITIGACIÓN RIESGOS IDENTIFICADOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL
EDIFICIO DE OFICINAS DE 20 NIVELES**

PROBLEMA CENTRAL	RIESGO	ACCIONES DE MITIGACIÓN
RETRASOS EN EL CRONOGRAMA	Disponibilidad de materiales	✓ Planificar la compra de materiales con suficiente anticipación y establecer acuerdos con los proveedores para garantizar entregas puntuales.
	Secuencia incorrecta de tareas	
	Retrabajos	✓ Crear un cronograma detallado con una secuencia lógica de las actividades de acabado, considerando tiempos de espera y contingencias. ✓ Implementar un sistema de seguimiento diario del progreso del trabajo para identificar posibles retrasos y tomar medidas correctivas rápidamente. Establecer inventarios de emergencia para materiales críticos que puedan escasear.
COSTOS NO CONTROLADOS	Variaciones de precios de materiales	✓ Negociar precios fijos con proveedores para minimizar el impacto de las variaciones de mercado.
	Sobrecostos por retrabajos	
	Costos adicionales por cambios de diseño	✓ Realizar revisiones frecuentes del presupuesto del proyecto y establecer márgenes de contingencia para cubrir sobrecostos inesperados. ✓ Promover una comunicación clara con el cliente para minimizar cambios de diseño de último momento.

**PLAN DE MITIGACIÓN RIESGOS IDENTIFICADOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL
EDIFICIO DE OFICINAS DE 20 NIVELES**

PROBLEMA CENTRAL	RIESGO	ACCIONES DE MITIGACIÓN
		✓ Realizar una revisión exhaustiva de los diseños y especificaciones antes de la ejecución para evitar modificaciones en etapa avanzada.
	Incompatibilidad de sistemas	✓ Realizar reuniones de coordinación semanales con todos los equipos involucrados para asegurar que estén alineados con el plan.
	Falta de coordinación entre subcontratistas	✓ Utilizar herramientas digitales de gestión de proyectos que faciliten la coordinación y la visibilidad del progreso en tiempo real.
PROBLEMAS TÉCNICOS Y DE COORDINACIÓN	Condiciones climáticas adversas	<p>✓ Implementar una revisión técnica previa de compatibilidad de los diferentes sistemas de acabados</p> <p>✓ Designar un coordinador de obra responsable de supervisar las actividades de los diferentes subcontratistas y garantizar su correcta interacción.</p>
SEGURIDAD Y SALUD	Condiciones inseguras en el sitio	✓ Realizar un análisis de riesgos y seguridad antes de iniciar las actividades de acabado.
	Uso de productos químicos	

**PLAN DE MITIGACIÓN RIESGOS IDENTIFICADOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL
EDIFICIO DE OFICINAS DE 20 NIVELES**

PROBLEMA CENTRAL	RIESGO	ACCIONES DE MITIGACIÓN
		<ul style="list-style-type: none"> ✓ Proporcionar equipos de protección personal (EPP) a todos los trabajadores y garantizar su uso correcto.
	Manejo de equipos y herramientas especializadas	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Capacitar al personal en el manejo seguro de sustancias químicas y en prácticas de trabajo seguro. Implementar procedimientos de emergencia y primeros auxilios en el lugar de trabajo.
	Cambios en las especificaciones del cliente	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Redactar contratos claros y detallados que especifiquen las responsabilidades, términos de pago y estándares de calidad de los subcontratistas.
PROBLEMAS CONTRACTUALES Y DE DISEÑO	Disputas con los subcontratistas	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Establecer un proceso formal para la gestión de cambios, incluyendo evaluaciones de impacto en tiempo y costo antes de su aprobación. ✓ Mantener una comunicación continua y transparente con el cliente para alinear expectativas y minimizar cambios no planificados.
FACTORES EXTERNOS	Regulaciones y normativas locales Disponibilidad de mano de obra	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Mantenerse actualizado con las normativas locales y asegurarse de que todas las actividades de acabado cumplan con las regulaciones vigentes.

**PLAN DE MITIGACIÓN RIESGOS IDENTIFICADOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL
EDIFICIO DE OFICINAS DE 20 NIVELES**

PROBLEMA CENTRAL	RIESGO	ACCIONES DE MITIGACIÓN
	Impactos ambientales o comunitarios	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Preparar planes alternativos para actividades al aire libre en caso de condiciones climáticas adversas. ✓ Desarrollar relaciones con las comunidades locales y comunicar el impacto del proyecto para minimizar conflictos.

4.3.5 Instrucciones de LPS 2.0 en diseño

4.3.5.1 Pull Planning (Planificación Colaborativa). La planificación colaborativa se realizó mediante la plataforma MIRO, en la cual se creó un panel colaborativo, asignando responsabilidades y tareas por Cuadrillas designadas. Dichas cuadrillas corresponden a lo establecido en el Cronograma Maestro. Se establecieron compromisos claros y alcanzables para cada miembro del equipo.

SUPERVISIÓN Y MONITOREO		LÍDER DE TAREA	RESPONSABLES	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 5	SEMANA 6	SEMANA 7	SEMANA 8	SEMANA 9	SEMANA 10	SEMANA 11	SEMANA 12	SEMANA 13	SEMANA 14	SEMANA 15	SEMANA 16	SEMANA 17	SEMANA 18	SEMANA 19	SEMANA 20	SEMANA 21	SEMANA 22	SEMANA 23	SEMANA 24	
INGENIERO SUPERVISOR DE LA OBRA	COORDINADOR DE EQUIPO 1	EQUIPO 1	VERBOK																									
	COORDINADOR DE EQUIPO 2	EQUIPO 2	VERBOK																									
	COORDINADOR DE EQUIPO 3	EQUIPO 3	VERBOK																									
	COORDINADOR DE EQUIPO 4	EQUIPO 4	VERBOK																									
	COORDINADOR DE EQUIPO 5	EQUIPO 5	VERBOK																									
	COORDINADOR DE EQUIPO 6	EQUIPO 6	VERBOK																									
	COORDINADOR DE EQUIPO 7	EQUIPO 7	VERBOK																									
	COORDINADOR DE EQUIPO 8	EQUIPO 8	VERBOK																									
	COORDINADOR DE EQUIPO 9	EQUIPO 9	VERBOK																									
	PROCESOS DE MONITOREO	SEGUIMIENTO DE AVANCE DE OBRAS																										
	MATRIZ DE OBRAS	CLASIFICA ESTACIONES 1																										
	MATRIZ DE OBRAS	CLASIFICA ESTACIONES 2																										
	MATRIZ DE OBRAS	CLASIFICA ESTACIONES 3																										
	MATRIZ DE OBRAS	CLASIFICA ESTACIONES 4																										
	MATRIZ DE OBRAS DE MONITOREO DE OBRAS	Especialista en OBRAS																										
	MATRIZ DE OBRAS DE MONITOREO DE OBRAS	COORDINADOR DE OBRAS																										

Nota: La matriz se puede encontrar en el siguiente enlace:

https://miro.com/welcomeonboard/cmErK1RyTWZwVW9HVm16M0pnWTVCWGxWSzBTVzBFSWRiNk8yZWhpZFd2RFYrOEIYbXIMZytBNTFrNUVLWWR6SGEzQkNqUTBtSC93YmRycGdSYzROYINkME50YzVvcG9TSTJIQUNUR0p4QmlITmV1ZnhOMkNVQ0thVGt2VGxBSVN0R2lncW1vRmFBVnlLcVJzTmdFdlnRPT0hdjE=?share_link_id=519345972899

4.3.5.2 Planificación de Fases (Phase Planning). Se dividieron las diferentes etapas del diseño en fases manejables, cada una con sus entregables específicos, definiendo hitos clave para cada fase del diseño.

Tabla 15.

Ejemplo de planificación por cada fase del proyecto (para las cuadrillas 1, 2, 3 y 4) y sus hitos clave.

PARTIDA	SUB ACTIVIDADES	HITOS CLAVE	SEMANA	CUADRILLA RESPONSABLE
Acabados en Sótano	Preparación del área	Inspeccionar y limpiar el área, removiendo escombros o materiales sobrantes.	SEMANA 1 - 2	CUADRILLA 1: Sótano 1 y 5 CUADRILLA 2: Sótano 2 y 6 CUADRILLA 3: Sótano 3 y 7 CUADRILLA 4: Sótano 4 y 8
	Revestimiento de paredes	Aplicar yeso o enlucido para nivelar las paredes, seguido de pintura.		
	Instalación de pisos	Colocar el tipo de piso especificado, como baldosas, porcelanato o cemento pulido.		
	Iluminación y cableado	Instalar las luminarias, verificando que el sistema eléctrico esté en condiciones para soportarlas.		
	Revisión y remates finales	Inspeccionar y realizar acabados detallados en juntas, esquinas, y transiciones entre superficies.		
Acabados en Especialidades	Preparación de superficies	Verificar y preparar superficies para los acabados especiales; esto incluye limpieza, nivelación y, de ser necesario, el refuerzo de estructuras.	SEMANA 3-7	CUADRILLA 1: Piso 1, 5, 9 13 y 17 CUADRILLA 2: Piso 2, 6, 10, 14 y 18 CUADRILLA 3: Piso 3, 7, 11, 15 y 19 CUADRILLA 4: Piso 4, 8, 12, 16 y 20
	Carpintería de lujo y molduras	Instalar elementos de carpintería personalizados, marcos, molduras decorativas, y otros detalles en madera.		
	Revestimientos de alta especificación	Colocar revestimientos en piedra, metal, vidrio o cerámica en áreas previamente especificadas.		
	Instalación de iluminación arquitectónica	Colocar luminarias decorativas y funcionales, sistemas de iluminación empotrados, y accesorios de diseño.		
	Detalles y remates de precisión	Finalizar con la instalación de detalles metálicos o en vidrio, y otros elementos que requieran acabados minuciosos.		
Entrega de oficinas	Revisión de instalaciones y equipos	Verificar que todos los sistemas (eléctrico, de aire acondicionado, internet, etc.) estén en perfecto estado de funcionamiento.	SEMANA 8-13	CUADRILLA 2: Piso 2, 5, 8, 11, 14 y 17

PARTIDA	SUB ACTIVIDADES	HITOS CLAVE	SEMANA	CUADRILLA RESPONSABLE
	Revisión de mobiliario y acabados	Inspeccionar que los acabados de paredes, pisos, techos, ventanas y mobiliario estén en óptimas condiciones.		CUADRILLA 3: Piso 3, 6, 9, 12, 15 y 18 CUADRILLA 4: Piso 4, 7, 10, 13, 16, 19 y 20
	Corrección de detalles	Realizar ajustes o reparaciones necesarias, como retoques de pintura, ajuste de puertas o ventanas, y correcciones en acabados.		
	Limpieza profunda	Realizar una limpieza exhaustiva de todas las áreas, asegurando que las oficinas estén libres de polvo, residuos de construcción o cualquier otro tipo de suciedad.		
	Colocación de elementos adicionales	Añadir elementos decorativos o señalizaciones necesarias según el acuerdo con el cliente.		
Tarrajeo grueso en escaleras	Preparación de superficies	Limpiar la superficie de los peldaños y descansos de polvo, restos de construcción y otros materiales que afecten la adherencia.	SEMANA 8-11	CUADRILLA 1
	Aplicación de imprimante o fijador	Aplicar una capa de imprimante para mejorar la adherencia del mortero.		
	Preparación del mortero	Mezclar el mortero en la proporción adecuada para el tarrajeo grueso, garantizando su consistencia.		
	Aplicación del tarrajeo en peldaños y descansos	Aplicar una primera capa de tarrajeo en los peldaños y descansos, nivelándola y asegurando que el grosor sea uniforme.		
	Acabado superficial inicial	Utilizar herramientas de albañilería para alisar y dejar listo el tarrajeo grueso para el acabado final.		
Acabados de Pintura en Escaleras	Preparación de superficies	Limpiar las paredes, techos y zócalos de las escaleras para eliminar polvo, grasa y otras impurezas que afecten la adherencia de la pintura.	SEMANA 12-13	CUADRILLA 1
	Protección de áreas no pintables	Cubrir barandillas, escalones y otros elementos que no serán pintados, usando plásticos, cinta de pintor y otros materiales de protección.		
	Aplicación de imprimante	Aplicar una capa de imprimante en superficies de concreto para asegurar una mejor adherencia de la pintura.		
	Primera capa de pintura	Aplicar la primera capa de pintura, cuidando de cubrir uniformemente las superficies.		

PARTIDA	SUB ACTIVIDADES	HITOS CLAVE	SEMANA	CUADRILLA RESPONSABLE
	Segunda capa y retoques	Aplicar la segunda capa de pintura para lograr un acabado uniforme y realizar retoques en áreas donde la pintura haya quedado dispareja o no haya cubierto correctamente.		
	Inspección y limpieza	Revisar la calidad del acabado, realizar correcciones si es necesario y limpiar las áreas de trabajo retirando todos los materiales de protección.		
Solaqueo en fachada ciega	Preparación de superficies	Limpiar y humedecer la superficie de la fachada, eliminando polvo, residuos y posibles elementos que dificulten la adherencia.	SEMANA 14	CUADRILLA 1
	Reparación de imperfecciones	Rellenar grietas o fisuras importantes en la superficie, asegurando una base estable y uniforme para el solaqueo.		
	Colocación de mallas de refuerzo (si es necesario)	Instalar mallas en áreas críticas para mejorar la adherencia y evitar fisuras.		
	Preparación de la mezcla de mortero	Preparar el mortero o mezcla para el solaqueo, de acuerdo con las especificaciones técnicas, asegurando una consistencia adecuada.		
	Aplicación de la primera capa	Extender la primera capa de mortero sobre la superficie, nivelando y alisando, y permitiendo que se adhiera correctamente.		
	Aplicación de la segunda capa y nivelación final	Aplicar una segunda capa para lograr un acabado liso y uniforme, con un espesor adecuado y una superficie homogénea.		
	Secado y curado	Permitir el secado y curado del mortero para evitar fisuras, humedeciendo periódicamente la fachada según las condiciones ambientales.		
Señalización y equipamiento	Inspección de áreas y revisión de planos	Identificar las áreas donde se instalarán señales y equipos, y revisar los planos para confirmar las ubicaciones exactas.	SEMANA 14	CUADRILLA 3
	Adquisición y almacenamiento de señalización y equipos	Asegurar que todos los elementos de señalización y equipamiento estén disponibles y almacenados correctamente, incluyendo señales de seguridad, equipos de emergencia, señalética de evacuación y otros accesorios.		

PARTIDA	SUB ACTIVIDADES	HITOS CLAVE	SEMANA	CUADRILLA RESPONSABLE
	Marcado de posiciones de instalación	Marcar las posiciones específicas para la instalación de cada elemento según los planos y las normativas de seguridad.		
	Instalación de señales y equipamiento	Colocar las señales y equipos en sus ubicaciones designadas, asegurando su correcta fijación y visibilidad.		
	Revisión y ajuste final	Inspeccionar cada elemento instalado para confirmar su visibilidad y cumplimiento de normativas, haciendo ajustes si es necesario.		

4.3.5.2 Análisis de Restricciones. Se identificaron las restricciones que puedan impedir el progreso del diseño. Cabe precisar que este análisis se realiza de manera constante y colaborativa para garantizar que el flujo de trabajo no se interrumpa.

Descripción de la Actividad	Tipo De Restricción	Ubicación de la Restricción	Semana	Mitigación	Fecha de verificación	Fecha máxima programada de levantamiento	Responsable	Anterior	Sem 1						Fecha de Levantamiento Real
									27-Set	28-Set	29-Set	30-Set	01-Oct	02-Oct	
				secado y adherencia de materiales.											
Disponibilidad de Mano de Obra Especializada	No contar con personal capacitado en la aplicación de acabados específicos, como pintura, revestimientos o instalación de baldosas, es fundamental para garantizar la calidad.	SÓTANO	1	Programar la disponibilidad de mano de obra calificada de acuerdo con el cronograma. Realizar capacitaciones previas en técnicas de aplicación de acabados para el personal asignado, si es necesario. Coordinar con los subcontratistas para confirmar la disponibilidad de su personal y evitar retrasos.	06/09/2021	15/09/2021	RECURSOS HUMANOS		X						URGENTE
Accesibilidad y Logística en el Sótano	El sótano puede tener limitaciones de espacio, acceso y transporte de materiales y herramientas, lo que podría retrasar la ejecución.	SÓTANO	1	Planificar rutas de acceso y salida, y establecer horarios para evitar conflictos con otras actividades. Utilizar equipos de transporte internos, como elevadores o montacargas, si están disponibles. Coordinar la disposición de materiales y herramientas de manera que no obstruyan el paso ni el área de trabajo.	06/09/2021	20/09/2021	JEFE DE PROYECTO		X						ALTA
Coordinación con Otras Especialidades	Posibilidad de que otras especialidades (como	SÓTANO	1	Coordinar con los responsables de otras especialidades para verificar la finalización de sus actividades	06/09/2021	17/09/2021	ING. ESPECIALISTAS		X						ALTA

Descripción de la Actividad	Tipo De Restricción	Ubicación de la Restricción	Semana	Mitigación	Fecha de verificación	Fecha máxima programada de levantamiento	Responsable	Anterior	Sem 1						Fecha de Levantamiento Real
									27-Set	28-Set	29-Set	30-Set	01-Oct	02-Oct	
	electricidad, plomería o sistemas de ventilación) no hayan completado sus trabajos antes de iniciar los acabados.			en el sótano. Establecer reuniones semanales de coordinación para revisar el estado de avance de cada especialidad. Planificar los acabados en áreas donde se haya completado el trabajo de otras especialidades para evitar interrupciones.											
Disponibilidad de Equipos y Herramientas Adecuadas	Verificación de que todos los equipos y herramientas necesarios para los acabados estén disponibles y en buenas condiciones.	SÓTANO	1	Revisar previamente el estado de todos los equipos y herramientas. Mantener un inventario de herramientas necesarias y coordinar su disponibilidad con el departamento de logística. Establecer un plan de mantenimiento preventivo para evitar fallos durante la ejecución.	06/09/2021	20/09/2021	PLANIFICACIÓN Y LOGÍSTICA		X						URGENTE
RECTIFICACIONES DE SOLAQUES Y REMATES															
Disponibilidad de Materiales y Herramientas Específicas	Retraso en la entrega de los materiales necesarios (mortero, cemento, aditivos) y herramientas (llanas, esponjas, lijas) estén disponibles y en buen estado.	TORRE	1	Realizar un inventario de materiales y herramientas específicos antes de iniciar la actividad. Coordinar con el equipo de compras y almacén para garantizar la disponibilidad y abastecimiento de materiales de manera oportuna. Tener un stock de herramientas básicas de uso frecuente en el sitio, así como establecer un plan de	06/09/2021	20/09/2021	PLANIFICACIÓN Y LOGÍSTICA		X						URGENTE

