



UNIVERSIDAD DEL AZUAY
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL Y GERENCIA EN
CONSTRUCCIONES

Mejora en la implementación del sistema Last Planner System

Trabajo de gradación previo a la obtención del título de
INGENIERO CIVIL CON ÉNFASIS EN GERENCIA DE CONSTRUCCIONES

Autor:

DANIEL SEBASTIÁN BRAVO ORTIZ

Director:

ING. VALDIMIR EUGENIO CARRASCO CASTRO. M.SC.

CUENCA-ECUADOR

2023

DEDICATORIA

Este trabajo fruto de mi esfuerzo y dedicación va dedicado a mi familia que siempre ha estado presente apoyándome incondicionalmente, pues sin ellos no lo había logrado. A mis padres que me han enseñado a luchar por mis sueños y nunca rendirme.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradecer a mis padres y abuelos que siempre me han enseñado a dar lo mejor de mí para lograr lo que me propongo.

A mi tutor de tesis, el ingeniero Vladimir Carrasco por permitirme ser parte del proyecto Torres del Bosque, además, de compartir su tiempo, conocimiento y el apoyo continuo para poder realizar este trabajo.

A todos los equipos de subcontratistas por su acogida y sus aportes semanales para que se lleve a cabo la metodología.

Finalmente, a todos los profesores por sus enseñanzas y a los amigos con quienes compartimos grandes momentos.

Tabla de contenido

| | |
|---|-----|
| Índice de figuras | VII |
| Índice de tablas | IX |
| 1 Introducción..... | 11 |
| 1.1 Antecedentes | 2 |
| 1.2 Justificación..... | 5 |
| 1.3 Alcances y resultados esperados | 6 |
| 1.4 Pregunta de investigación | 7 |
| 1.5 Hipótesis..... | 7 |
| 1.6 Objetivo general | 7 |
| 1.7 Objetivos específicos | 7 |
| 2 Planificación en las obras civiles..... | 8 |
| 2.1 Problemas de la construcción..... | 8 |
| 2.1.1 Baja producción de la construcción | 8 |
| 2.1.2 Productividad de las obras civiles en el mundo..... | 9 |
| 2.2 La planificación..... | 11 |
| 2.3 Aplicación de la gestión de proyectos..... | 12 |
| 2.4 Tipos de planificación | 13 |
| 2.4.1 Sistema tradicional..... | 14 |
| 2.4.1.1 Problemas del sistema tradicional..... | 16 |
| 2.4.1.2 Trabajo en equipo..... | 16 |
| 2.4.1.3 Trabajo colaborativo | 16 |
| 2.4.1.4 Desperdicios..... | 16 |
| 2.4.1.5 Innovar | 18 |

| | | |
|----------|--|----|
| 2.4.2 | Metodología BIM (Building Information Modeling) | 19 |
| 2.4.2.1 | Programas informativos | 20 |
| 2.4.2.2 | Ventajas de la metodología BIM..... | 24 |
| 2.4.2.3 | Curva de MacLeamy | 24 |
| 2.4.2.4 | Difusión del BIM en el mundo..... | 26 |
| 2.4.3 | Last Planner System..... | 26 |
| 2.4.3.1 | Últimos planificadores o Last Planners..... | 27 |
| 2.4.3.2 | Aplicar Debe, Se puede, Se hará..... | 27 |
| 2.4.3.3 | Concepto Pull | 28 |
| 2.4.3.4 | Plan Maestro..... | 29 |
| 2.4.3.5 | Look Ahead ó Plan Intermedio | 31 |
| 2.4.3.6 | Plan semanal..... | 32 |
| 2.4.3.7 | Porcentaje de Plan Cumplido (PPC) | 33 |
| 2.4.3.8 | Causas de No Cumplimiento..... | 33 |
| 2.4.3.9 | Factores que dificultan implementación de LPS en un proyecto | 34 |
| 2.4.3.10 | Beneficios LPS | 35 |
| 2.4.3.11 | Sinergia BIM y LPS | 35 |
| 3 | Metodología..... | 37 |
| 3.1 | Estado del proyecto | 37 |
| 3.2 | Reuniones de aprendizaje..... | 38 |
| 3.2.1 | Sala de reuniones | 39 |
| 3.2.2 | Desarrollo de reunión semanal..... | 39 |
| 3.2.3 | Analizar posibles mejoras | 41 |
| 3.2.4 | Segunda reunión semanal | 41 |