Descripción de la Actividad	Tipo De Restricción	Ubicación de la Restricción	Semana	Mitigación	Fecha de verificación	Fecha máxima programada de levantamiento	Responsable	Anterior	Sem 1						Fecha de Levantamiento Real
									27-Set	28-Set	29-Set	30-Set	01-Oct	02-Oct	
				mantenimiento para evitar fallos.											
Condiciones Ambientales Apropriadadas	Malas condiciones de humedad y temperatura que pueden afectar la calidad del solaqueo, su secado y la adherencia de los materiales de retoque.	TORRE	1	Revisar las condiciones climáticas previstas y, si es posible, programar la actividad en un período con condiciones óptimas. Usar deshumidificadores o ventiladores si es necesario para mantener el ambiente controlado y favorecer un secado uniforme. Realizar pruebas de adherencia y secado en áreas pequeñas antes de comenzar con las rectificaciones completas.	06/09/2021	17/09/2021	JEFE DE PROYECTO SUPERVISIÓN		X						ALTA
Disponibilidad de Mano de Obra Calificada	Falta del personal capacitado para asegurar acabados de alta calidad y uniformidad.	TORRE	1	Coordinar la disponibilidad de mano de obra capacitada y con experiencia en rectificaciones. Capacitar al equipo en técnicas de rectificación específicas para asegurar una ejecución uniforme y estandarizada. Supervisar la calidad de cada fase de la actividad para detectar errores y solucionarlos de inmediato.	06/09/2021	15/09/2021	RECURSOS HUMANOS		X						URGENTE

Descripción de la Actividad	Tipo De Restricción	Ubicación de la Restricción	Semana	Mitigación	Fecha de verificación	Fecha máxima programada de levantamiento	Responsable	Anterior	Sem 1						Fecha de Levantamiento Real	
									27-Set	28-Set	29-Set	30-Set	01-Oct	02-Oct		
Accesibilidad y Logística en el Área de Trabajo	Asegurar que el área de trabajo esté despejada y que haya espacio adecuado para trabajar en los acabados sin interrupciones.	TORRE	1	Organizar el área de trabajo de manera que las herramientas y materiales estén al alcance, sin obstaculizar el flujo de trabajo. Coordinar con otros equipos o actividades para evitar que coincidan en la misma zona, especialmente en áreas angostas o de difícil acceso. Disponer de plataformas o andamios seguros en caso de trabajar en zonas elevadas, para asegurar el acceso seguro.	06/09/2021	17/09/2021	PLANIFICACIÓN Y LOGÍSTICA		X							ALTA
Control de Tiempos y Programación de Actividades	Es importante mantener un cronograma preciso, ya que los tiempos de secado de materiales pueden afectar la disponibilidad del área para otras actividades.	TORRE	1	Establecer un cronograma detallado para cada fase de la rectificación, incluyendo tiempos de secado necesarios. Coordinar con el equipo de control de obra para ajustar tiempos de entrega si es necesario, evitando comprometer la calidad. Realizar seguimientos constantes al avance de la actividad para detectar posibles desviaciones del cronograma y actuar de inmediato.	06/09/2021	20/09/2021	JEFE DE PROYECTO		X							ALTA
SONDEO Y CABLEADO																

Descripción de la Actividad	Tipo De Restricción	Ubicación de la Restricción	Semana	Mitigación	Fecha de verificación	Fecha máxima programada de levantamiento	Responsable	Anterior	Sem 1						Fecha de Levantamiento Real
									27-Set	28-Set	29-Set	30-Set	01-Oct	02-Oct	
Accesibilidad al Área de Trabajo	Las actividades de sondeo y cableado pueden verse limitadas por el acceso a ciertas áreas, especialmente si se requiere realizar perforaciones o trabajos en espacios reducidos, techos o subterráneos.	TORRE	1	Planificar el acceso con anticipación, utilizando equipos adecuados (plataformas elevadoras, escaleras, etc.) para facilitar el trabajo en áreas de difícil acceso. Asegurar que las áreas estén despejadas de obstáculos o elementos que puedan interferir con el trabajo de sondeo y cableado. Coordinar con otras especialidades para evitar interferencias de trabajos simultáneos que puedan bloquear el acceso.	06/09/2021	20/09/2021	JEFE DE PROYECTO		X						URGENTE
Condiciones Ambientales	Las condiciones climáticas o ambientales, como humedad o temperaturas extremas, pueden afectar el trabajo de cableado, especialmente si se trata de cables que deben ser instalados en áreas al aire libre o en condiciones no controladas.	TORRE	1	Instalar equipos de protección para trabajar en exteriores, como toldos o cubiertas, para proteger el área de trabajo de la intemperie. Asegurar que los cables y materiales sean adecuados para las condiciones ambientales en las que se instalarán (materiales resistentes a la humedad o temperaturas extremas). Programar las actividades de sondeo y cableado en períodos donde las condiciones climáticas sean más estables y seguras para trabajar.	06/09/2021	17/09/2021	JEFE DE PROYECTO SUPERVISIÓN		X						ALTA

Descripción de la Actividad	Tipo De Restricción	Ubicación de la Restricción	Semana	Mitigación	Fecha de verificación	Fecha máxima programada de levantamiento	Responsable	Anterior	Sem 1						Fecha de Levantamiento Real	
									27-Set	28-Set	29-Set	30-Set	01-Oct	02-Oct		
Interrupciones en el Servicio o Enlace de Redes	En proyectos de cableado que involucren redes de telecomunicaciones o sistemas eléctricos activos, cualquier interrupción en el servicio podría afectar a otras áreas o sistemas del edificio.	TORRE	1	Coordinar la instalación de cables en momentos que minimicen la interrupción del servicio a otras áreas del edificio o proyecto. Si es necesario, realizar la actividad en periodos programados de mantenimiento o fuera del horario laboral habitual para evitar impactos en los usuarios o en los sistemas. Asegurar que todo el sistema de cableado esté correctamente aislado o apagado antes de realizar el sondeo o la conexión.	06/09/2021	20/09/2021	ING. ELÉCTRICO		X							MEDIA
Tiempo de Instalación y Secado de Materiales	Algunos cables, conectores o productos (como adhesivos o conductos) pueden requerir tiempo de secado o curado antes de proceder con la instalación, lo que puede generar retrasos en el trabajo.	TORRE	1	Programar el trabajo de cableado de manera eficiente para dar tiempo suficiente a los materiales que requieren secado o curado. Organizar las actividades de manera que el tiempo de secado no interfiera con otras tareas y evitar tiempos de inactividad innecesarios. Asegurarse de que los plazos de secado o curado estén bien definidos en el cronograma y sean respetados.	06/09/2021	20/09/2021	ING. ELÉCTRICO		X							MEDIA

TARRAJEO DE FACHADA PRINCIPAL

Descripción de la Actividad	Tipo De Restricción	Ubicación de la Restricción	Semana	Mitigación	Fecha de verificación	Fecha máxima programada de levantamiento	Responsable	Anterior	Sem 1						Fecha de Levantamiento Real
									27-Set	28-Set	29-Set	30-Set	01-Oct	02-Oct	
Condiciones Climáticas	Las condiciones climáticas, como la lluvia, la alta humedad, o temperaturas extremas, pueden afectar la adherencia, secado y durabilidad del mortero aplicado.	TORRE	1	Programar la actividad en condiciones meteorológicas favorables, evitando días de lluvia o temperaturas extremas (muy frías o calientes). Utilizar aditivos que mejoren la adherencia y resistencia al agua del mortero, especialmente en climas húmedos. En climas muy fríos, emplear calefacción temporal o cobertores para proteger la fachada y los materiales durante el proceso de secado. En condiciones de lluvia o humedad elevada, detener la actividad y proteger las áreas ya trabajadas hasta que las condiciones mejoren.	06/09/2021	17/09/2021	ING. SEGURIDAD		X						BAJA
Accesibilidad y Espacio de Trabajo	La accesibilidad al área de la fachada, especialmente si se trata de edificios altos o de difícil acceso, puede limitar el uso de equipos y herramientas.	TORRE	1	Asegurar que haya acceso adecuado mediante andamios, plataformas elevadoras o grúas, según la altura del edificio. Garantizar que el equipo de trabajo pueda moverse con facilidad y que el material esté accesible sin generar obstrucciones en el sitio. Realizar una evaluación de seguridad en altura y asegurarse de que los trabajadores usen el equipo de protección adecuado (arneses, cascos, etc.).	06/09/2021	20/09/2021	JEFE DE PROYECTO SUPERVISIÓN		X						ALTA

Descripción de la Actividad	Tipo De Restricción	Ubicación de la Restricción	Semana	Mitigación	Fecha de verificación	Fecha máxima programada de levantamiento	Responsable	Anterior	Sem 1						Fecha de Levantamiento Real
									27-Set	28-Set	29-Set	30-Set	01-Oct	02-Oct	
Condiciones de la Superficie de la Fachada	La superficie de la fachada debe estar limpia, libre de polvo, grasa o cualquier otra sustancia que impida la adherencia del mortero.	TORRE	1	Realizar una limpieza completa de la fachada antes de aplicar el mortero, utilizando cepillos, agua a presión, o productos limpiadores adecuados para eliminar restos de polvo, hongos o materiales sueltos. Revisar las juntas o grietas previas que puedan necesitar reparación antes de proceder con el tarrajeo. Aplicar un imprimante o promotor de adherencia si la superficie es demasiado lisa o porosa.	06/09/2021	17/09/2021	JEFE DE PROYECTO SUPERVISIÓN		X						ALTA

4.3.5.3 Toma de Decisiones Basada en Información (Decision-Making). Los datos obtenidos respecto al análisis de restricciones realizado se utilizan para tomar decisiones fundamentadas y ajustar el plan según sea necesario.

Tabla 17.

Decision Making basado en el análisis de restricciones y planificación semanal.

PARTIDA	PLANIFICACIÓN SEMANA 1	REUNIONES DIARIAS	DECISION MAKING
ACABADOS EN SÓTANO	Día 1 Preparación de superficies en paredes y pisos	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluar el cumplimiento diario de tareas y ajustar los planes si se detectan problemas, como falta de materiales o condiciones desfavorables de trabajo (humedad en paredes, falta de ventilación adecuada, etc.). 	<ul style="list-style-type: none"> • Revisar la calidad de los acabados en las paredes, pisos e instalaciones eléctricas. • Analizar el rendimiento de los trabajadores y tiempos de ejecución de cada actividad, identificando áreas de mejora. • Documentar problemas comunes y sugerir técnicas o cambios en la logística para mejorar futuras actividades en espacios confinados como el sótano.
	Día 2 inspección de paredes y techos para detectar áreas que necesiten nivelación.		
	Día 3 Aplicación de pintura o enlucido en paredes, asegurando que se respeten los tiempos de secado.	<ul style="list-style-type: none"> • Resolver rápidamente problemas logísticos, de acceso o de coordinación con otros equipos en el área del sótano. • Reforzar las medidas de seguridad, sobre todo en espacios cerrados, para garantizar que el personal trabaje de forma segura. 	
	Día 4 Aplicación de pintura o enlucido en paredes, asegurando que se respeten los tiempos de secado.		
	Día 5 Instalación de pisos, verificando la alineación y nivelación correctas.		
	Día 6 Instalación de pisos, verificando la alineación y nivelación correctas.		
	Día 7 Instalación de luminarias y accesorios eléctricos, así como inspección de calidad en todos los acabados realizados durante la semana.		
RECTIFICACIONES DE SOLAQUES Y REMATES	Día 1 Preparación de las superficies	<ul style="list-style-type: none"> • Revisión de los avances del día, identificando áreas completadas y pendientes. 	<ul style="list-style-type: none"> • Analizar la calidad y tiempo de ejecución de los solaques y remates. • Identificar qué aspectos fueron exitosos y cuáles necesitan ajustes.
	Día 2 verificación de defectos en muros y techos.		
	Día 3 Realización de la rectificación de solaques, asegurando nivelación y calidad.		
	Día 4 Ejecución de remates y acabados finos en esquinas, bordes y detalles.	<ul style="list-style-type: none"> • Identificación y resolución de problemas en tiempo real, como 	
	Día 5 Ejecución de remates y acabados finos en esquinas, bordes y detalles.		

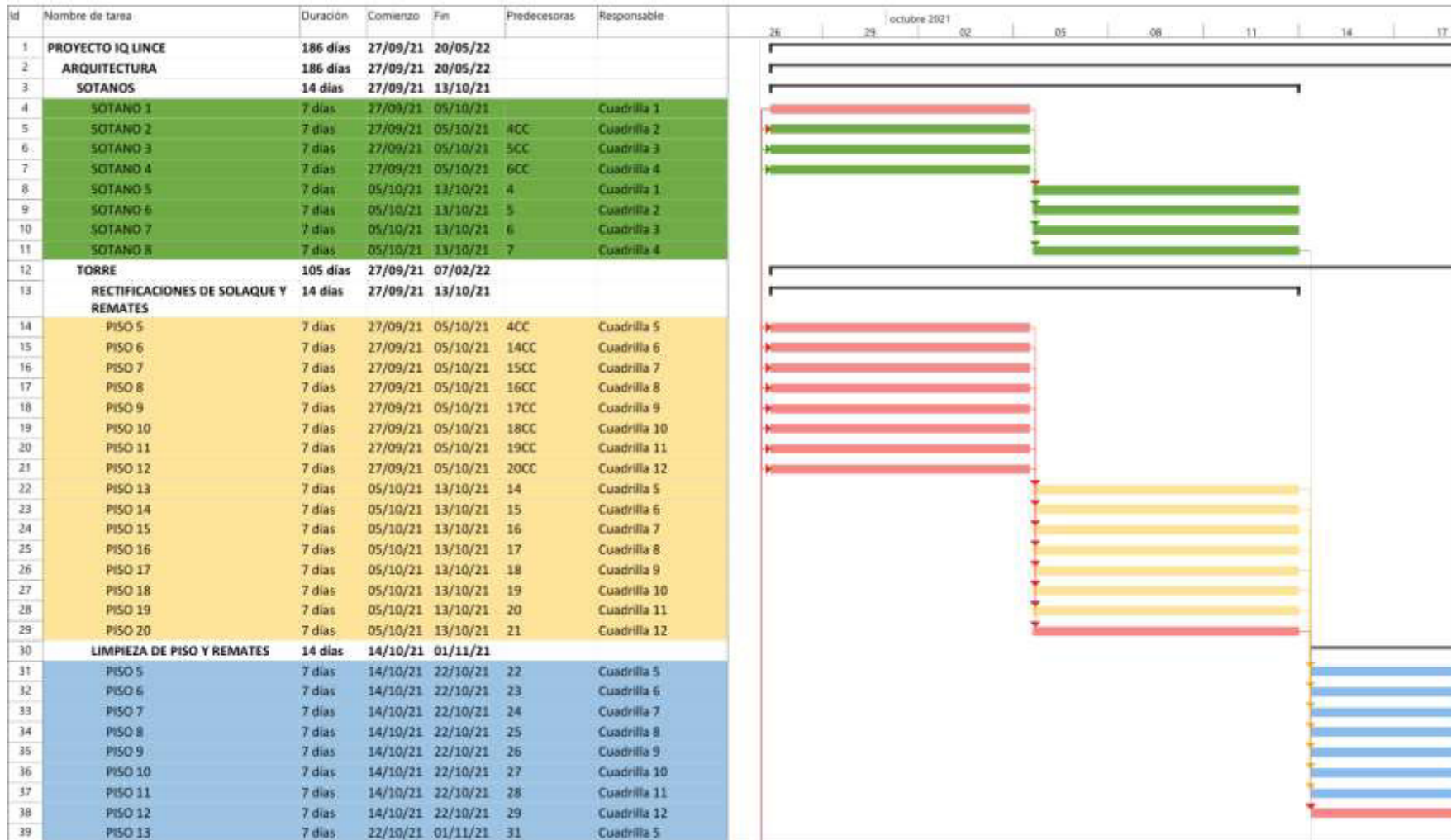
PARTIDA	PLANIFICACIÓN SEMANA 1	REUNIONES DIARIAS	DECISION MAKING
	<p>Día 6 Inspección de calidad y revisión de áreas críticas.</p> <p>Día 7 Realización de retoques finales según los resultados de la inspección.</p> <p>Día 7 Inspección final con el equipo de control de calidad, ajustando cualquier detalle de último minuto antes de la entrega del área.</p>	<p>falta de materiales o ajustes en las técnicas de aplicación.</p> <ul style="list-style-type: none"> Ajuste del plan diario si se presentan atrasos o dificultades. 	<ul style="list-style-type: none"> Documentar técnicas de rectificación que dieron buenos resultados y mejorar los procedimientos de inspección.
SONDEO Y CABLEADO	<p>Día 1 Inspección y marcado de rutas para el cableado, ajustando la planificación según las necesidades del sitio.</p> <p>Día 2 Realización de sondeos y perforaciones en las áreas de trabajo identificadas, asegurando que las rutas se ajusten a los planos.</p> <p>Día 3 Instalación de tubos, canaletas y otros elementos de protección en las rutas del cableado.</p> <p>Día 4 Tendido de cables en las rutas definidas y conexión a las salidas o tomas eléctricas y de datos.</p> <p>Día 5 Tendido de cables en las rutas definidas y conexión a las salidas o tomas eléctricas y de datos.</p> <p>Día 6 Revisión, pruebas de funcionamiento y ajuste de cualquier conexión para asegurar la continuidad y funcionalidad.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Revisar el avance de las tareas diarias, asegurando que cada fase esté completada y libre de problemas. Solucionar problemas en tiempo real, como falta de materiales, ajustes en las rutas de cableado o interferencias de otras actividades. Confirmar que el personal esté utilizando el equipo de protección necesario y que se sigan las medidas de seguridad al trabajar con herramientas de perforación y al instalar cables. Verificar que las pruebas de conexión se realicen al final de cada fase para asegurar la funcionalidad del cableado. 	<ul style="list-style-type: none"> Evaluar la precisión de las rutas y conexiones de cableado, asegurando que estén alineadas con los planos y normativas. Comparar los tiempos y recursos utilizados con los planes iniciales para ajustar la planificación de futuros proyectos. Documentar problemas comunes (como dificultades en el acceso o interferencias en otras áreas) y las soluciones aplicadas para mejorar la eficiencia de futuras instalaciones. Analizar la efectividad de las herramientas y métodos utilizados en el tendido y sondeo, considerando posibles ajustes para optimizar recursos.
TARRAJEO DE FACHADA PRINCIPAL	<p>Día 1 Montaje de andamios</p> <p>Día 2 Preparación de la superficie (limpieza y aplicación de capa de adherencia).</p> <p>Día 3 Preparación y aplicación de la primera capa de tarrajeo en las áreas marcadas de la fachada.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Revisar el progreso de las tareas diarias y ajustar el cronograma en caso de retrasos o problemas. 	<ul style="list-style-type: none"> Evaluar la calidad del acabado de tarrajeo, asegurando que cumpla con los estándares de estética y durabilidad.

PARTIDA	PLANIFICACIÓN SEMANA 1	REUNIONES DIARIAS	DECISION MAKING
Día 4	Preparación y aplicación de la primera capa de tarrajeo en las áreas marcadas de la fachada.	<ul style="list-style-type: none"> Asegurar que cada trabajador utilice el equipo de protección adecuado y que las medidas de seguridad se mantengan al trabajar en alturas. 	<ul style="list-style-type: none"> Comparar los tiempos y recursos utilizados con los planes iniciales para ajustar la planificación en futuros proyectos.
Día 5	Aplicación de la segunda capa de tarrajeo y alisado de la superficie para lograr un acabado liso y uniforme.	<ul style="list-style-type: none"> Solucionar problemas en tiempo real, como falta de materiales, problemas con las herramientas o ajustes en el acceso a la fachada. 	<ul style="list-style-type: none"> Documentar problemas comunes, como dificultades en el acceso o interferencias, y las soluciones aplicadas para optimizar el flujo de trabajo en actividades similares.
Día 6	Aplicación de la segunda capa de tarrajeo y alisado de la superficie para lograr un acabado liso y uniforme.	<ul style="list-style-type: none"> Supervisar la consistencia y calidad de la mezcla utilizada y el acabado de cada capa de tarrajeo. 	<ul style="list-style-type: none"> Analizar la efectividad de las herramientas y técnicas utilizadas en el alisado y acabado para posibles mejoras en futuras aplicaciones.
Día 7	Revisión y ajustes finales en la superficie tarrajada y cura del tarrajeo mediante humedecimiento controlado.		

4.3.5.4. Planificación de Plazo Corto (Lookahead Planning). La planificación horizonte, como se realiza convencionalmente, ayudó a identificar las tareas y actividades específicas de diseño, a corto plazo (3 semanas) del 27 de setiembre del 2021 al 17 de octubre del 2021, asegurando que los equipos sepan exactamente qué se espera de ellos.

Figura 9.

Cronograma de Planificación a corto plazo (Look Ahead).



Id	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras	Responsable	octubre 2021							
							26	28	02	05	08	11	14	17
80	PISO 20	7 días	10/11/21	18/11/21	72	Cuadrilla 12								
81	PINTURA(MURO-TECHO)	28 días	18/11/21	23/12/21										
82	PISO 5	7 días	18/11/21	26/11/21	80	equipo pintura 1								
83	PISO 6	7 días	18/11/21	26/11/21	82CC	equipo pintura 2								
84	PISO 7	7 días	18/11/21	26/11/21	82CC	equipo pintura 3								
85	PISO 8	7 días	18/11/21	26/11/21	82CC	equipo pintura 4								
86	PISO 9	7 días	27/11/21	06/12/21	82	equipo pintura 1								
87	PISO 10	7 días	27/11/21	06/12/21	83	equipo pintura 2								
88	PISO 11	7 días	27/11/21	06/12/21	84	equipo pintura 3								
89	PISO 12	7 días	27/11/21	06/12/21	85	equipo pintura 4								
90	PISO 13	7 días	07/12/21	15/12/21	86	equipo pintura 1								
91	PISO 14	7 días	07/12/21	15/12/21	87	equipo pintura 2								
92	PISO 15	7 días	07/12/21	15/12/21	88	equipo pintura 3								
93	PISO 16	7 días	07/12/21	15/12/21	89	equipo pintura 4								
94	PISO 17	7 días	15/12/21	23/12/21	90	equipo pintura 1								
95	PISO 18	7 días	15/12/21	23/12/21	91	equipo pintura 2								
96	PISO 19	7 días	15/12/21	23/12/21	92	equipo pintura 3								
97	PISO 20	7 días	15/12/21	23/12/21	93	equipo pintura 4								
98	ACI	63 días	18/11/21	07/02/22										
99	PISO 3	7 días	18/11/21	26/11/21	82FF	Equipo 1.5. 1								
100	PISO 4	7 días	18/11/21	26/11/21	99FF	Equipo 1.5. 2								
101	PISO 5	7 días	27/11/21	06/12/21	82	Equipo 1.5. 1								
102	PISO 6	7 días	27/11/21	06/12/21	83	Equipo 1.5. 2								
103	PISO 7	7 días	07/12/21	15/12/21	101	Equipo 1.5. 1								
104	PISO 8	7 días	07/12/21	15/12/21	102	Equipo 1.5. 2								
105	PISO 9	7 días	15/12/21	23/12/21	103	Equipo 1.5. 1								
106	PISO 10	7 días	15/12/21	23/12/21	104	Equipo 1.5. 2								
107	PISO 11	7 días	24/12/21	01/01/22	105	Equipo 1.5. 1								
108	PISO 12	7 días	24/12/21	01/01/22	106	Equipo 1.5. 2								
109	PISO 13	7 días	03/01/22	11/01/22	107	Equipo 1.5. 1								
110	PISO 14	7 días	03/01/22	11/01/22	108	Equipo 1.5. 2								
111	PISO 15	7 días	11/01/22	19/01/22	109	Equipo 1.5. 1								
112	PISO 16	7 días	11/01/22	19/01/22	110	Equipo 1.5. 2								
113	PISO 17	7 días	20/01/22	28/01/22	111	Equipo 1.5. 1								
114	PISO 18	7 días	20/01/22	28/01/22	112	Equipo 1.5. 2								
115	PISO 19	7 días	28/01/22	07/02/22	113	Equipo 1.5. 1								
116	PISO 20	7 días	28/01/22	07/02/22	114	Equipo 1.5. 2								
117	APARATOS SANITARIOS Y GRIFERIA	59 días	24/11/21	07/02/22										
118	PISO 3	3 días	24/11/21	26/11/21	99FF	Equipo 1.5. 3								
119	PISO 4	3 días	24/11/21	26/11/21	100FF	Equipo 1.5. 4								

Id	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras	Responsable	octubre 2021							
							26	29	02	05	08	11	14	17
240	BSS	30 días	05/03/22	12/04/22	237	Equipo I.S. 2								
241	DAI	60 días	05/03/22	20/05/22	236	Esquipo I.E. 1								
242	GRUPO ELECTROGENO	30 días	05/03/22	12/04/22	241CC	Esquipo I.E. 2								
243	CISTERNA	21 días	07/02/22	04/03/22										
244	ACI	21 días	07/02/22	04/03/22	236CC	Equipo I.S. 1								
245	ASCENSOR	66 días	06/10/21	29/12/21										
246	NEGATIVO	66 días	06/10/21	29/12/21										
247	INSTALACION	66 días	06/10/21	29/12/21	234FF	Contratista Ascensores								
248	ACABADOS	15 días	10/12/21	29/12/21	247FF	Contratista Ascensores								
249	POSITIVO	66 días	06/10/21	29/12/21										
250	INSTALACION	66 días	06/10/21	29/12/21	247CC	Contratista Ascensores								
251	ACABADOS	15 días	10/12/21	29/12/21	250FF	Contratista Ascensores								
252	ESCALERAS	36 días	15/11/21	30/12/21										
253	GRUESO (TARRAJEO - CONTRAPASO)	21 días	15/11/21	10/12/21	211	Cuadrilla 1								
254	ACABADO (PINTURA TECHO MURO)	15 días	11/12/21	30/12/21	253	Cuadrilla 1								
255	FACHADAS	96 días	27/09/21	26/01/22										
256	PRINCIPAL	91 días	27/09/21	19/01/22										
257	TARRAJEO	60 días	27/09/21	10/12/21	14CC	Cuadrilla Ext 1								
258	MICROCEMENTO	30 días	03/11/21	10/12/21	257FF	Cuadrilla Ext 2								
259	VIDRIOS	21 días	24/12/21	19/01/22	173	VIDRIERIA 1								
260	CIEGA	21 días	30/12/21	26/01/22										
261	SOLAQUEO	21 días	30/12/21	26/01/22	254	Cuadrilla 1								
262	PASADIZOS COMUNES	91 días	15/11/21	10/03/22										
263	RECTIFICACION DE MUROS TECHO	15 días	15/11/21	20/11/21	216CC	Cuadrilla pasadizos1								
264	SARDINELES EN DUCTOS	5 días	15/11/21	20/11/21	263CC	Cuadrilla pasadizos2								
265	ENCHAPE Y FRAGUA EN PISOS	7 días	15/11/21	23/11/21	264CC	Cuadrilla pasadizos3								
266	DRYWALL	7 días	15/11/21	23/11/21	263CC	Exp. Drywall								
267	EMPASTE GRUESO	4 días	08/01/22	13/01/22	190	equipo pintura 4								
268	EMPASTE FINO	4 días	13/01/22	18/01/22	267	equipo pintura 4								
269	LIJADO PULIDO	4 días	19/01/22	24/01/22	268	equipo pintura 4								
270	1ER MANO PINTURA	5 días	24/01/22	29/01/22	269	equipo pintura 4								
271	INSTALACION DE SISTEMA ACI INTE	4 días	05/03/22	10/03/22	244	Equipo I.S. 1 y 2								
272	PUERTAS CORTAFUEGO	7 días	22/11/21	30/11/21	264	Cuadrilla pasadizos2								
273	REMASILLADO Y LIJADO	7 días	31/01/22	08/02/22	270	Cuadrilla pasadizos1								
274	2DA MANO DE PINTURA	7 días	08/02/22	16/02/22	273	equipo pintura 4								
275	SERIALIZACION Y EQUIPAMIENTO	7 días	30/11/21	07/01/22	254PC+1 dia	Cuadrilla 1								
276	AZOTEA	68 días	18/11/21	11/02/22										
277	SOLAQUEO DE ESTRUCTURA	11 días	18/11/21	02/12/21	73	Cuadrilla 5								
278	ASENTADO DE LADRILLO	10 días	18/11/21	01/12/21	74	Cuadrilla 6								
279	SOLAQUEO DE LADRILLO	8 días	18/11/21	29/11/21	75	Cuadrilla 7								

Tabla 18.

Look Ahead Planning.

PARTIDA	LOOK AHEAD PLANNING (3 semanas)
ACABADOS EN SÓTANO	<p><u>Acciones:</u> Confirmar la disponibilidad de materiales como pintura, revestimientos, baldosas, accesorios de iluminación y cualquier otro material requerido. Verificar que el equipo necesario esté disponible, incluyendo herramientas para aplicar acabados, equipo de protección personal (PPE), y maquinaria como pulidoras si se requieren. Identificar y resolver restricciones logísticas, como accesos al sótano, especialmente si el área ya está en uso o si hay limitaciones de espacio. Coordinar con otros equipos para evitar interferencias, especialmente si están trabajando en el cableado, ventilación o tuberías.</p>
RECTIFICACIONES DE SOLAQUES Y REMATES	<p><u>Acciones:</u> Verificar la disponibilidad de materiales, como mezcla para rectificación, herramientas de nivelación, llana, espátulas y otros equipos necesarios. Asegurar que los equipos de mano de obra estén disponibles y capacitados para ejecutar la rectificación y los remates. Revisar el espacio de trabajo para confirmar que las áreas estén libres de obstrucciones y que no haya interferencias con otras actividades. Identificar posibles problemas de acceso o interferencia con otras actividades, como instalaciones eléctricas o carpintería.</p>
LIMPIEZA DE PISO Y REMATES	<p><u>Acciones:</u> Confirmar la disponibilidad de productos y herramientas de limpieza, así como materiales para los remates (selladores, ceras, detergentes). Asegurar que el personal asignado esté capacitado en técnicas de limpieza y acabados específicos según los materiales del piso. Identificar y resolver restricciones como accesos a las áreas que deben estar despejadas, posibles interferencias con otras actividades y disponibilidad de recursos. Coordinar con el equipo de seguridad para garantizar que los productos y equipos utilizados sean seguros y cumplan con las normas de protección en el lugar de trabajo. Preparar un plan de protección de superficies terminadas durante la limpieza para evitar daños por el movimiento de equipos y materiales.</p>
SONDEO Y CABLEADO	<p><u>Acciones:</u> Confirmar la disponibilidad de materiales (cables, tubos, conectores, herramientas de perforación) y equipos de protección necesarios. Asegurar que el personal encargado esté capacitado en la manipulación e instalación de los sistemas eléctricos y de datos según las normativas de seguridad. Identificar y resolver restricciones como acceso a las áreas donde se realizará el cableado y evitar conflictos con otras actividades de construcción. Revisar los planos y las especificaciones del cableado para asegurar que todos los detalles estén claros y disponibles para el equipo de instalación. Coordinar la limpieza y preparación del área para facilitar el acceso y evitar retrasos debido a obstáculos físicos.</p>
ACABADOS EN ESPECIALIDADES	<p><u>Acciones:</u> Verificar la disponibilidad de materiales especializados (como madera tratada, cristales personalizados, o iluminación LED específica) y coordinar las entregas para evitar retrasos. Asegurar que la mano de obra esté capacitada en el manejo de los materiales especializados, ya que suelen requerir conocimientos específicos. Identificar y resolver restricciones como el acceso a áreas específicas, coordinar el trabajo con otras actividades, y disponer de herramientas especializadas. Coordinar con otros equipos y tareas para evitar interferencias, ya que estos acabados requieren precisión y trabajo en áreas delimitadas.</p>
TARRAJEO DE FACHADA PRINCIPAL	<p><u>Acciones:</u> Confirmar la disponibilidad de materiales como cemento, arena, agua y aditivos, así como las herramientas y equipos necesarios (mezcladora, andamios). Asegurar que el equipo esté capacitado en el proceso de tarrajeo y en las técnicas de acabado. Identificar y resolver restricciones como el acceso a la fachada, interferencias con otras actividades y las condiciones climáticas que puedan afectar el proceso. Coordinar con los encargados de seguridad para asegurar el montaje y uso de andamios o plataformas de trabajo seguras y adecuadas. Preparar el sitio, incluyendo la disposición de materiales y equipos en lugares accesibles para evitar demoras.</p>

4.3.6 Métricas

4.3.6.1 Variación por hitos:

- **Identificar los hitos** que son críticos para el proyecto, como la culminación de etapas específicas (por ejemplo, la finalización de los acabados en el nivel 10 del edificio).
- **Registrar la fecha planeada** para cada hito al inicio de la fase de planificación.
- **Registrar la fecha real de finalización** del hito al llegar al punto de revisión.
- **Calcular la variación**, restando la fecha planeada de la fecha real para obtener los días de retraso o adelantamiento.

$$\text{Variación por Hito} = \text{Fecha Real} - \text{Fecha Planeada}$$

- Si la variación es positiva, indica un **retraso** en días.
 - Si la variación es negativa, muestra que el hito se completó **antes de lo planeado**.
 - Si la variación es cero, el hito se completó en la fecha planificada.
- **Interpretación de la Variación por Hitos:**
 - **Indicador de Desviación:** Este valor permite identificar cuánto y con qué frecuencia se están desviando las tareas críticas del cronograma.
 - **Análisis de Causas:** Un valor alto de variación en ciertos hitos sugiere áreas de conflicto o problemas recurrentes (como escasez de materiales, baja productividad, coordinación deficiente entre equipos, etc.).
 - **Ajuste de Planificación:** La revisión continua de esta métrica permite ajustes tempranos, optimizando el flujo de trabajo y reduciendo el impacto de las desviaciones en hitos futuros.

Tabla 19.*Variación por hitos.*

ACTIVIDAD	FIN PROGRAMADO	FIN REAL	VARIACIÓN POR HITO
ACABADOS EN SÓTANO			
SOTANO 1			
SOTANO 2	04/10/2021	04/10/2021	0
SOTANO 3			
SOTANO 4			
RECTIFICACIÓN DE SOLAQUES Y REMATES			
PISO 05			
PISO 06			
PISO 07			
PISO 08			
PISO 09	04/10/2021	04/10/2021	0
PISO 10			
PISO 11			
PISO 12			
PISO 06			
SONDEO Y CABLEADO			
PISO 05	03/10/2021	04/10/2021	1
PISO 06			
TARRAJEO DE FACHADA			
FACHADA PRINCIPAL	04/10/2021	04/10/2021	0

4.3.6.2 Nivel de compromiso

El nivel de compromiso se expresa en porcentaje y se calcula con la siguiente fórmula:

$$\text{Nivel de Compromiso (\%)} = \left(\frac{\text{Cantidad de Tareas Cumplidas}}{\text{Cantidad de Tareas Planeadas}} \right) * 100$$

- **Cantidad de Tareas Planeadas:** Es el número total de tareas programadas para la semana o período que se está evaluando, según el plan acordado en las reuniones de planificación de corto plazo.
- **Cantidad de Tareas Cumplidas:** Es el número de tareas que efectivamente se completaron en el tiempo acordado.
 - Un nivel de compromiso del **100%** indica que todas las tareas planificadas fueron completadas según lo previsto.

- Un valor menor al **100%** sugiere tareas no completadas y puede indicar problemas de planificación, recursos insuficientes o necesidades de ajuste en la metodología de trabajo.

- **Interpretación del Nivel de Compromiso**

- **Alta confiabilidad en el plan:** Un alto nivel de compromiso (90-100%) sugiere que los equipos están cumpliendo consistentemente sus compromisos, lo cual es clave para mantener un flujo de trabajo estable.
- **Identificación de problemas:** Niveles bajos de compromiso indican problemas recurrentes que obstaculizan el cumplimiento de las tareas planificadas. Esto puede señalar áreas que requieren intervención, como falta de materiales, problemas de coordinación o conflictos entre equipos.
- **Ajuste continuo:** La revisión de esta métrica permite realizar ajustes frecuentes para mejorar la planificación futura y aumentar la confiabilidad en el proceso.

4.3.6.3 Porcentaje Requerido completado:

El PRC mide el porcentaje de tareas planificadas que se completaron realmente en el período evaluado. Es una de las métricas más importantes en el LPS 2.0, ya que ayuda a evaluar la eficacia del equipo en cumplir con el plan establecido y, a su vez, identifica áreas de mejora en la planificación y ejecución:

$$PRC\% = \left(\frac{\text{Número de Tareas Completadas}}{\text{Número de Tareas Planeadas}} \right) * 100$$

- **Número de Tareas Planeadas:** Es la cantidad total de tareas que fueron planificadas para completarse en un período específico (por ejemplo, semanalmente).

- **Número de Tareas Completadas:** Es la cantidad de tareas realmente completadas dentro de ese mismo período.
 - Un PRC del **100%** indica que todas las tareas planificadas fueron completadas como se esperaba.
 - Un PPC menor al **100%** indica que algunas tareas no se completaron en el tiempo previsto, lo cual podría sugerir problemas de planificación o ejecución.