| | | |
|---------|--|----|
| 3.3 | Aplicación de la metodología Last Planner System y sus mejoras | 42 |
| 3.3.1 | Plan maestro..... | 42 |
| 3.3.2 | Planificación intermedia o Look ahead..... | 46 |
| 3.3.3 | Plan Semanal..... | 49 |
| 3.4 | Mejoras..... | 50 |
| 3.4.1 | Reunión de martes..... | 50 |
| 3.4.2 | Tabla de Excel..... | 52 |
| 3.5 | Resumen de las reuniones semanales..... | 52 |
| 3.5.1 | Semana 1 | 52 |
| 3.5.1.1 | Análisis de restricciones..... | 53 |
| 3.5.1.2 | Planificación semanal..... | 55 |
| 3.5.1.3 | Reunión de revisión..... | 57 |
| 3.5.1.4 | Control semanal | 57 |
| 3.5.2 | Semana 2..... | 58 |
| 3.5.2.1 | Análisis de restricciones..... | 59 |
| 3.5.2.2 | Planificación semanal..... | 61 |
| 3.5.2.3 | Reunión de Revisión | 62 |
| 3.5.2.4 | Control semanal | 62 |
| 3.5.3 | Semana 3..... | 64 |
| 3.5.3.1 | Análisis de restricciones..... | 64 |
| 3.5.3.2 | Planificación semanal..... | 66 |
| 3.5.3.3 | Reunión de Revisión | 68 |
| 3.5.3.4 | Control semanal | 68 |
| 3.5.4 | Semana 4..... | 69 |

| | | |
|---------|--|----|
| 3.5.4.1 | Análisis de restricciones..... | 70 |
| 3.5.4.2 | Planificación semanal..... | 72 |
| 3.5.4.3 | Reunión de Revisión | 72 |
| 3.5.4.4 | Control semanal | 73 |
| 3.5.5 | Semana 5..... | 75 |
| 3.5.5.1 | Análisis de restricciones..... | 75 |
| 3.5.5.2 | Planificación semanal..... | 77 |
| 3.5.5.3 | Reunión de Revisión 5 | 78 |
| 3.5.5.4 | Control semanal | 78 |
| 3.5.6 | Semana 6..... | 81 |
| 3.5.6.1 | Análisis de restricciones..... | 81 |
| 3.5.6.2 | Planificación semanal..... | 83 |
| 3.5.6.3 | Reunión de Revisión | 85 |
| 3.5.6.4 | Control semanal | 85 |
| 3.5.7 | Semana 7..... | 87 |
| 3.5.7.1 | Análisis de restricciones..... | 87 |
| 3.5.7.2 | Planificación semanal..... | 89 |
| 3.5.7.3 | Reunión de Revisión | 91 |
| 3.5.7.4 | Control semanal | 91 |
| 3.5.8 | Semana 8..... | 93 |
| 3.5.8.1 | Análisis de restricciones..... | 93 |
| 3.5.8.2 | Planificación semanal..... | 95 |
| 4 | Resultados de aplicación de Last Planner System..... | 97 |
| 4.1 | Resumen de reuniones semanales | 97 |

| | | |
|-------|---|-----|
| 4.1.1 | Porcentaje de Plan Completado (PPC) | 97 |
| 4.1.2 | Porcentaje de cumplimiento de cada subcontratista | 99 |
| 4.1.3 | Razones de no cumplimiento | 100 |
| 5 | Conclusiones y recomendaciones | 103 |
| 6 | Bibliografía | 105 |

Índice de figuras

| | | |
|-------------|---|----|
| Figura 2.1 | Despilfarros, valor añadido y funciones de soporte en las construcciones | 9 |
| Figura 2.2 | Productividad del sector de la construcción vs otros sectores no agrícolas ... | 10 |
| Figura 2.3 | Problemas del sector de la construcción..... | 15 |
| Figura 2.4 | Transformación de la materia prima a un producto final | 16 |
| Figura 2.5 | Desperdicios en una obra..... | 17 |
| Figura 2.6 | Sistema tradicional vs BIM | 18 |
| Figura 2.7 | Plano realizado en Autocad | 20 |
| Figura 2.8 | Modelado 3D en Revit..... | 21 |
| Figura 2.9 | Cronograma en Microsoft Project | 22 |
| Figura 2.10 | Presupuesto realizado en Microsoft Project | 22 |
| Figura 2.11 | Curva de MacLeamy | 25 |
| Figura 2.12 | Uso de la metodología BIM para los procesos constructivos en diferentes países del mundo | 26 |
| Figura 2.13 | Planificación tradicional vs planificación con LPS | 28 |
| Figura 2.14 | Fases de LPS..... | 29 |
| Figura 2.15 | Formato post it. Se muestra la información que debe estar descrita en las hojas adhesivas | 30 |
| Figura 2.16 | Equipos de subcontratistas reunidos preparando la planificación, a la derecha se observa el plan maestro armado con papeles adhesivos | 31 |
| Figura 2.17 | Plantilla de Excel propuesta por Cuesta (2017) para revisión de restricciones | 32 |
| Figura 2.18 | Ecuación Porcentaje de Plan Cumplido | 33 |
| Figura 2.19 | Representación gráfica de las causas de no cumplimiento..... | 34 |
| Figura 2.20 | Aporte de BIM a LPS | 36 |