- **Interpretación del PRC:**
 - **Control de Flujo de Trabajo:** Un PRC alto indica que el flujo de trabajo es estable y que el equipo está cumpliendo los compromisos establecidos en el plan. Esto suele ser un objetivo clave en el LPS para evitar interrupciones en el proyecto.
 - **Identificación de Obstáculos:** Un PRC bajo indica que las tareas planeadas no se están completando, lo cual puede deberse a problemas como falta de recursos, deficiencias en la coordinación o cambios en el proyecto. Estos problemas pueden ser revisados y resueltos en las reuniones de planificación.
 - **Mejora Continua:** El análisis de las causas de bajo PRC permite realizar ajustes en la planificación y mejorar la precisión de los planes futuros, logrando así una mayor predictibilidad.

Tabla 20.

PRC.

ACTIVIDAD	RESPONSABLE	SEMANA 1								ANALISIS DE CUMPLIMIENTO				
		L	M	X	J	V	S	D	L	TAREAS		ACTIVIDAD	MOTIVOS U OBSERVACIONES DE INCUMPLIMIENTO	MEDIDA CORRECTIVA
		27	28	29	30	01	02	03	04	SI	NO			
ACABADOS EN SÓTANO														
SOTANO 1	CUADRILLA 1											X		
Preparación de superficies en paredes y pisos											x			
inspección de paredes y techos para detectar áreas que necesiten nivelación.										x				
Aplicación de pintura o enlucido en paredes, asegurando que se respeten los tiempos de secado.										x				
Aplicación de pintura o enlucido en paredes, asegurando que se respeten los tiempos de secado.										x				
Instalación de pisos, verificando la alineación y nivelación correctas.										x				
Instalación de pisos, verificando la alineación y nivelación correctas.										x				
Instalación de luminarias y accesorios eléctricos, así como inspección de calidad en todos los acabados realizados durante la semana.										x				
SOTANO 2	CUADRILLA 2											X		
Preparación de superficies en paredes y pisos										x				
inspección de paredes y techos para detectar áreas que necesiten nivelación.										x				
Aplicación de pintura o enlucido en paredes, asegurando que se respeten los tiempos de secado.										x				
Aplicación de pintura o enlucido en paredes, asegurando que se respeten los tiempos de secado.										x				

Instalación de pisos, verificando la alineación y nivelación correctas.				x			
Instalación de pisos, verificando la alineación y nivelación correctas.				x			
Instalación de luminarias y accesorios eléctricos, así como inspección de calidad en todos los acabados realizados durante la semana.				x			
SOTANO 3						X	
Preparación de superficies en paredes y pisos				x			
inspección de paredes y techos para detectar áreas que necesiten nivelación.				x			
Aplicación de pintura o enlucido en paredes, asegurando que se respeten los tiempos de secado.				x			
Aplicación de pintura o enlucido en paredes, asegurando que se respeten los tiempos de secado.				x			
Instalación de pisos, verificando la alineación y nivelación correctas.				x			
Instalación de pisos, verificando la alineación y nivelación correctas.				x			
Instalación de luminarias y accesorios eléctricos, así como inspección de calidad en todos los acabados realizados durante la semana.				x			
SOTANO 4						X	
Preparación de superficies en paredes y pisos					x		
inspección de paredes y techos para detectar áreas que necesiten nivelación.					x		
Aplicación de pintura o enlucido en paredes, asegurando que se respeten los tiempos de secado.				x			
Aplicación de pintura o enlucido en paredes, asegurando que se respeten los tiempos de secado.				x			
Instalación de pisos, verificando la alineación y nivelación correctas.				x			

Instalación de pisos, verificando la alineación y nivelación correctas.										X			
Instalación de luminarias y accesorios eléctricos, así como inspección de calidad en todos los acabados realizados durante la semana.										X			
RECTIFICACIONES DE SOLAQUES Y REMATES													
PISO 05												X	
Preparación de las superficies										X			
verificación de defectos en muros y techos.										X			
Realización de la rectificación de solaques, asegurando nivelación y calidad.											X		
Ejecución de remates y acabados finos en esquinas, bordes y detalles.											X		
Ejecución de remates y acabados finos en esquinas, bordes y detalles.										X			
Inspección de calidad y revisión de áreas críticas.										X			
Realización de retoques finales según los resultados de la inspección.										X			
PISO 06												X	
Preparación de las superficies										X			
verificación de defectos en muros y techos.										X			
Realización de la rectificación de solaques, asegurando nivelación y calidad.										X			
Ejecución de remates y acabados finos en esquinas, bordes y detalles.										X			
Ejecución de remates y acabados finos en esquinas, bordes y detalles.										X			
Inspección de calidad y revisión de áreas críticas.										X			
Realización de retoques finales según los resultados de la inspección.										X			

PISO 07	CUADRILLA 7										X			
		Preparación de las superficies								x				
		verificación de defectos en muros y techos.								x				
		Realización de la rectificación de solaques, asegurando nivelación y calidad.												
		Ejecución de remates y acabados finos en esquinas, bordes y detalles.								x				
		Ejecución de remates y acabados finos en esquinas, bordes y detalles.								x				
		Inspección de calidad y revisión de áreas críticas.								x				
Realización de retoques finales según los resultados de la inspección.								x						
PISO 08	CUADRILLA 8											X		
		Preparación de las superficies								x				
		verificación de defectos en muros y techos.								x				
		Realización de la rectificación de solaques, asegurando nivelación y calidad.								x				
		Ejecución de remates y acabados finos en esquinas, bordes y detalles.								x				
		Ejecución de remates y acabados finos en esquinas, bordes y detalles.								x				
		Inspección de calidad y revisión de áreas críticas.								x				
Realización de retoques finales según los resultados de la inspección.								x						
PISO 09	CUADRILLA 9											X		
		Preparación de las superficies								x				
		Realización de la rectificación de solaques, asegurando nivelación y calidad.								x				

Ejecución de remates y acabados finos en esquinas, bordes y detalles.												X			
Ejecución de remates y acabados finos en esquinas, bordes y detalles.												X			
Inspección de calidad y revisión de áreas críticas.												X			
Realización de retoques finales según los resultados de la inspección.												X			
PISO 10														X	
Preparación de las superficies												X			
verificación de defectos en muros y techos.												X			
Realización de la rectificación de solaques, asegurando nivelación y calidad.											X				
Ejecución de remates y acabados finos en esquinas, bordes y detalles.												X			
Ejecución de remates y acabados finos en esquinas, bordes y detalles.												X			
Inspección de calidad y revisión de áreas críticas.												X			
Realización de retoques finales según los resultados de la inspección.												X			
PISO 11														X	
Preparación de las superficies												X			
verificación de defectos en muros y techos.												X			
Realización de la rectificación de solaques, asegurando nivelación y calidad.												X			
Ejecución de remates y acabados finos en esquinas, bordes y detalles.												X			
Ejecución de remates y acabados finos en esquinas, bordes y detalles.												X			
Inspección de calidad y revisión de áreas críticas.												X			

PISO 06	CUADRILLA ELECTR. 2							-			X		
Inspección y marcado de rutas para el cableado, ajustando la planificación según las necesidades del sitio.								-	X				
Realización de sondeos y perforaciones en las áreas de trabajo identificadas, asegurando que las rutas se ajusten a los planos.								-	X				
Instalación de tubos, canaletas y otros elementos de protección en las rutas del cableado.								-	X				
Tendido de cables en las rutas definidas y conexión a las salidas o tomas eléctricas y de datos.								-	X				
Tendido de cables en las rutas definidas y conexión a las salidas o tomas eléctricas y de datos.								-	X				
Revisión, pruebas de funcionamiento y ajuste de cualquier conexión para asegurar la continuidad y funcionalidad.								-	X				
TARRAJEO DE FACHADA													
FACHADA PRINCIPAL	CUADRILLA DE EXTERIORES 1										X		
Montaje de andamios									X				
Preparación de la superficie (limpieza y aplicación de capa de adherencia).									X				
Preparación y aplicación de la primera capa de tarrajeo en las áreas marcadas de la fachada.									X				
Preparación y aplicación de la primera capa de tarrajeo en las áreas marcadas de la fachada.									X				
Aplicación de la segunda capa de tarrajeo y alisado de la superficie para lograr un acabado liso y uniforme.									X				
Aplicación de la segunda capa de tarrajeo y alisado de la superficie para lograr un acabado liso y uniforme.									X				
Revisión y ajustes finales en la superficie tarrajada y cura del tarrajeo mediante humedecimiento controlado.									X				

CONFIABILIDAD DE LA PROGRAMACION	89	9
	91%	
NIVEL DE COMPROMISO	Actividades Cumplidas	Actividades Planeadas
	15	15
	100%	
PORCENTAJE REQUERIDO COMPLETADO	Tareas Cumplidas	Tareas Planeadas
	96	103
	93%	

4.4 Contrastación de Hipótesis

Para la ejecución de las pruebas estadísticas presentadas, se trabajó con la información correspondiente a un conjunto de 28 actividades de acabados registradas en la semana 31 del proyecto. Estas actividades fueron seleccionadas por disponer de datos completos y comparables entre el método tradicional y el Last Planner System 2.0, lo que permitió realizar la comparación y validación de las hipótesis planteadas.

4.4.1 Hipótesis General

Ho: La aplicación del Last Planner System 2.0 en la etapa de acabados de un edificio de oficinas de 20 niveles en Lima, Perú, no mejora la planificación, no permite identificar restricciones, no gestiona riesgos ni optimiza los indicadores clave de desempeño en comparación con la planificación convencional.

Ha: La aplicación del Last Planner System 2.0 en la etapa de acabados de un edificio de oficinas de 20 niveles en Lima, Perú, mejora la planificación, permite identificar restricciones, gestionar riesgos y optimizar los indicadores clave de desempeño, en comparación con la planificación convencional.

Figura 10.*Prueba Estadística - LPS*

Estadísticas de Medias y/o Variables de Correlación					
		Media	N	Desv. estándar	Media de error estándar
Método	Sin LPS	20.626	28	25.266	2.7102
	Con LPS	14.736	28	19.961	2.0396

Figura 11.*Prueba de Paramétrica de t- Student - LPS*

Prueba de Medias y/o Variables de Correlación										
		Diferencias de Correlación					t	ig1	Significación	
		Media	Desv. estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				P de un factor	P de dos factores
					Inferior	Superior				
Método	Sin LPS - Con LPS	8.534	8.220	1.035	6.235	11.45	7.614	28	< 0.002	< 0.003

Conclusión: Criterio de decisión: (si $p \geq 0.05$, aceptamos la H_0 y rechazamos la H_a ; si $p < 0.05$, rechazamos la H_0 y aceptamos la H_a). Como $p = 0.003 < 0.05$, por lo tanto, rechazamos la H_0 y aceptamos la H_a , es decir, la aplicación del Last Planner System 2.0 en la etapa de acabados de un edificio, mejora la planificación, permitiendo identificar restricciones,

gestionar riesgos y optimizar los indicadores clave de desempeño, en comparación con la planificación convencional.

4.4.2 Hipótesis Específica 1

Ho: La evaluación del sistema de planificación actual en la etapa de acabados no revela restricciones significativas que, al ser identificadas, permitan orientar mejoras en el cumplimiento del cronograma contractual.

Ha: La evaluación del sistema de planificación actual en la etapa de acabados revela restricciones significativas que, al ser identificadas, permiten orientar mejoras en el cumplimiento del cronograma contractual.

Figura 12.

Prueba Estadística de Restricciones

Estadísticas de Medias y/o Variables de Correlación					
		Media	N	Desv. estándar	Media de error estándar
Par 1	SinMP	39.61	28	28.14	10.42
	ConMP	31.52	28	23.27	8.23

Figura 13.*Prueba de Paramétrica de t- Student Restricciones*

Prueba de Medias y/o Variables de Correlación										
		Diferencias de Correlación					t	gl	Significación	
		Media	Desv. estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				P de un factor	P de dos factores
					Inferior	Superior				
Método	Sin LPS - Con LPS	16.23	12.35	4.38	4.68	24.57	3.33	28	< 0.004	< 0.013

Conclusión: Criterio de decisión: (si $p \geq 0.05$, aceptamos la H_0 y rechazamos la H_a ; si $p < 0.05$, rechazamos la H_0 y aceptamos la H_a). Como $p = 0.013 < 0.05$, por lo tanto, rechazamos la H_0 y aceptamos la H_a , es decir: La evaluación del sistema de planificación actual en la etapa de acabados revela restricciones significativas que, al ser identificadas, permiten orientar mejoras en el cumplimiento del cronograma contractual.

4.4.3 Hipótesis Específica 2

H₀: El diseño de una propuesta de planificación basada en los principios del Last Planner System 2.0, aplicando herramientas como el plan maestro, lookahead y planificación semanal colaborativa, no mejora la gestión de las actividades en la etapa de acabados.

Ha: El diseño de una propuesta de planificación basada en los principios del Last Planner System 2.0, aplicando herramientas como el plan maestro, lookahead y planificación semanal colaborativa, mejora la gestión de las actividades en la etapa de acabados.

Figura 14.

Prueba Estadística Lookahead

Estadísticas de Medias y/o Variables de Correlación					
		Media	N	Desv. estándar	Media de error estándar
Método	SinLAH	93.36	28	191.42	121.27
	ConLAH	68.32	28	122.63	54.53

Figura 15.

Prueba de Paramétrica de t- Student Lookahead

Prueba de Medias y/o Variables de Correlación										
Método		Diferencias emparejadas					t	gl	Significación	
		Media	Desv. estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				P de un factor	P de dos factores
					Inferior	Superior				
SinLAH	Con LAH	122.55	387.64	39.42	43.72	176.425	3.125	28	< 0.003	< 0.004

Conclusión: Criterio de decisión: (si $p \geq 0.05$, aceptamos la H_0 y rechazamos la H_a ; si $p < 0.05$, rechazamos la H_0 y aceptamos la H_a). Como $p = 0.004 < 0.05$, por lo tanto, rechazamos la H_0 y aceptamos la H_a , es decir: El diseño de una propuesta de planificación

basada en los principios del Last Planner System 2.0, aplicando herramientas como el plan maestro, lookahead y planificación semanal colaborativa, mejora la gestión de las actividades en la etapa de acabados.

4.4.4 Hipótesis Específica 3

Ho: La aplicación del Last Planner System 2.0 no impacta positivamente en los indicadores clave de gestión del proyecto, en comparación con el sistema de planificación convencional, considerando la identificación de restricciones y riesgos.

Ha: La aplicación del Last Planner System 2.0 impacta positivamente en los indicadores clave de gestión del proyecto, en comparación con el sistema de planificación convencional, considerando la identificación de restricciones y riesgos.

Figura 16.

Prueba Estadística Plan Semanal

Estadísticas de Medias y/o Variables de Correlación					
		Media	N	Desv. estándar	Media de error estándar
Par 1	Sin PLAN	53.35	28	4.24	3.235
	Con PLAN	86.28	28	2.47	0.924

Figura 17.

Prueba de Paramétrica de t- Student PS

Prueba de Medias y/o Variables de Correlación										
		Diferencias emparejadas					t	[n]	Significación	
		Media	Desv. estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				P de un factor	P de dos factores
					Inferior	Superior				
Método	Sin PLAN SEM. Con PLAN SEM.	-56.53	4.68	2.63	-62.32	-43.47	-37.82	28	0.001	0.004

Conclusión: Criterio de decisión: (si $p \geq 0.05$, aceptamos la H_0 y rechazamos la H_a ; si $p < 0.05$, rechazamos la H_0 y aceptamos la H_a). Como $p = 0.004 < 0.05$, por lo tanto, rechazamos la H_0 y aceptamos la H_a , es decir: La aplicación del Last Planner System 2.0 impacta positivamente en los indicadores clave de gestión del proyecto, en comparación con el sistema de planificación convencional, considerando la identificación de restricciones y riesgos.

V DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Se planteó como objetivo general mejorar la planificación en la etapa de acabados de un edificio de oficinas de 20 niveles, mediante la aplicación del Last Planner System 2.0, con el fin de identificar restricciones, gestionar riesgos y optimizar los indicadores clave de desempeño en comparación con la planificación convencional.

Según Ballard (2000), el Last Planner System (LPS) ayuda a disminuir la incertidumbre en la ejecución de actividades mediante la planificación colaborativa y la gestión anticipada de restricciones, mejorando la coordinación entre los involucrados y la predictibilidad del avance. En esta investigación, la implementación del LPS 2.0 permitió controlar las incertidumbres típicas de la etapa de acabados, donde la multiplicidad de actividades concurrentes y la interacción con otros sistemas constructivos generan altos riesgos de retrasos. Este efecto positivo fue corroborado estadísticamente, ya que se obtuvo un valor $p = 0.003$, lo cual indica una diferencia significativa entre la planificación convencional y la planificación con LPS 2.0, validando la hipótesis general del estudio.

Los resultados obtenidos coinciden con los hallazgos de Igwe et al. (2020), quienes demostraron que el LPS mejora significativamente la eficiencia de los procesos constructivos al reducir la variabilidad y aumentar el cumplimiento de las actividades planificadas. Asimismo, Gamboa (2023) observaron mejoras en la confiabilidad del cronograma y la toma de decisiones, lo que se reflejó también en esta investigación mediante un aumento del PPC de 76 % a 91 %, y luego hasta 93 % con la implementación completa del sistema.

Se implementó el LPS 2.0 a través del diseño del plan maestro, donde se definieron los hitos y secuencias críticas de la etapa de acabados, considerando las interdependencias con otras especialidades. Esta etapa abordó el primer objetivo específico, que consistía en diagnosticar la situación actual de la planificación. La identificación de restricciones fue clave,

y estadísticamente se evidenció su relevancia con un valor $p = 0.013$, confirmando que las deficiencias detectadas en el sistema convencional eran significativas y requerían intervención.

En línea con esto, Fernández (2021) evidenció que la identificación temprana de restricciones mediante LPS mejora la coordinación en la fase de acabados, optimizando el flujo de trabajo. Igualmente, Cárdenas y López (2022) identificaron que la mayoría de los retrasos en obras de edificación se deben a restricciones no detectadas oportunamente, lo que refuerza la importancia del diagnóstico previo implementado en esta investigación.

El lookahead permitió anticipar y eliminar restricciones que podían afectar la ejecución inmediata, mientras que la planificación semanal promovió reuniones colaborativas con los subcontratistas y personal técnico para ajustar el plan y resolver imprevistos. Estas acciones se relacionan con el segundo objetivo específico, que implicaba diseñar una planificación con herramientas del LPS 2.0. Su impacto fue estadísticamente significativo ($p = 0.004$), lo cual respalda que la propuesta efectivamente contribuyó a mejorar la gestión de actividades en esta etapa crítica.

Resultados similares fueron observados por Lazo (2020), quien reportó mejoras en la secuencia lógica de tareas y reducción de conflictos en obra al implementar planificación semanal con enfoque colaborativo. Además, Suárez (2021) comprobó que el uso del lookahead contribuye a reducir el porcentaje de actividades no ejecutadas por causas evitables, como falta de materiales o interferencias no resueltas, exactamente como ocurrió en este proyecto.

Este proceso facilitó una comunicación fluida, una mejor coordinación y una gestión proactiva de riesgos, tal como lo señalan Ballard y Howell (1998). Además, en la comparación del desempeño, se observó que el índice de desempeño del programa (SPI) mejoró de 0.76 a 0.93, reflejando un avance más alineado al cronograma establecido. Estas mejoras están vinculadas al tercer objetivo específico, enfocado en evaluar el impacto del LPS 2.0 en los

indicadores clave. Nuevamente, el análisis estadístico arrojó un valor $p = 0.004$, lo que demuestra que las diferencias encontradas en los resultados no fueron producto del azar, sino consecuencia directa de la aplicación del sistema.

Estos hallazgos también se respaldan en el estudio de Herrera y Molina (2022), quienes aplicaron LPS en obras de infraestructura y lograron una mejora notable en SPI y reducción de sobrecostos por tiempos improductivos. De igual forma, Ramírez (2021) identificó una mejora promedio del 15% en los KPIs del proyecto tras aplicar herramientas del LPS, incluyendo una disminución de los tiempos de ciclo en actividades repetitivas, lo cual también fue evidente en este caso.

Los retrasos se redujeron notablemente y la incertidumbre sobre el cumplimiento de actividades fue controlada mediante la identificación y liberación oportuna de restricciones. Esto permitió optimizar recursos, reducir costos asociados a sobretiempos y aumentar la confianza del equipo en el sistema de planificación. Los resultados concuerdan con estudios previos como los de Chávez y Espinoza (2023), quienes reportaron mejoras del 33% en costos y cumplimiento de plazos en proyectos de vivienda tras implementar el LPS, y como Méndez (2023), que observó una mejora sustancial en la coordinación entre subcontratistas en obras verticales de gran escala.

Entre las limitaciones detectadas durante la implementación destaca la resistencia inicial al cambio por parte del personal técnico, acostumbrado a sistemas tradicionales de planificación, lo cual fue mitigado mediante capacitaciones y seguimiento continuo. La predisposición de la empresa y el compromiso del equipo fueron factores clave para la exitosa adaptación del LPS 2.0.

VI CONCLUSIONES

- La aplicación del Last Planner System 2.0 en la etapa de acabados de un edificio de oficinas de 20 niveles demostró una mejora sustancial en la confiabilidad de la programación, alcanzando un 91%, y un porcentaje requerido completado (PRC) del 93%. Estos indicadores reflejan una coordinación efectiva y un alto nivel de compromiso del 100% de los equipos, lo que sugiere una mayor capacidad de ejecutar tareas conforme al cronograma establecido, superando significativamente al sistema convencional ($p = 0.003$). Esto valida la hipótesis general del estudio, evidenciando que el LPS 2.0 optimiza la planificación, gestión de restricciones y riesgos. Esto refleja una coordinación efectiva entre los equipos y una mayor capacidad para identificar y resolver restricciones, optimizando los indicadores clave de desempeño en comparación con la planificación convencional.
- La evaluación estadística reveló que las restricciones identificadas en el sistema de planificación convencional son significativas ($p = 0.013$), lo que confirma la necesidad de mejorar el diagnóstico y control de las mismas. La aplicación de herramientas como el plan maestro y lookahead permitió anticipar y mitigar estas restricciones, facilitando un proceso colaborativo que incrementa la predictibilidad del flujo de trabajo y reduce los retrasos.
- El diseño y puesta en marcha de la propuesta basada en LPS 2.0, incluyendo la planificación semanal colaborativa, generó mejoras cuantificables en la gestión de actividades ($p = 0.004$). La planificación precisa y la liberación oportuna de restricciones permiten una utilización eficiente de recursos, optimizando los tiempos y minimizando desperdicios materiales y costos por reprocesos, tal como evidencian los altos niveles de PPC y SPI (de 0.76 a 0.93).
- Los resultados del estudio coinciden con investigaciones previas (Igwe et al., 2020; Gamboa, 2023) que señalan que la implementación del LPS contribuye a aumentar la productividad y mejorar la respuesta ante riesgos y restricciones, especialmente en proyectos

complejos y de gran envergadura. La mejora en los indicadores clave de desempeño ($p = 0.004$) confirma que la metodología impacta positivamente la gestión del proyecto y su éxito.

VII RECOMENDACIONES

- Implementar un programa de capacitación continua en Last Planner System 2.0 dirigido a todo el personal involucrado en la planificación y ejecución de obra, incluyendo supervisores y jefes de equipo. Esto facilitará una comprensión profunda del sistema, incrementando el compromiso y la colaboración, lo que redundará en una planificación más precisa y una mejora en la calidad de los resultados durante la etapa de acabados.
- Realizar un diagnóstico exhaustivo y sistemático de las restricciones en la etapa de acabados, complementado con reuniones diarias de coordinación para revisar avances y tareas próximas. Estas reuniones permiten ajustes constantes necesarios para adaptarse a las condiciones cambiantes de obra, asegurando el cumplimiento de los plazos y facilitando la resolución rápida de problemas.
- Adoptar y fortalecer el uso del plan maestro, lookahead y planificación semanal colaborativa, apoyándose en plataformas digitales compatibles con LPS 2.0 (como Miro, Trello o Microsoft Teams + Planner). Estas herramientas facilitan la actualización en tiempo real y la comunicación efectiva entre equipos, aumentando la transparencia y optimizando la gestión de actividades y la liberación de restricciones.
- Establecer una revisión semanal del avance en acabados para evaluar indicadores clave y ajustar el cronograma según resultados y desafíos detectados. Este proceso de retroalimentación continua mejora la adaptabilidad del proyecto a las condiciones reales, minimiza riesgos de retraso y maximiza la efectividad de la gestión, garantizando un seguimiento proactivo del desempeño del LPS 2.0.

VIII REFERENCIAS

- Alvarez, S. y Barbaran, M. (2021). *Optimización de plazos en la elaboración de expedientes técnicos mediante el uso de herramientas de gestión de procesos para proyectos de Asociaciones Publica Privadas (APP) en la fase de formulación por el área de estudios de proyectos*. [Tesis de Licenciatura, UPC]. Repositorio Institucional UPC <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/658727>
- Antunes, G. y De Souza, H. (2022). Aplicación de herramientas de gestión de calidad total en el análisis de riesgo de patologías en edificios con estructura de acero. *Revista chilena de Ingeniería - INGENIARE*, 30(4), 2-15 <https://ingeniare.uta.cl/index.php/inge/article/view/722>
- Asadian, E., Leicht, R. y Messner, J. (2022). Lean Adoption for Trade Contractors: Benefits, Barriers, and Path Forward. *ASCE Library*. <https://ascelibrary.org/doi/10.1061/9780784483978.095>
- Arias, F. (2020). *El proyecto de investigación: Introducción a la metodología científica* (8.^a ed.). Editorial Episteme.
- Arispe, A., Mendoza, M., y Salas, R. (2020). *Metodología de la investigación aplicada*. Fondo Editorial Universitario.
- Ballard, G., y Tommelein, I. (2020). *Current Process Benchmark for the last planner system of project planning and control*. University of California, Berkeley https://p2sl.berkeley.edu/wp-content/uploads/2021/03/Ballard_Tommelein-2021-LPS-Benchmark-2020-2.pdf
- Ballard, G., y Tommelein, I. (2021). *Current process benchmark for the Last Planner® System of project planning and control*. Lean Construction Journal. <https://leanconstruction.org>

- Banda, J. (2021). *Gestión de la calidad y la productividad en el sector de la construcción de la zona 3 en el Ecuador* [Tesis de maestría, Universidad Técnica de Ambato]. Repositorio Institucional Universidad Técnica de Ambato. <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/33481>
- Cabrera, J. (2020). *Caso de aplicación de Last Planner System en Barcelona*. Escola Tècnica Superior d'Enginyeria de Camins, Canals i Ports de Barcelona. [Projecte Final de Màster Oficial]. Repositorio Institucional UPC. <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/190671?show=full>
- Chavez, D. y Espinoza, N. (2023). *Manual para la aplicación de Last Planner System en la gestión de proyectos para mejorar los costos de construcción de edificaciones residenciales de la Dubai Investment SAC en Lima*. Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. [Tesis de licenciatura UPC]. Repositorio Institucional UPC. https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/668824/Espinoza_L_N.pdf?sequence=15&isAllowed=
- Conexión ESAN. (2021). *Last Planner System: ¿qué es y cómo ponerlo en práctica con éxito?*. <https://www.esan.edu.pe/conexion-esan/last-planner-system-que-es-y-como-ponerlo-en-practica-con-exito>
- Constructora Viaplan S.A. (2020). *Problemas de construcción más comunes en obras industriales y comerciales*. <https://www.viaplan.com.py/blog/problemas-de-construccion-mas-comunes-en-obras-industriales-y-comerciales>
- Contraloría General de la República. (2023). *Reporte de Obras Paralizadas en el Territorio Nacional a marzo del 2023*. 56. <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/4784364/Reporte%20de%20obras%20>

[paralizadas%20en%20el%20territorio%20nacional%20a%20mayo%202023.PDF?v=1688130673](https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/655443)

Corilla, S. y Pered, A. (2020). *Guía de implementación del LPS (Last Planner System) para la etapa de acabados de un proyecto multifamiliar dirigido a los sectores económicos A y B ubicado en la ciudad de Lima*. [Tesis de Maestría UPC]. Repositorio Institucional UPC. <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/655443>

Cucho, E. (2023). *Implementación del sistema last planner para mejorar la productividad y la confiabilidad en la construcción de edificaciones hospitalarias, aplicado en el centro de salud “bocanegra” – Callao*. [Tesis de Licenciatura Universidad Nacional Federico Villarreal]. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional Federico Villarreal. <https://repositorio.unfv.edu.pe/handle/20.500.13084/7438>

De Oliveira, M., Díaz, L., Pinzón, J. y Pucharelli, P. (2020). Integración entre el sistema last planner y el sistema de gestión de calidad aplicados en el sector de la construcción civil. *SCIELO*, 34(2). https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50732019000200146

Díaz, J. (2023). *“Implementación de plan piloto del sistema last planner en la construcción de la obra mejoramiento de la institución educativa pública Fernando Meléndez-Yurimaguas-Alto Amazonas-Loreto a cargo de la empresa constructora YAVARI S.R.L.* [Trabajo de Suficiencia Profesional UPN]. Repositorio Institucional UPN. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/36116?locale-attribute=es>

Díaz, M. (2021). *Modelo de implementación integrada del sistema del último planificador (LPS) 1.0 y 2.0 para proyectos inmobiliarios en Colombia*. [Tesis de Maestría Universidad de Los Andes]. Repositorio Institucional Universidad de Los Andes.

<https://repositorio.uniandes.edu.co/entities/publication/e4fc7426-e9f9-49e9-bc5e-971175bccc36>

Díaz, P., Rojas, D. y Taboada, J. (2021). *Gestión de la calidad y su impacto en la no recurrencia de las no conformidades generadas durante el desarrollo del proyecto “construcción de la planta precor – Chilca”, en el año 2020-2021 ejecutada por la empresa GERENPRO*. [Tesis de Maestría UTP]. Repositorio Institucional UTP. <https://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/5161>

Espinoza, E. (2021). *Aplicación del Last Planner System para Mejorar el Cumplimiento de Plazos de Ejecución en Edificaciones – Lima*. [Tesis de licenciatura Universidad Peruana Los Andes]. Repositorio Institucional UPLA. https://repositorio.upla.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12848/3001/T037_71194623_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Flores, H. (2021). *Mejora de la productividad en un proyecto inmobiliario en la etapa de acabados*. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería. [Tesis de licenciatura Universidad Nacional de Ingeniería]. Repositorio Institucional UNI. https://repositorio.uni.edu.pe/bitstream/20.500.14076/22066/1/flores_ra.pdf

Flores, H. (2022). *Metodología Last Planner System y planificación de obras en empresas constructoras de la Provincia de San Martín - 2022*. [Tesis de licenciatura Universidad Cesar Vallejo]. Repositorio Institucional Universidad Cesar Vallejo. https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/95886/Flores_VHA-SD.pdf?sequence=4&isAllowed=y

Gamboa, G. (2023). *Implementación de la metodología Last Planner System en la empresa Clean Construction*. [Tesis de licenciatura Instituto Tecnológico de Costa Rica].

Repositorio Institucional Instituto Tecnológico de Costa Rica.

[https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/15067/TF9769_BIB312222_Gabriel_Gamboa-](https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/15067/TF9769_BIB312222_Gabriel_Gamboa-Castillo.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=La%20implementaci%C3%B3n%20del%20Last%20Planner,Clean%20Construction%20han%20sido%20recurrentes)

[Castillo.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=La%20implementaci%C3%B3n%20del%20Last%20Planner,Clean%20Construction%20han%20sido%20recurrentes](https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/15067/TF9769_BIB312222_Gabriel_Gamboa-Castillo.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=La%20implementaci%C3%B3n%20del%20Last%20Planner,Clean%20Construction%20han%20sido%20recurrentes)

Gonzales, E. (2022). *Modelo de gestión de calidad orientado a la productividad de una empresa constructora*. [Tesis de Maestría Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo]. Repositorio Institucional Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo. <https://repositorio.usat.edu.pe/items/688e8b9d-2190-41b9-a1df-c8c506f0363c>

Hernández-Sampieri, R., Fernández, C., y Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*. (6ª ed.). McGraw-Hill Education.

Hernández-Sampieri, R. y Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta* (6.ª ed.). McGraw-Hill Education.

Instituto Nacional de Estadística e Informática [INEI]. (2024). *Situación del Mercado Laboral en Lima Metropolitana*. https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/03-informe-tecnico-n03_mercado-laboral-dic2017-ene-feb2018.pdf

Instituto Nacional de Estadística e Informática [INEI]. (2022). *Producción nacional creció 0,86% en diciembre del 2022*. [https://m.inei.gob.pe/prensa/noticias/produccion-nacional-crecio-086-en-diciembre-del-2022-14249/#:~:text=Sector%20Construcci%C3%B3n%20aument%C3%B3%20en%20,emento%20\(%2D6%2C72%25\)](https://m.inei.gob.pe/prensa/noticias/produccion-nacional-crecio-086-en-diciembre-del-2022-14249/#:~:text=Sector%20Construcci%C3%B3n%20aument%C3%B3%20en%20,emento%20(%2D6%2C72%25))

- Kassab, O., Laedre, O. y Young, B. (2020). Implementation of Last Planner System in an infrastructure project. *Proceedings of the 28th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC)*. <https://iglc.net/Papers/Details/1814>
- Llaque, G., Escobar, E., Zuñiga, K., y Angeles, N. (2021). Gestión por Procesos en la Logística en una Empresa PYME del Sector Construcción. *Proceedings of the 1st LACCEI International Multiconference on Entrepreneurship, Innovation and Regional Development (LEIRD 2021)*. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/29895>
- Mendez, O. (2023). Implementación del last planner system para mejorar la productividad en las actividades de ruta crítica del proyecto templo Los Olivos. [Tesis de Licenciatura Universidad Nacional Federico Villarreal]. Repositorio Institucional UNFV. <https://repositorio.unfv.edu.pe/handle/20.500.13084/7971>
- Mengiste, E., Garcia de Soto, B., y Hartmann, T. (2023). Automating lookahead planning using site appearance and space utilization. *ArXiv preprint arXiv:2311.18361*. <https://arxiv.org/abs/2311.18361>
- Ministerio de Economía y Finanzas. (2022). *Reglamento de la Ley N° 29230*.
- Ministerio de Economía y Finanzas. (2023). *Identificación, Formulación y Evaluación de un Proyecto de Inversión Pública (PIP)*.
- Mossman, A., y Ramalingam, S. (2021). Last planner, everyday learning, shared understanding & rework. *Proc. 29th annual conference of the international group for lean construction (IGLC)*. <https://iglc.net/papers/Details/1911>
- Power, W., Lynch, P., Y Solorz, C. (2023). An evaluation of the lookahead planning function in last planner system. *Proceedings of the 31st Annual Conference of the international group for Lean Construction (IGLC)*. <https://iglc.net/Papers/Details/2149>

- Rojas, L. (2022). *Guía de Proyectos de Inversión Pública*.
<https://propuestaciudadana.org.pe/wp-content/uploads/2022/07/Gu%C3%ADa-de-Proyectos-de-Inversi%C3%B3n-P%C3%ABblica.pdf>
- Santillán, T., y Ordoñez, R. (2021). *Cajamarca: Contexto, inversiones públicas, ciudadanía y MapaInversiones*. <https://www.proetica.org.pe/wp-content/uploads/2021/10/LIBRO-CAJAMARCA.pdf>
- Schroeder, J. (2023). *What is "Last Planner 2.0"*. The Lean Builder.
<https://theleanbuilder.com/what-is-last-planner-2-0-jasons-opinion/>
- Schroeder, J. (2023). *What is "Last Planner 2.0"*. Elevate Construction.
<https://www.leanconstructionmexico.com.mx/post/qu%C3%A9-es-%C3%BAltimo-planificador-2-0-la-opini%C3%B3n-de-jason>
- Simon. (2023). *Arquitectura de oficinas: claves que debes tener en cuenta*. Inside Simon.
<https://www.simonelectric.com/blog/arquitectura-de-oficinas-claves-tener-en-cuenta>
- Valle Catro, D. (2020). *Aplicación de buenas prácticas de dirección de proyectos para el buen desarrollo en la formulación de proyectos de inversión pública a nivel de perfil*. [Tesis de Maestría Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. Repositorio Institucional UPC. <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/653439>

IX ANEXOS

Anexo A
Matriz de Consistencia

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIÓN	INDICADORES	METODOLOGÍA
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLE INDEPENDIENTE			
¿Cómo influye la implementación del Last Planner System 2.0 en la mejora de la planificación de acabados en un edificio de oficinas de 20 niveles en Lima?	Mejorar la planificación de la etapa de acabados en un edificio de oficinas de 20 niveles en Lima, Perú, mediante la aplicación del Last Planner System 2.0, con el fin de identificar restricciones, gestionar riesgos y optimizar los indicadores clave de desempeño en comparación con la planificación convencional	La aplicación del Last Planner System 2.0 mejora la planificación en la etapa de acabados de un edificio de oficinas de 20 niveles en Lima, optimizando los indicadores clave de desempeño frente a la planificación convencional	Last Planner System 2.0.	Restricción del Cronograma General Las herramientas de Last Planner System 2.0 Indicadores Clave de Gestión	Porcentaje de Plan Cumplido (PPC) Cantidad de restricciones identificadas Cumplimiento de compromisos semanales	<p>Enfoque de Investigación: Cuantitativo, los resultados serán expresados de manera numérica.</p> <p>Diseño de Investigación: No experimental – Transversal Comparativo</p> <p>Tipo de Investigación: Aplicada. Aplicación del Sistema Last Planner 2.0 para mejorar la planificación.</p> <p>Nivel de Investigación: Descriptivo. Se observarán y describirán las situaciones tal y como se presentan en el contexto real.</p> <p>Instrumento:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Análisis Documental - Análisis de Métricas <p>Población: Las Edificaciones de 20 niveles destinadas a oficinas que han sido ejecutadas en la avenida Arequipa, del distrito de Lince, en la ciudad de Lima, Perú</p> <p>Muestra: Un Edificio de Oficinas de 20 niveles</p>
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECIFICAS	VARIABLES DEPENDIENTES			
¿Cuál es la situación actual de la planificación en la etapa de acabados del proyecto, respecto al cronograma contractual y las restricciones presentes?	Identificar la situación actual de la planificación en la etapa de acabados del proyecto, identificando las principales restricciones respecto al cronograma contractual.	La evaluación del sistema de planificación actual en la etapa de acabados revela restricciones significativas que, al ser identificadas, permiten orientar mejoras en el cumplimiento del cronograma contractual.		Cantidad de restricciones levantadas a tiempo	Gestión de Reuniones Grado de participación de los equipos	
¿Cómo puede diseñarse una propuesta de planificación con LPS 2.0 que responda a las restricciones detectadas y mejore la ejecución en obra?	Diseñar una propuesta de planificación basada en los principios del Last Planner System 2.0, aplicando herramientas como el plan maestro, lookahead y planificación semanal colaborativa.	El diseño de una propuesta de planificación basada en los principios del Last Planner System 2.0, aplicando herramientas como el plan maestro, lookahead y planificación semanal colaborativa, mejora la gestión de las actividades en la etapa de acabados.	Mejora de la planificación en acabados	Cantidad de restricciones identificadas y resueltas	Optimización de Recursos	
¿Qué impacto tiene la aplicación del LPS 2.0 en los indicadores clave de gestión en comparación con la planificación convencional?	Evaluar el impacto de la aplicación del Last Planner System 2.0 en los indicadores clave de gestión del proyecto, en comparación con el sistema de planificación convencional, considerando la identificación de restricciones y riesgos.	La aplicación del Last Planner System 2.0 impacta positivamente en los indicadores clave de gestión del proyecto, en comparación con el sistema de planificación convencional, considerando la identificación de restricciones y riesgos.		Porcentaje de Plan Cumplido (PPC)- Número de actividades reprogramadas- Cumplimiento del plan semanal programado	Cumplimiento de avance	

Anexo B
Memorias Descriptivas

**ANEXO
MEMORIA DESCRIPTIVA DE ARQUITECTURA
EDIFICIO OFICINAS IQ**

INMUEBLE UBICADO EN AV. AREQUIPA, URBANIZACION DEL FUNDO LOBATON, DISTRITO DE LINCE,
PROVINCIA LIMA, DEPARTAMENTO LIMA.