| | | |
|------------|--|-----|
| Figura 3.1 | Recorrido de todos los últimos planificadores por la obra | 43 |
| Figura 3.2 | Armado del plan maestro..... | 44 |
| Figura 3.3 | Plan Maestro | 45 |
| Figura 3.4 | Plan <i>Look Ahead</i> semana 1-4 | 47 |
| Figura 3.5 | Plan <i>Look Ahead</i> semana 5-8 | 48 |
| Figura 3.6 | Reunión semaal | 50 |
| Figura 3.7 | Reunión de revisión, llamadas a los últimos planificadores con el residente, Arq. Israel Abad | 51 |
| Figura 4.1 | Resumen del porcentaje de Plan Completado | 98 |
| Figura 4.2 | Resumen de las Razones de No Cumplimiento..... | 101 |
| Figura 4.3 | Resumen del historial de razones de no cumplimiento | 102 |

Índice de tablas

| | | |
|------------|--|----|
| Tabla 3.1 | Cronograma inicialmente utilizado en Torres del Bosque | 37 |
| Tabla 3.2 | Información de Subcontratistas | 39 |
| Tabla 3.3 | Análisis de restricciones semana 1 | 54 |
| Tabla 3.4 | Planificación semana 1 | 56 |
| Tabla 3.5 | Control semanal 1 | 58 |
| Tabla 3.6 | Análisis de restricciones semana 2 | 60 |
| Tabla 3.7 | Planificación semana 2 | 61 |
| Tabla 3.8 | Control semanal semana 2 | 63 |
| Tabla 3.9 | Análisis de restricciones semana 3 | 65 |
| Tabla 3.10 | Planificación semanal 3 | 67 |
| Tabla 3.11 | Control semanal semana 3 | 69 |
| Tabla 3.12 | Análisis de restricciones semana 4 | 71 |
| Tabla 3.13 | Planificación semana 4 | 72 |
| Tabla 3.14 | Control semana 4 | 74 |
| Tabla 3.15 | Análisis de restricciones semana 5 | 76 |
| Tabla 3.16 | Planificación semana 5 | 78 |
| Tabla 3.17 | Control semanal 5 | 80 |
| Tabla 3.18 | Análisis de restricciones semana 6 | 82 |
| Tabla 3.19 | Planificación semana 6 | 84 |
| Tabla 3.20 | Control semanal semana 6 | 86 |
| Tabla 3.21 | Análisis de restricciones semana 7 | 88 |
| Tabla 3.22 | Planificación semana 7 | 90 |
| Tabla 3.23 | Control semanal semana 7 | 92 |

| | | |
|------------|---|-----|
| Tabla 3.24 | Análisis de restricciones semana 8 | 94 |
| Tabla 3.25 | Planificación semana 8 | 96 |
| Tabla 4.1 | Resumen de las asistencias de cada equipo de subcontratista | 97 |
| Tabla 4.2 | Resumen de las razones de no cumplimiento..... | 98 |
| Tabla 4.3 | Resumen del porcentaje de Plan Completado por cada subcontratista | 99 |
| Tabla 4.4 | Razones de no cumplimiento..... | 100 |

RESUMEN

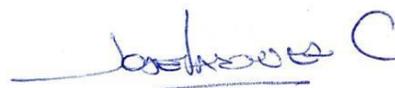
En el desarrollo de una obra civil de gran escala es necesario la implementación de un modelo que ayude a la organización y planificación de las actividades, por esta razón se aplica *Last Planner System* en el proyecto Torres del Bosque, sin embargo, para que esta metodología funcione de manera eficiente es necesario lograr una mejora continua. Para esto, se organiza una reunión entre las personas encargadas de llevar a cabo la metodología en el proyecto y el autor de este trabajo, en consecuencia, se definen mejoras claves para el funcionamiento óptimo de la *Last Planner System*. La primera es optimizar la planilla de Excel donde se registran los compromisos a realizarse en las reuniones semanales, y la segunda es hacer reuniones con mayor frecuencia para revisar el avance de lo comprometido. De esta forma se logra mayor productividad en las reuniones, y se reducen las causas de no cumplimiento.