Av. Arequipa N°1850-1860-1870 (Puerta de Ingreso común a estacionamientos y depósitos)

• **CISTERNA. Área total = 253.89m²**

Áreas comunes: 1 cisterna de agua contra incendio, 1 cisterna de agua de consumo diario, cuarto de bombas, sube escalera E-1 a sótano 8, ducto de presurización, esclusa.

• **SOTANO 8. Área Total = 912.70m²**

Áreas comunes: Pozo de ascensores A-5, A-6, hall de ascensores, cuarto acelerografico triaxial, área de equipos de inyección de aire, ducto de inyección de aire, ducto de extracción de monóxido, ducto de presurización, refugio discapacitado, sube escalera E-1 a sótano 7, patio de maniobras, rampa.

Áreas exclusivas: 24 estacionamientos simples, 1 estacionamiento doble y 3 depósitos.

Estacionamiento doble 169, Estacionamiento E-168, Estacionamiento E-167, Estacionamiento E-166, Estacionamiento E-165, Estacionamiento E-164, Estacionamiento E-163, Estacionamiento E-162, Estacionamiento E-161, Estacionamiento E-160, Estacionamiento E-159, Estacionamiento E-158 con servidumbre de paso, Estacionamiento E-157, Estacionamiento E-156, Estacionamiento E-155, Estacionamiento E-154, Estacionamiento E-153, Estacionamiento E-152, Estacionamiento E-151, Estacionamiento E-150 con servidumbre de paso, Estacionamiento E-149, Estacionamiento E-148, Estacionamiento E-147, Estacionamiento E-146, Estacionamiento E-145, Estacionamiento E-144, Depósito D-15, Depósito D-16, Depósito D-17.

• **SOTANO 7. Área Total = 912.58m²**

Áreas comunes: Pozo de ascensores A-5, A-6, hall de ascensores, área de equipos de inyección de aire, ducto de inyección de aire, ducto de extracción de monóxido, ducto de presurización, refugio discapacitado, sube escalera E-1 a sótano 6, patio de maniobras, rampa

Áreas exclusivas: 24 estacionamientos simples y 3 depósitos.

Estacionamiento E-143, Estacionamiento E-142, Estacionamiento E-141, Estacionamiento E-140, Estacionamiento E-139, Estacionamiento E-138, Estacionamiento E-137, Estacionamiento E-136, Estacionamiento E-135, Estacionamiento E-134 con servidumbre de paso, Estacionamiento E-133, Estacionamiento E-132, Estacionamiento E-131, Estacionamiento E-130, Estacionamiento E-129, Estacionamiento E-128, Estacionamiento E-127, Estacionamiento E-126, Estacionamiento E-125, Estacionamiento E-124, Estacionamiento E-123, Estacionamiento E-122, Estacionamiento E-121, Estacionamiento 120, Depósito D-12, Depósito D-13, Depósito D-14.

- **SOTANO 6. Área Total = 912.04m²**

Áreas comunes: Pozo de ascensores A-5, A-6, hall de ascensores, área de equipos de inyección de aire, ducto de inyección de aire, ducto de extracción de monóxido, ducto de presurización, refugio discapacitado, sube escalera E-1 a sótano 5, patio de maniobras, rampa.

Áreas exclusivas: 22 estacionamientos simples, 1 estacionamiento simple con depósito y 3 depósitos.

Estacionamiento E-119, Estacionamiento E-118, Estacionamiento E-117, Estacionamiento E-116, Estacionamiento E-115, Estacionamiento E-114, Estacionamiento E-113, Estacionamiento E-112, Estacionamiento E-111 con servidumbre de paso, Estacionamiento E-110 con depósito, Estacionamiento E-109, Estacionamiento E-108, Estacionamiento E-107, Estacionamiento E-106, Estacionamiento E-105, Estacionamiento E-104, Estacionamiento E-103, Estacionamiento E-102, Estacionamiento E-101, Estacionamiento E-100, Estacionamiento E-99, Estacionamiento E-98, Estacionamiento E-97, Depósito D-09, Depósito D-10, Depósito D-11.

- **SOTANO 5. Área Total = 912.04m²**

Áreas comunes: Pozo de ascensores A-5, A-6, hall de ascensores, área de equipos de inyección de aire, ducto de inyección de aire, ducto de extracción de monóxido, ducto de presurización, refugio discapacitado, sube escalera E-1 a sótano 4, patio de maniobras, rampa.

Áreas exclusivas: 22 estacionamientos simples, 1 estacionamientos simple con depósito y 3 depósitos.

Estacionamiento E-96, Estacionamiento E-95, Estacionamiento E-94, Estacionamiento E-93, Estacionamiento E-92, Estacionamiento E-91, Estacionamiento E-90, Estacionamiento E-89, Estacionamiento E-88 con servidumbre de paso, Estacionamiento E-87 con depósito, Estacionamiento E-86, Estacionamiento E-85, Estacionamiento E-84, Estacionamiento E-83, Estacionamiento E-82, Estacionamiento E-81, Estacionamiento E-80, Estacionamiento E-79, Estacionamiento E-78, Estacionamiento E-77, Estacionamiento E-76, Estacionamiento E-75, Estacionamiento E-74, Depósito D-06, Depósito D-07, Depósito D-08.

- **SOTANO 4. Área Total = 912.22m²**

Áreas comunes: Pozo de ascensores A-5, A-6, hall de ascensores, área de equipos de inyección de aire, ducto de inyección de aire, ducto de extracción de monóxido, ducto de presurización, refugio discapacitado, sube escalera E-1 a sótano 3, patio de maniobras, rampa, estacionamiento de discapacitado 3.

Áreas exclusivas: 21 estacionamientos simples, 1 estacionamiento simple con depósitos, y 2 depósitos.

Estacionamiento E-73, Estacionamiento E-72, Estacionamiento E-71, Estacionamiento E-70, Estacionamiento E-69, Estacionamiento E-68, Estacionamiento E-67, Estacionamiento E-66, Estacionamiento E-65 con servidumbre de paso, Estacionamiento E-64 con depósito, Estacionamiento E-63, Estacionamiento E-62, Estacionamiento E-61, Estacionamiento E-60, Estacionamiento E-59, Estacionamiento E-58, Estacionamiento E-57, Estacionamiento E-56, Estacionamiento E-55, Estacionamiento E-54, Estacionamiento E-53, Estacionamiento E-52, Depósito D-04, Depósito D-05.

- **SOTANO 3. Área Total = 912.34m²**

Áreas comunes: Pozo de ascensores A-5, A-6, hall de ascensores, área de equipos de inyección de aire, ducto de inyección de aire, ducto de extracción de monóxido, ducto de presurización, refugio discapacitado, sube escalera E-1 a sótano 2, patio de maniobras, rampa, estacionamiento discapacitado 2.

Áreas exclusivas: 21 estacionamientos simples, 1 estacionamiento simple con depósito y 3 depósitos.

Estacionamiento E-51, Estacionamiento E-50, Estacionamiento E-49, Estacionamiento E-48, Estacionamiento E-47, Estacionamiento E-46, Estacionamiento E-45, Estacionamiento E-44, Estacionamiento E-43 con servidumbre de paso, Estacionamiento E-42 con depósito, Estacionamiento E-41, Estacionamiento E-40, Estacionamiento E-39, Estacionamiento E-38, Estacionamiento E-37, Estacionamiento E-36, Estacionamiento E-35, Estacionamiento E-34, Estacionamiento E-33, Estacionamiento E-32, Estacionamiento E-31, Estacionamiento E-30, Depósito D-01, Depósito D-02, Depósito 03.

- **SOTANO 2. Área Total = 894.98m²**

Áreas comunes: Pozo de ascensores A-5, A-6, hall de ascensores, depósito común, sub estación, ducto de inyección de aire, ducto de inyección de aire 2, ducto de extracción de monóxido, ducto de presurización, refugio discapacitado, sube escalera E-1 a sótano 1, patio de maniobras, cuarto de grupo electrógeno, rampa, estacionamiento discapacitado 1, área técnica,

Áreas exclusivas: 17 estacionamientos simples y 1 estacionamiento simple con depósito.

Estacionamiento E-29, Estacionamiento E-28, Estacionamiento E-27, Estacionamiento E-26, Estacionamiento E-25 con servidumbre de paso, Estacionamiento E-24 con servidumbre de paso, Estacionamiento E-23, Estacionamiento E-22, Estacionamiento E-21, Estacionamiento E-20, Estacionamiento E-19, Estacionamiento E-18, Estacionamiento E-17, Estacionamiento E-16, Estacionamiento E-15, Estacionamiento E-14, Estacionamiento E-13, Estacionamiento E-12.

• **SOTANO 1. Área Total = 815.62m²**

Áreas comunes: Pozo de ascensores A-5, A-6, hall de ascensores, depósito común, vacío sub estación, ducto de extracción de monóxido, ducto de presurización, refugio discapacitado, sube escalera E-1 a 1er piso, patio de maniobras, rampa, depósito de limpieza, poza de lavado, pit de ascensores A-1 y A-3, A-2 y A-4, área técnica, cuarto de basura, estacionamiento de bicicletas y estacionamiento vehículo de carga (comercio).

Áreas exclusivas: 11 estacionamientos simples, 3 estacionamientos comercio.

Estacionamiento E-11, Estacionamiento E-10, Estacionamiento E-09 con servidumbre de paso, Estacionamiento E-08 con servidumbre de paso, Estacionamiento E-07, Estacionamiento E-06, Estacionamiento E-05, Estacionamiento E-04, Estacionamiento E-03, Estacionamiento E-02, Estacionamiento E-01, Estacionamiento comercio 03, Estacionamiento comercio 02, Estacionamiento comercio 01.

• **Piso 1. Área total = 719.77 m²**

Áreas comunes: Ingreso peatonal, lobby, recepción, pasillo general, pozo de ascensores A-5, A-6, hall de ascensores negativos, administración con terraza, S.H.D, ducto eléctrico, sube escalera 2 a piso 2, ducto presurización, hall de ascensores positivos, pozo de ascensores A-1, A-2, A-3, A-4, 2 ductos de presurización, sube escalera 1 a piso 2, sala de reuniones, ducto de extracción de monóxido, rampa, cuarto de control, baño de control, ingreso y salida vehicular, ducto de ventilación C.B., bahía vehicular.

Áreas exclusivas: 04 oficinas y 02 comercios

Comercio 01: con S.H.E

Comercio 02: con S.H y depósito.

Oficina 101: pool de trabajo, recepción, sala de reunión, equipo A/C, S.H. con ducto sanitario, terraza.

Oficina 102: pool de trabajo, recepción, sala de reunión, equipo A/C, S.H. con ducto sanitario, terraza.

Oficina 103: pool de trabajo, recepción, sala de reunión, equipo A/C, S.H. con ducto ventilación, terraza.

Oficina 104: pool de trabajo, recepción, sala de reunión, equipo A/C, S.H. con ducto sanitario, terraza.

- **Piso 2. Área total = 567.03m²**

Áreas comunes: Comedor con S.H.M, S.H.H y terraza, área de equipo condensadores, corredor, ducto eléctrico, sube escalera 2 a piso 3, ducto presurización, refugio discapacitado, hall de ascensores, pozo de ascensores A-1, A-2, A-3, A-4, ducto de presurización, refugio discapacitado, sube escalera 1 a piso 3, ducto de extracción de monóxido, depósito eléctrico E/D.

Áreas exclusivas: 07 oficinas

Oficina 201: pool de trabajo, recepción, sala de reunión, equipo A/C, S.H. con ducto sanitario.

Oficina 202: pool de trabajo, recepción, sala de reunión, equipo A/C, S.H. con ducto sanitario.

Oficina 203: pool de trabajo, recepción, sala de reunión, equipo A/C, S.H.

Oficina 204: pool de trabajo, recepción, sala de reunión, equipo A/C, S.H. con ducto sanitario.

Oficina 205: pool de trabajo, recepción, sala de reunión, equipo A/C, S.H. con ducto sanitario, terraza.

Oficina 206: pool de trabajo, recepción, sala de reunión, equipo A/C, S.H. con ducto sanitario.

Oficina 207: pool de trabajo, recepción, sala de reunión, equipo A/C, S.H. con ducto sanitario, terraza.

- **Piso 3. Área total = 633.16 m²**

Áreas comunes: Sube escalera 2 a piso 4, ducto presurización, refugio discapacitado, hall de ascensores, pozo de ascensores A-1, A-2, A-3, A-4, ducto de presurización, refugio discapacitado, sube escalera 1 a piso 4, ducto de extracción de monóxido, ducto para tubo de evacuación de gases de combustión, depósito eléctrico E/D, corredor, ducto eléctrico.

Áreas exclusivas: 08 oficinas

Oficina 301: pool de trabajo, recepción, sala de reunión, equipo A/C, S.H. con ducto sanitario.

Oficina 302: pool de trabajo, recepción, sala de reunión, equipo A/C, S.H. con ducto sanitario.

Oficina 303: pool de trabajo, recepción, sala de reunión, equipo A/C, S.H.

Oficina 304: pool de trabajo, recepción, sala de reunión 1, 2, equipo A/C, S.H. con ducto sanitario.

Oficina 305: pool de trabajo, recepción, sala de reunión, equipo A/C, S.H. 1, 2 con ducto sanitario.

Oficina 306: pool de trabajo, recepción, sala de reunión, equipo A/C, S.H. 1, 2 con ducto sanitario.

Oficina 307: pool de trabajo, recepción, sala de reunión, equipo A/C, S.H. con ducto sanitario.

Oficina 308: pool de trabajo, recepción, sala de reunión, equipo A/C, S.H. con ducto sanitario.

- **Piso 4, 6, 18. Área total = 619.60 m²**

Áreas comunes: Sube escalera 2 a piso 5, ducto presurización, refugio discapacitado, hall de ascensores, pozo de ascensores A-1, A-2, A-3, A-4, ducto de presurización, refugio discapacitado, sube escalera 1 a piso 5, ducto de extracción de monóxido, depósito eléctrico E/D, corredor, ducto eléctrico.

Áreas exclusivas: 11 oficinas

Oficina X01: pool de trabajo, recepción, equipo A/C, S.H. con ducto sanitario.
Oficina X02: pool de trabajo, recepción, sala de reunión, equipo A/C, S.H. con ducto sanitario.
Oficina X03: pool de trabajo, recepción, sala de reunión, equipo A/C, S.H.
Oficina X04: pool de trabajo, recepción, equipo A/C, S.H. con ducto sanitario.
Oficina X05: pool de trabajo, recepción, sala de reunión, equipo A/C, S.H. con ducto sanitario.
Oficina X06: pool de trabajo, recepción, sala de reunión, equipo A/C, S.H. con ducto sanitario.
Oficina X07: pool de trabajo, recepción, sala de reunión, equipo A/C, S.H. con ducto sanitario.
Oficina X08: pool de trabajo, recepción, sala de reunión, equipo A/C, S.H. con ducto sanitario.
Oficina X09: pool de trabajo, recepción, sala de reunión, equipo A/C, S.H. con ducto sanitario.
Oficina X10: pool de trabajo, recepción, sala de reunión, equipo A/C, S.H. con ducto sanitario.
Oficina X11: pool de trabajo, recepción, sala de reunión, equipo A/C, S.H. con ducto sanitario.

• **Piso 5, 9, 15, 17. Área total = 633.18 m²**

Áreas comunes: Sube escalera 2 a piso 6, ducto presurización, refugio discapacitado, hall de ascensores, pozo de ascensores A-1, A-2, A-3, A-4, ducto de presurización, refugio discapacitado, sube escalera 1 a piso 6, ducto de extracción de monóxido, depósito eléctrico E/D, corredor, ducto eléctrico.

Áreas exclusivas: 11 oficinas

Oficina X01: pool de trabajo, recepción, equipo A/C, S.H. con ducto sanitario.
Oficina X02: pool de trabajo, recepción, sala de reunión, equipo A/C, S.H. con ducto sanitario.
Oficina X03: pool de trabajo, recepción, sala de reunión, equipo A/C, S.H.
Oficina X04: pool de trabajo, recepción, equipo A/C, S.H. con ducto sanitario.
Oficina X05: pool de trabajo, recepción, sala de reunión, equipo A/C, S.H. con ducto sanitario.
Oficina X06: pool de trabajo, recepción, sala de reunión, equipo A/C, S.H. con ducto sanitario.
Oficina X07: pool de trabajo, recepción, sala de reunión, equipo A/C, S.H. con ducto sanitario.
Oficina X08: pool de trabajo, recepción, sala de reunión, equipo A/C, S.H. con ducto sanitario.
Oficina X09: pool de trabajo, recepción, sala de reunión, equipo A/C, S.H. con ducto sanitario.
Oficina X10: pool de trabajo, recepción, sala de reunión, equipo A/C, S.H. con ducto sanitario.
Oficina X11: pool de trabajo, recepción, sala de reunión, equipo A/C, S.H. con ducto sanitario.

• **Piso 7, 11, 13, 19. Área total = 633.17 m²**

Áreas comunes: Sube escalera 2 a piso 8, ducto presurización, refugio discapacitado, hall de ascensores, pozo de ascensores A-1, A-2, A-3, A-4, ducto de presurización, refugio discapacitado, sube escalera 1 a piso 8, ducto de extracción de monóxido, depósito eléctrico E/D, corredor, ducto eléctrico.

Áreas exclusivas: 11 oficinas

Oficina X01: pool de trabajo, recepción, equipo A/C, S.H. con ducto sanitario.
Oficina X02: pool de trabajo, recepción, sala de reunión, equipo A/C, S.H. con ducto sanitario.
Oficina X03: pool de trabajo, recepción, sala de reunión, equipo A/C, S.H.

Oficina X04: pool de trabajo, recepción, equipo A/C, S.H. con ducto sanitario.
Oficina X05: pool de trabajo, recepción, sala de reunión, equipo A/C, S.H. con ducto sanitario.
Oficina X06: pool de trabajo, recepción, sala de reunión, equipo A/C, S.H. con ducto sanitario.
Oficina X07: pool de trabajo, recepción, sala de reunión, equipo A/C, S.H. con ducto sanitario.
Oficina X08: pool de trabajo, recepción, sala de reunión, equipo A/C, S.H. con ducto sanitario.
Oficina X09: pool de trabajo, recepción, sala de reunión, equipo A/C, S.H. con ducto sanitario.
Oficina X10: pool de trabajo, recepción, sala de reunión, equipo A/C, S.H. con ducto sanitario.
Oficina X11: pool de trabajo, recepción, sala de reunión, equipo A/C, S.H. con ducto sanitario.

• **Piso 8. Área total = 620.62 m²**

Áreas comunes: Sube escalera 2 a piso 9, ducto presurización, refugio discapacitado, hall de ascensores, pozo de ascensores A-1, A-2, A-3, A-4, ducto de presurización, refugio discapacitado, sube escalera 1 a piso 9, ducto de extracción de monóxido, depósito eléctrico E/D, corredor, ducto eléctrico, ducto de aire fresco.

Áreas exclusivas: 11 oficinas

Oficina 801: pool de trabajo, recepción, equipo A/C, S.H. con ducto sanitario.
Oficina 802: pool de trabajo, recepción, sala de reunión, equipo A/C, S.H. con ducto sanitario.
Oficina 803: pool de trabajo, recepción, sala de reunión, equipo A/C, S.H.
Oficina 804: pool de trabajo, recepción, equipo A/C, S.H. con ducto sanitario.
Oficina 805: pool de trabajo, recepción, sala de reunión, equipo A/C, S.H. con ducto sanitario.
Oficina 806: pool de trabajo, recepción, sala de reunión, equipo A/C, S.H. con ducto sanitario.
Oficina 807: pool de trabajo, recepción, sala de reunión, equipo A/C, S.H. con ducto sanitario.
Oficina 808: pool de trabajo, recepción, sala de reunión, equipo A/C, S.H. con ducto sanitario.
Oficina 809: pool de trabajo, recepción, sala de reunión, equipo A/C, S.H. con ducto sanitario.
Oficina 810: pool de trabajo, recepción, sala de reunión, equipo A/C, S.H. con ducto sanitario.
Oficina 811: pool de trabajo, recepción, sala de reunión, equipo A/C, S.H. con ducto sanitario.

• **Piso 12, 14. Área total = 620.58 m²**

Áreas comunes: Sube escalera 2 a piso 13, ducto presurización, refugio discapacitado, hall de ascensores, pozo de ascensores A-1, A-2, A-3, A-4, ducto de presurización, refugio discapacitado, sube escalera 1 a piso 13, ducto de extracción de monóxido, depósito eléctrico E/D, corredor, ducto eléctrico.

Áreas exclusivas: 11 oficinas

Oficina X01: pool de trabajo, recepción, equipo A/C, S.H. con ducto sanitario.
Oficina X02: pool de trabajo, recepción, sala de reunión, equipo A/C, S.H. con ducto sanitario.
Oficina X03: pool de trabajo, recepción, sala de reunión, equipo A/C, S.H.
Oficina X04: pool de trabajo, recepción, equipo A/C, S.H. con ducto sanitario.

Oficina X05: pool de trabajo, recepción, sala de reunión, equipo A/C, S.H. con ducto sanitario.
Oficina X06: pool de trabajo, recepción, sala de reunión, equipo A/C, S.H. con ducto sanitario.
Oficina X07: pool de trabajo, recepción, sala de reunión, equipo A/C, S.H. con ducto sanitario.
Oficina X08: pool de trabajo, recepción, sala de reunión, equipo A/C, S.H. con ducto sanitario.
Oficina X09: pool de trabajo, recepción, sala de reunión, equipo A/C, S.H. con ducto sanitario.
Oficina X10: pool de trabajo, recepción, sala de reunión, equipo A/C, S.H. con ducto sanitario.
Oficina X11: pool de trabajo, recepción, sala de reunión, equipo A/C, S.H. con ducto sanitario.

• **Piso 10, 16. Área total = 620.58 m2**

Áreas comunes: Sube escalera 2 a piso 11, ducto presurización, refugio discapacitado, hall de ascensores, pozo de ascensores A-1, A-2, A-3, A-4, ducto de presurización, refugio discapacitado, sube escalera 1 a piso 11, ducto de extracción de monóxido, depósito eléctrico E/D, corredor, ducto eléctrico.

Áreas exclusivas: 11 oficinas

Oficina X01: pool de trabajo, recepción, equipo A/C, S.H. con ducto sanitario.
Oficina X02: pool de trabajo, recepción, sala de reunión, equipo A/C, S.H. con ducto sanitario.
Oficina X03: pool de trabajo, recepción, sala de reunión, equipo A/C, S.H.
Oficina X04: pool de trabajo, recepción, equipo A/C, S.H. con ducto sanitario.
Oficina X05: pool de trabajo, recepción, sala de reunión, equipo A/C, S.H. con ducto sanitario.
Oficina X06: pool de trabajo, recepción, sala de reunión, equipo A/C, S.H. con ducto sanitario.
Oficina X07: pool de trabajo, recepción, sala de reunión, equipo A/C, S.H. con ducto sanitario.
Oficina X08: pool de trabajo, recepción, sala de reunión, equipo A/C, S.H. con ducto sanitario.
Oficina X09: pool de trabajo, recepción, sala de reunión, equipo A/C, S.H. con ducto sanitario.
Oficina X10: pool de trabajo, recepción, sala de reunión, equipo A/C, S.H. con ducto sanitario.
Oficina X11: pool de trabajo, recepción, sala de reunión, equipo A/C, S.H. con ducto sanitario.

• **Piso 20. Área total = 619.32 m2**

Áreas comunes: Sube escalera 2 a azotea, ducto presurización, refugio discapacitado, hall de ascensores, pozo de ascensores A-1, A-2, A-3, A-4, ducto de presurización, refugio discapacitado, sube escalera 1 a azotea, ducto de extracción de monóxido, depósito eléctrico E/D, corredor, ducto eléctrico.

Áreas exclusivas: 11 oficinas

Oficina 2001: pool de trabajo, recepción, equipo A/C, S.H. con ducto sanitario.
Oficina 2002: pool de trabajo, recepción, sala de reunión, equipo A/C, S.H. con ducto sanitario.
Oficina 2003 1er nivel: pool de trabajo, recepción, sala de reunión, equipo A/C, S.H., escalera sube a 2do nivel.

Oficina 2004: pool de trabajo, recepción, equipo A/C, S.H. con ducto sanitario.

Oficina 2005 1er nivel: pool de trabajo, recepción, equipo A/C, S.H. con ducto sanitario, escalera sube a 2do nivel.

Oficina 2006: pool de trabajo, recepción, sala de reunión, equipo A/C, S.H. con ducto sanitario.

Oficina 2007: pool de trabajo, recepción, sala de reunión, equipo A/C, S.H. con ducto sanitario.

Oficina 2008 1er nivel: pool de trabajo, recepción, sala de reunión, equipo A/C, S.H. con ducto sanitario, escalera sube a 2do nivel.

Oficina 2009 1er nivel: pool de trabajo, recepción, sala de reunión, equipo A/C, S.H. con ducto sanitario, escalera sube a 2do nivel.

Oficina 2010 1er nivel: pool de trabajo, recepción, sala de reunión, equipo A/C, S.H. con ducto sanitario, escalera sube a 2do nivel.

Oficina 2011: pool de trabajo, recepción, sala de reunión, equipo A/C, S.H. con ducto sanitario.

- **Azotea. Área total = 211.06 m2**

Áreas comunes: Ducto presurización, cuarto de equipo, pozo de ascensores A-1 y A-3, A-2 y A-4, ducto de presurización, refugio discapacitado, sube escalera E-1 a techo, ducto de extracción de monóxido, deposito eléctrico E/D, patio técnico, techo técnico, corredor, ducto eléctrico, cuarto de escalera de gato.

Áreas exclusivas: 05 oficinas

Oficina 2003 2do nivel: pool de trabajo, equipo A/C, S.H., jardín, terraza.

Oficina 2005 2do nivel: pool de trabajo, S.H. con ducto sanitario, terraza, equipo A/C, jardín.

Oficina 2008 2do nivel: pool de trabajo, equipo A/C, S.H. con ducto sanitario, terraza, jardín.

Oficina 2009 2do nivel: pool de trabajo, equipo A/C, S.H. con ducto sanitario, jardín, terraza, deposito.

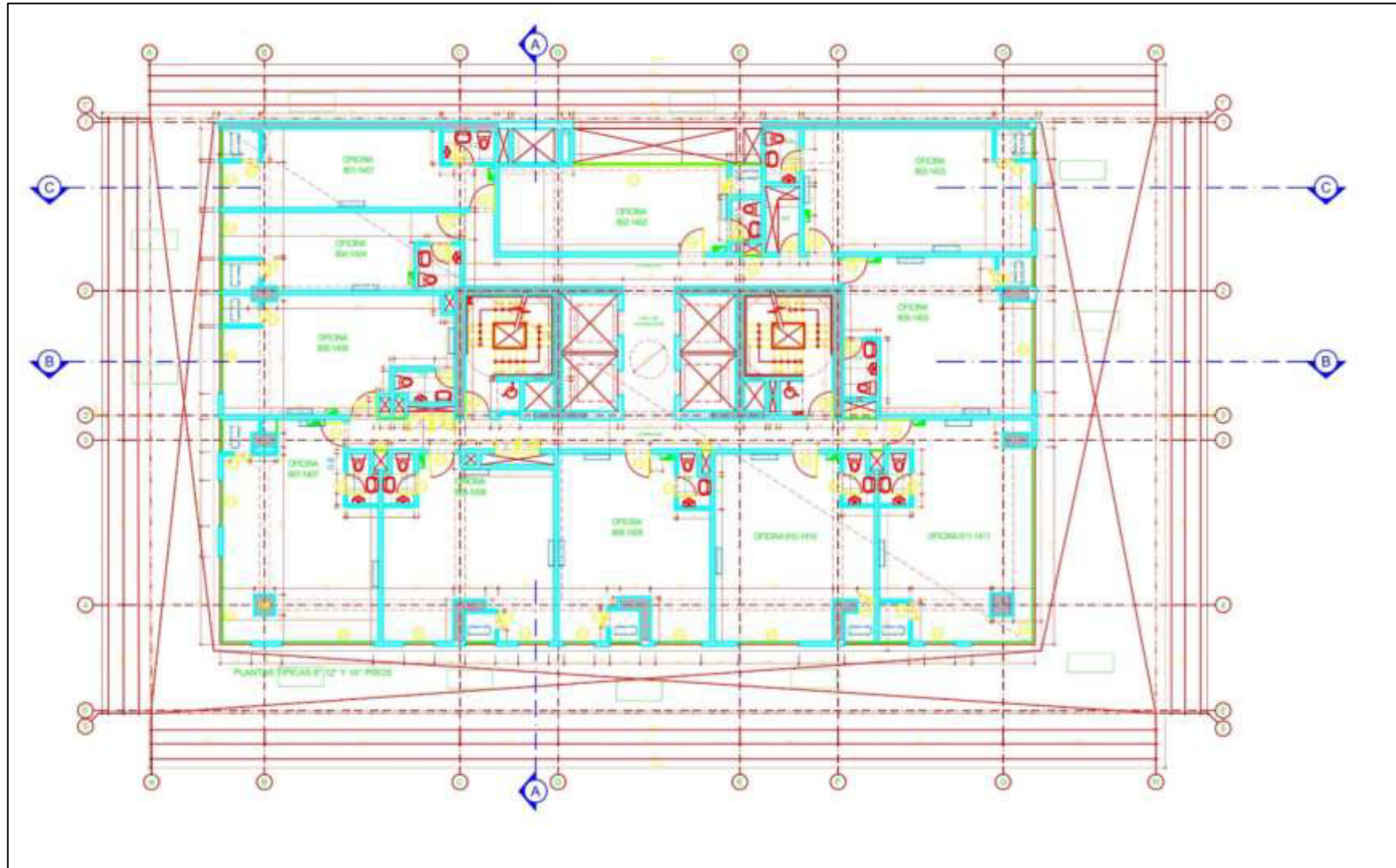
Oficina 2010 2do nivel: pool de trabajo, equipo A/C, S.H. con ducto sanitario, jardín, terraza, deposito.

- **Techos. Área total = 2.02 m2**

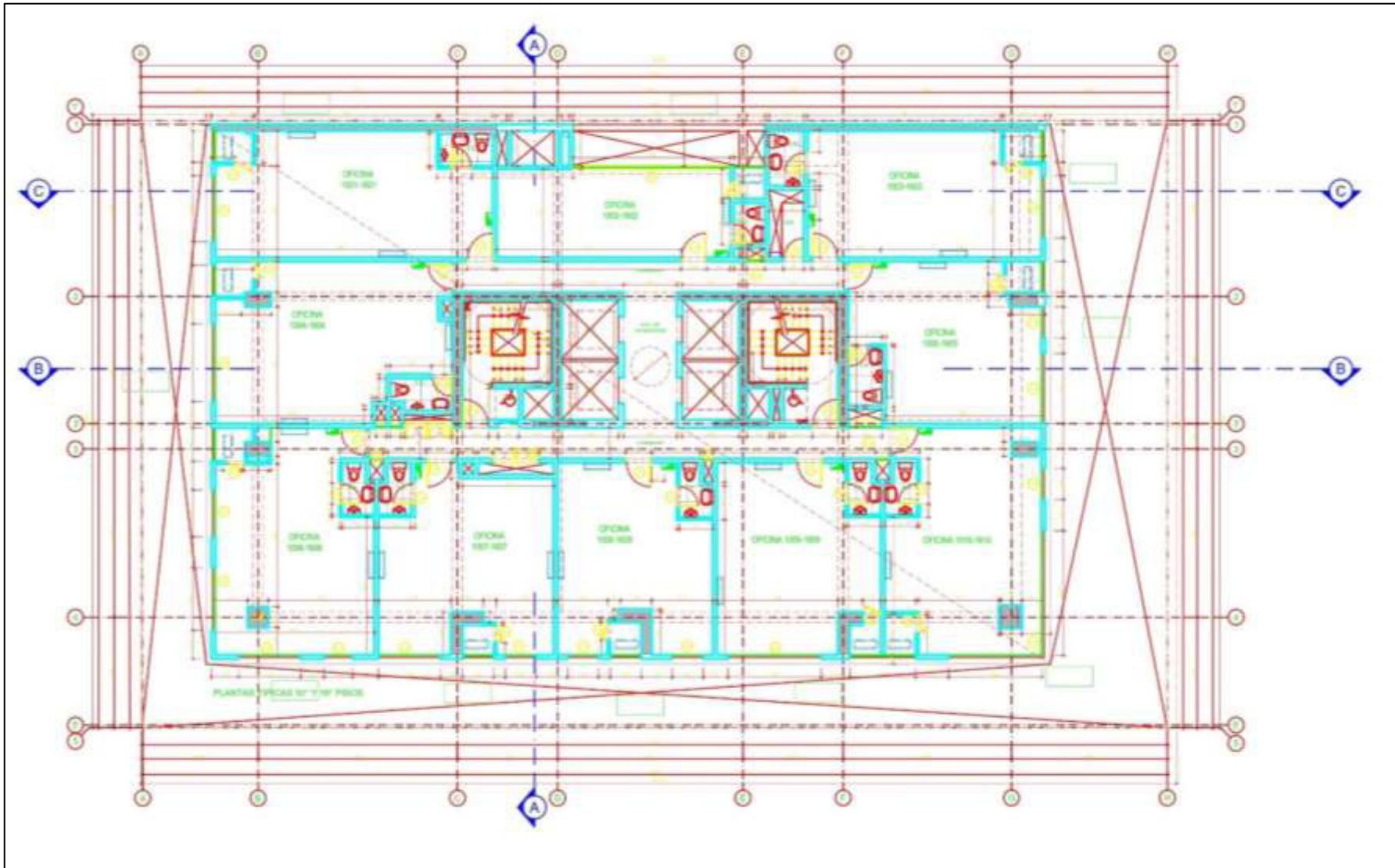
Áreas comunes: Ducto de extracción de monóxido, D.S., sobre recorrido de ascensor 1, 2, techo, llegada de escalera de gato desde azotea.