Palabras clave: metodología, mejora, administración, construcción, gestión.



Ing. Vladimir Eugenio Carrasco Castro

Director de Trabajo de Titulación



Ing. José Fernando Vásquez Calero

Director de Escuela

Daniel Bravo

Daniel Sebastián Bravo Ortíz

Autor

Improvement in the implementation of the Last Planner System.

ABSTRACT

In the development of a large-scale civil project, the implementation of a model that aids in the organization and planning of activities is necessary. For this reason, the Last Planner System is applied in the Torres del Bosque project. However, for this methodology to work efficiently, continuous improvement must be achieved. To accomplish this, a meeting is organized between the individuals responsible for implementing the methodology in the project and the author of this work. As a result, two key improvements are defined for the optimal functioning of the Last Planner System. The first one is to optimize the Excel spreadsheet where the activities committed to be carried out in the weekly meetings are recorded, and the second one is to organize meetings more frequently to review the progress of the commitments. This way, greater productivity is achieved in the meetings, and the causes of non-compliance are reduced.

Keywords: methodology, improvement, administration, construction, management.



Ing. Vladimir Eugenio Carrasco Castro

Ing. José Fernando Vásquez Calero

Degree Work Director

School Director

Daniel Bravo

Daniel Sebastián Bravo Ortíz

Translated
by:

Daniel Bravo

Daniel Sebastián Bravo Ortíz



Language Unit

1 Introducción

La metodología *Last Planner system* (LPS) está basada en la filosofía *Lean Production*, que tiene como objetivo eliminar las tareas que no añaden valor a un producto. El LPS es un sistema de control y planificación de la producción, su intención es reducir la incertidumbre y la variabilidad en una obra.

La planificación es un proceso colaborativo y se lleva a cabo mediante una negociación entre todos los subcontratistas que van a ejecutar las tareas en el proyecto, esta metodología consiste en reunir semanalmente a todos los equipos que estén trabajando en la obra una vez a la semana para buscar compromisos de actividades con el propósito de mantenerse dentro del cronograma y así evitar retrasos.

La metodología LPS tiene diferentes fases, el primero es el programa maestro donde se revisa el plan general, el programa intermedio donde se prepara el trabajo y se identifica las restricciones (1-4 meses), finalmente el plan semanal donde se preparan compromisos y se mide el cumplimiento e incumplimientos de las actividades comprometidas.

De los planes semanales se toman registros del avance de los diferentes subcontratistas y a partir de estos datos se puede obtener varios resultados como porcentaje del plan cumplido (PPC), la curva de avance físico de la obra y las causas de no cumplimiento (CNC). Estos datos sirven para ver la eficacia de la aplicación de *Last Planner system* (LPS) en una obra

1.1 Antecedentes

La construcción es un sector que aporta al desarrollo de las ciudades con obras civiles como carreteras, casas, edificios, puentes, alcantarillados etc., Es por esta razón que hay varios campos en los que pueden trabajar los ingenieros civiles. Durante la preparación de los futuros profesionales los profesores hacen énfasis en saber diseñar, tener buen criterio, buscar optimización de costos. Sin embargo, la gestión de proyectos es una materia que los alumnos no toman en serio y se gradúan enfocados en hacer diseños

La gestión cumple un papel importante en las obras civiles y no saber administrar puede ocasionar pérdidas de grandes sumas de dinero o incluso la quiebra de una empresa constructora. La poca importancia que los ingenieros civiles dedican a la administración se

pueden ver en un resumen de la baja productividad realizado por Pons y Rubio (2019) donde recogen información de Estados Unidos sobre la productividad los últimos 45 años, estos demuestran que la productividad en sectores como el minero, comercio, financiero, han aumentado exponencialmente su productividad, sin embargo, el sector de la construcción ha disminuido su productividad.