Anexo C
Planos

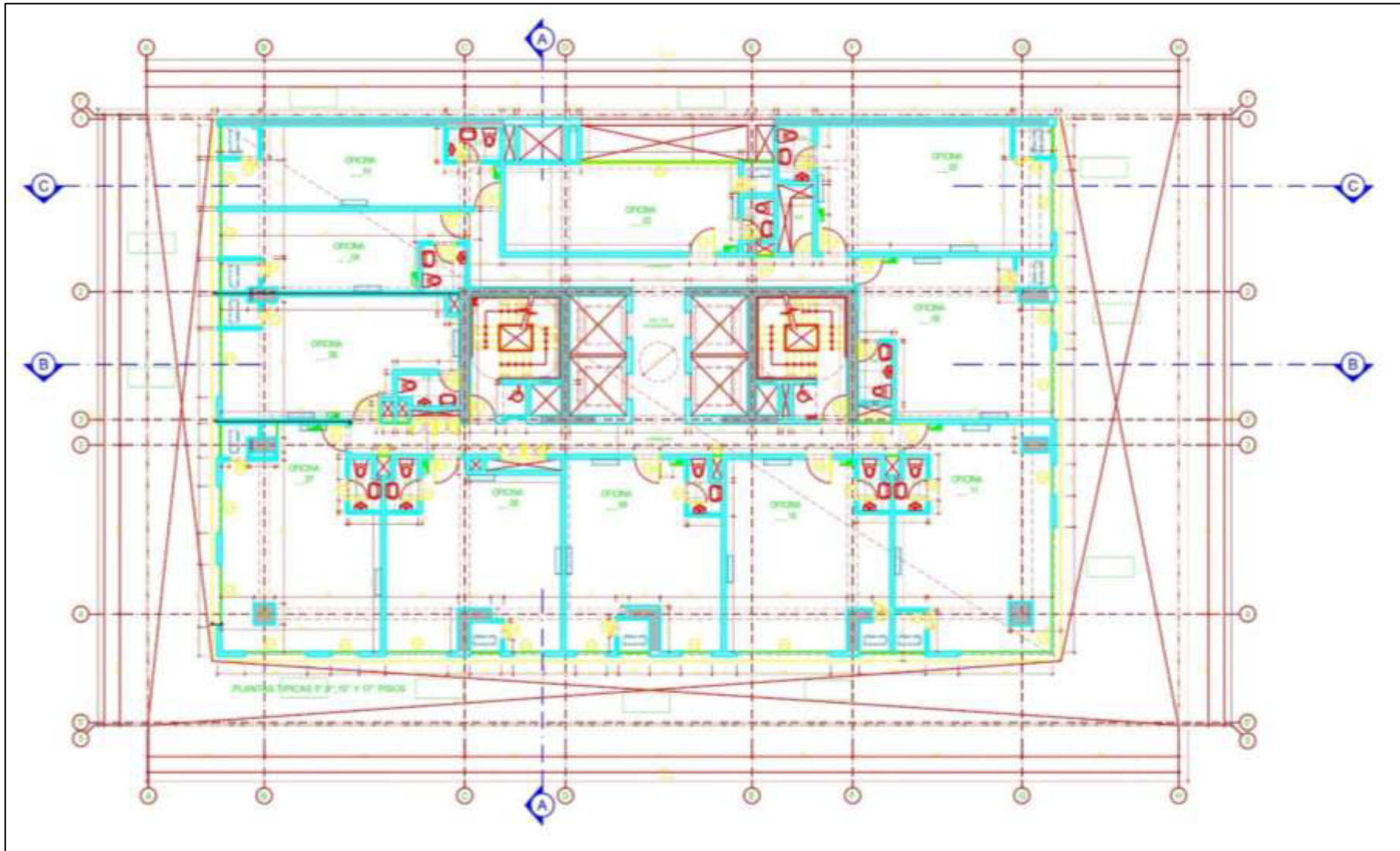
Plano de Arquitectura - Plantas Típicas 6º, 12º y 14º Pisos



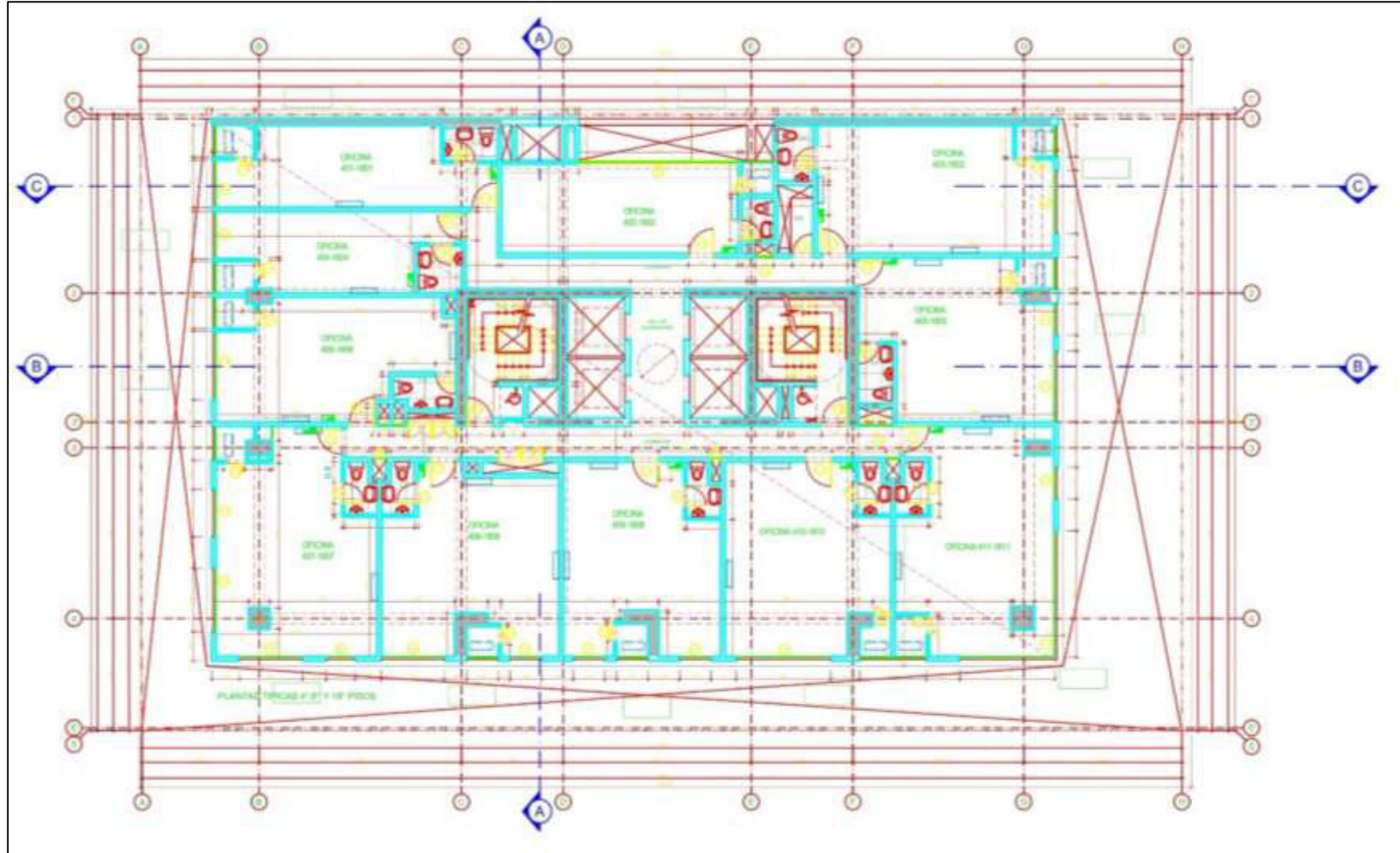
Plano de Arquitectura - Plantas Típicas 10° y 16° Pisos



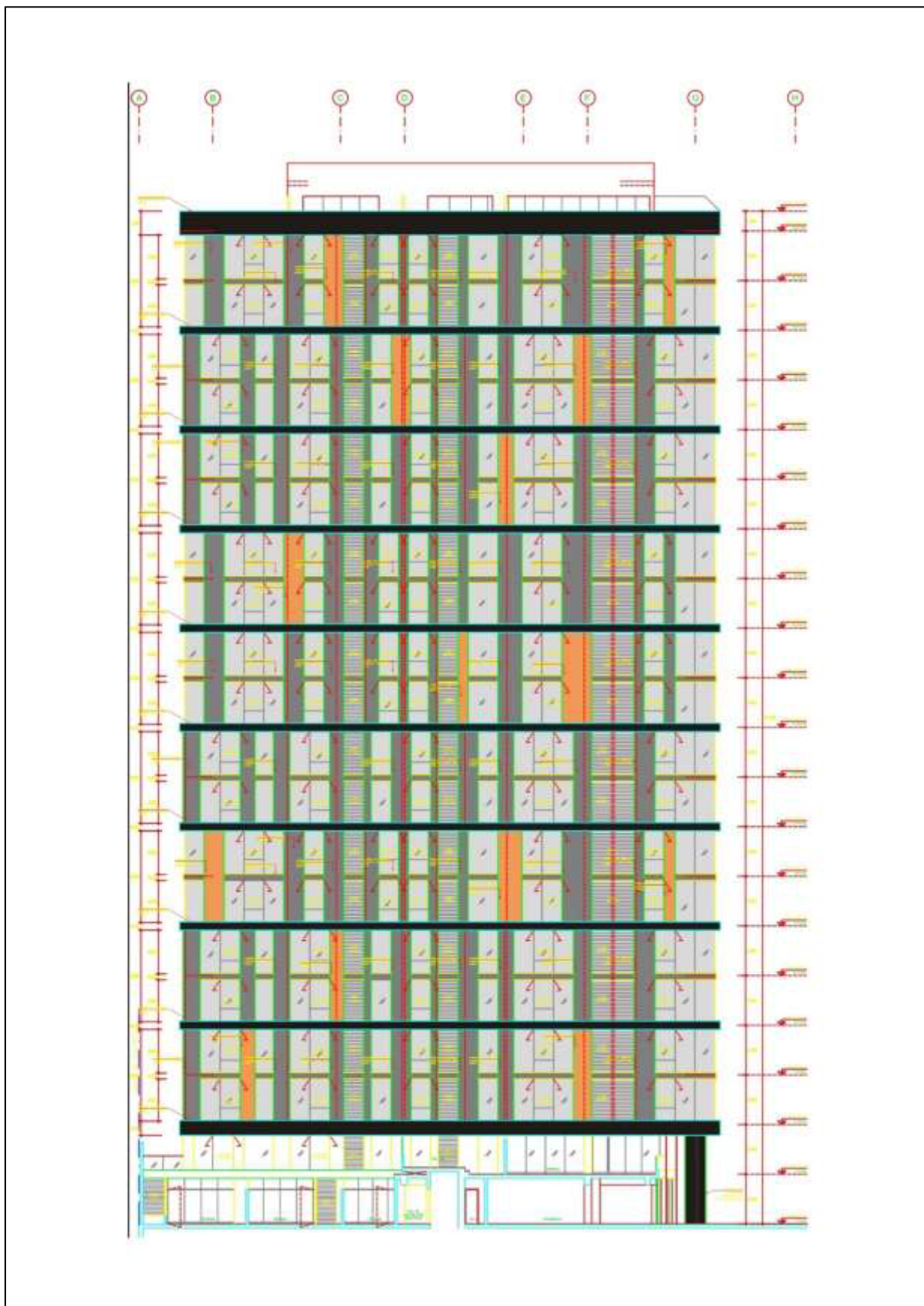
Plano de Arquitectura - Plantas Típicas 5°, 9°, 15° y 17° Pisos



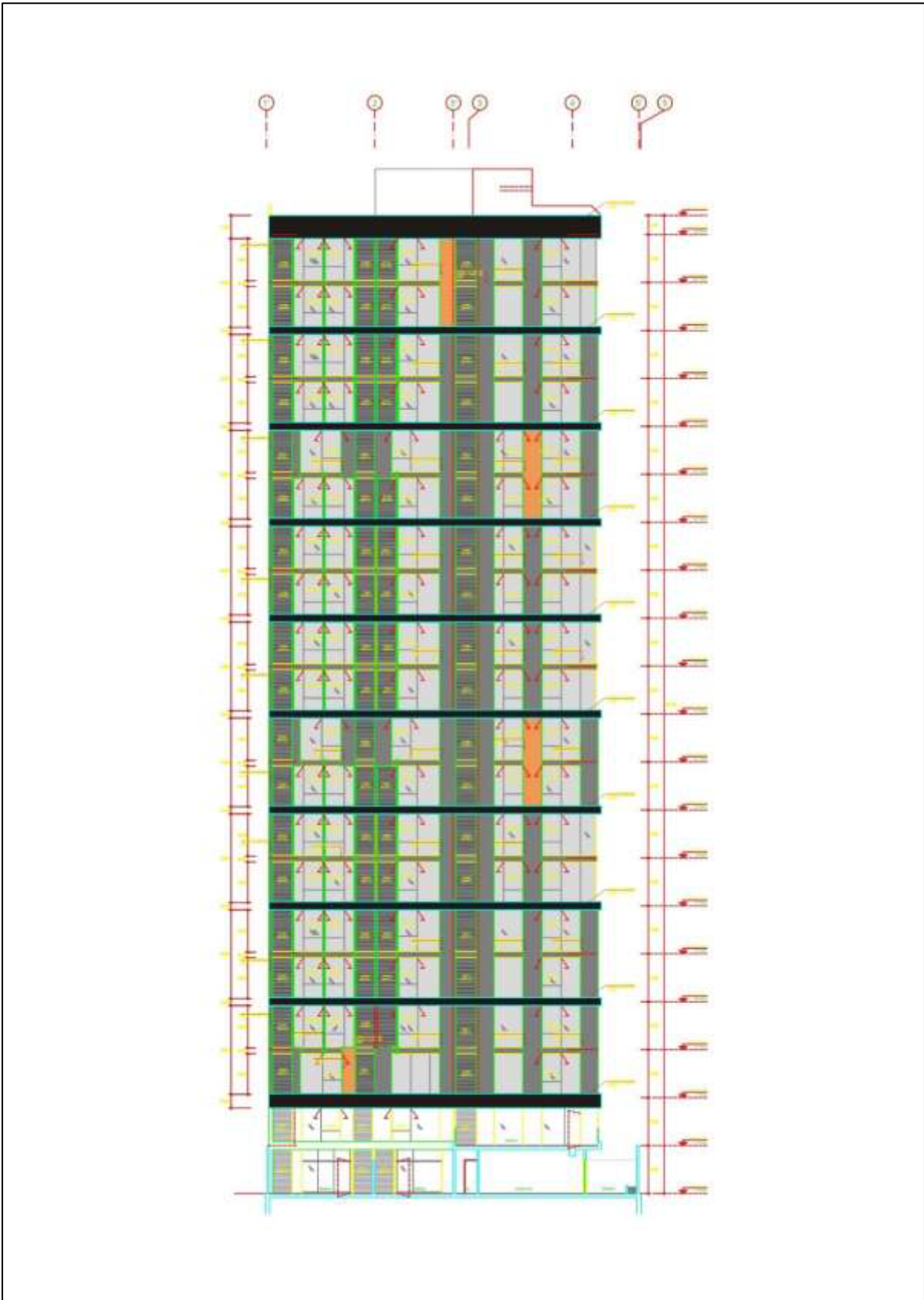
Plano de Arquitectura - Plantas Típicas 4º, 6º y 18º Pisos



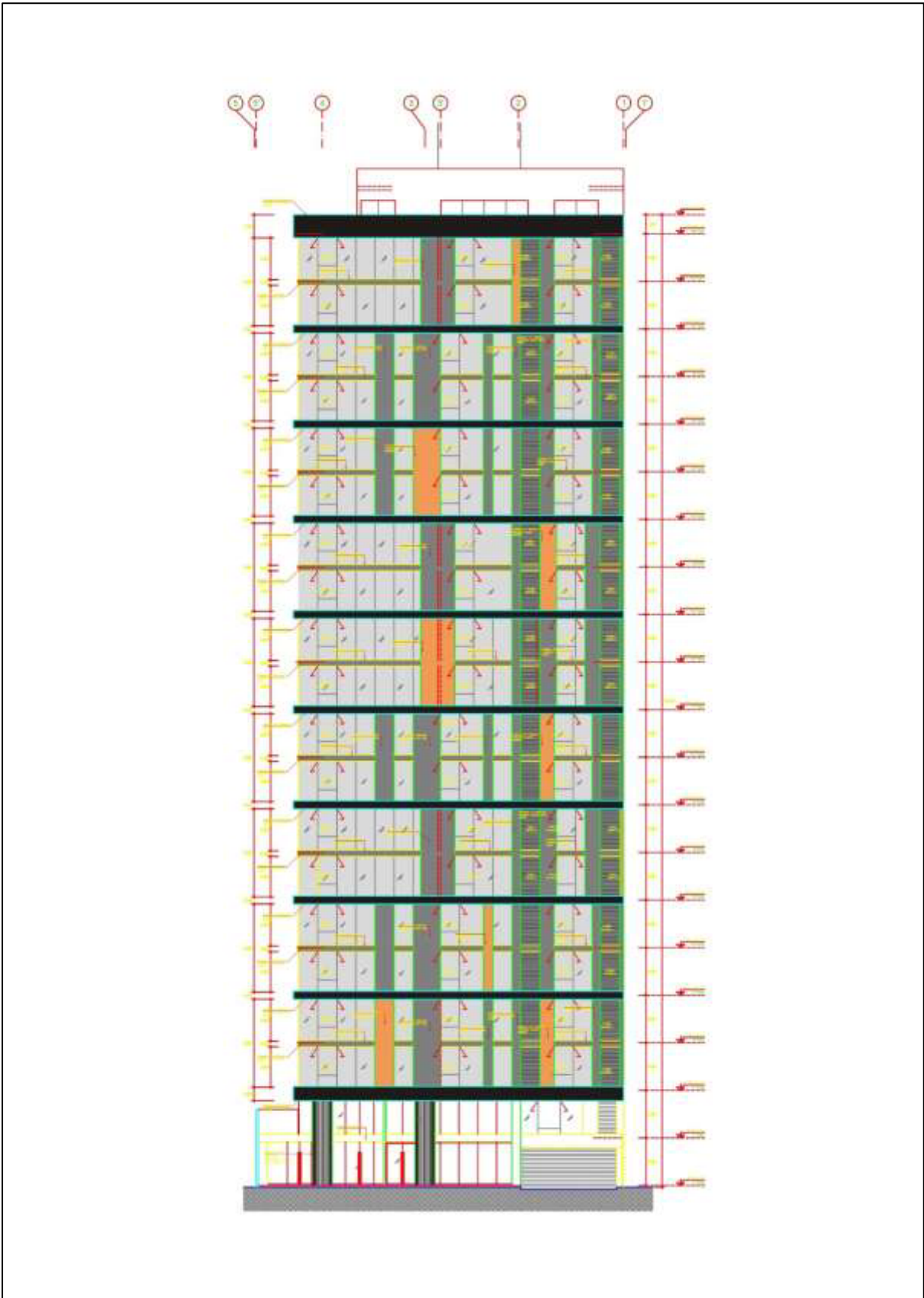
Plano de Arquitectura – Elevación Frontal



Plano de Arquitectura – Elevación Posterior



Plano de Arquitectura – Elevación Lateral



Anexo D
Fotografias

Ejecución de Enchape en Oficinas - Pisos



Fuente: Propia

Ejecución de Acabados Finales – Pintura, Puertas e Implementación



Fuente: Propia

Ejecución de Áreas Comunes – Pintado de Puertas de Montantes



Fuente: Propia

Ejecución de Áreas Comunes – Azotea



Fuente: Propia

Ejecución de Fachada Frontal



Fuente: Propia

Equipo de Obra Producción – Acabados e Implementación



Fuente: Propia

Áreas Comunes - Entrega Final



Fuente: Propia