Son datos alarmantes y demuestra que hay una urgencia por implementar en proyectos metodologías de gestión. En algunos lugares del mundo ya se está implementando diferentes métodos de gestión de la construcción.

En la ciudad de Barranquilla, Colombia los autores Hoyos y Botero (2018) hacen una investigación donde su principal objetivo es indagar sobre el actual conocimiento de la metodología *Last Planner System*, se eligieron un total de 116 artículos de todo el mundo que se clasificaron de manera cualitativa para medir la efectividad del programa.

Las conclusiones de este estudio indican los problemas más comunes que se encuentra la persona encargada de la gestión cuando se aplica la metodología *Last Planner System* en un proyecto civil, estos son: la falta de un modelo estandarizado, no hay un liderazgo comprometido, análisis incompletos de las restricciones y mala comunicación por parte del equipo que participa en las reuniones semanales.

Cabrera (2020) también hace una recopilación de varios casos de estudios alrededor del mundo que han aplicado *Last Planner System*, en España la construcción de una planta química, en Egipto construcción de túneles, en Colombia obras residenciales, en Estados Unidos la construcción de un hospital, etc. Un total de 20 obras de todo tipo. Lo que concluye Cabrera en su estudio es que la aplicación de esta metodología es viable para cualquier tipo de obra civil en cualquier lugar del mundo, además de resalta las reducciones del tiempo de ejecución.

Martínez (2019) realiza un estudio en el proyecto inmobiliario “Mi Lote” en la ciudad de Guayaquil, el objetivo de esta publicación es encontrar mejoras en la obra para aumentar el porcentaje de plan cumplido en la construcción, donde ya se ha implementado la metodología *Last Planner System* anteriormente. Martínez hace énfasis en la falta de

retroalimentación en al finalizar en las reuniones, es decir, no se comunica a los equipos un informe donde se muestre cómo pueden mejorar su porcentaje de plan cumplido.

En la ciudad de Cuenca, Ecuador los autores Carrasco y Cueva (2017) desarrollan y evalúan la metodología *Last Planner System* además de la elaboración completa de una ruta crítica del proyecto Torres del Bosque con la herramienta *Work Breakdown Structre*. Algunas de sus conclusiones indican que al usar este programa informático se pudo construir de manera efectiva la ruta crítica haciendo que se puedan crear cronogramas con más exactitud. Por otra parte, mencionan que había una resistencia al cambio por parte de los trabajadores y una falta de compromiso de los participantes de las reuniones, a pesar de estos inconvenientes se logró implementar gracias al gerente general de obra estaba a favor de aplicar esta metodología.

El año anterior Cueva y Molina (2021) implementan *Last Planer System* en el proyecto Torres del Bosque, pero, ellos aplican la metodología de manera presencial y virtual, siendo pioneros en esta modalidad. Los autores desarrollan un software que les sirve para comparar las dos versiones de aplicar LPS, finalmente para corroborar sus resultados hacen encuestas y entrevistas a personas cercanas a la construcción, así como también a las que participaron en las reuniones semanales. Ellos obtienen buenos resultados logrando capacitar al personal, haciendo que los subcontratistas trabajen en conjunto para facilitar solventar restricciones

La empresa Carrasco RFV se dedica principalmente a la producción de elementos estructurales prefabricados para las obras civiles, se fundó en el año 2007, sus oficinas y su fábrica están situadas en la vía a Jadan.

Además de los prefabricados también se dedica a la construcción de puentes o edificaciones. Como el proyecto La Calera, Alianza Francesa Cuenca, Town Houses La Calera, Torres del Bosque, etc.

El edificio Torres del Bosque es una edificación ubicada en la avenida 12 de octubre, frente al parque Tarqui Guzho, tiene 49 viviendas de lujo de tipo suites, dúplex o departamentos. Lo novedoso de este proyecto civil es que toda la estructura está hecha con

elementos prefabricados y las vigas utilizadas son pretensadas, estos factores hacen que esta obra sea única en Cuenca. En la etapa final del proyecto se implementó la metodología Last Planner System con el objetivo de cumplir con los tiempos de entrega comprometidos con los clientes y accionistas.

1.2 Justificación

Gomez y Moralez (2015) afirman que en la actualidad existe una alta competitividad en este mundo globalizado, esto hace que las diferentes empresas busquen mejorar su producción mediante capacitación de empleados, mejora en tecnología, eficiencia de procesos, etc.

En el sector de la construcción existen varios problemas que se están ejecutando desde hace algunas décadas y a pesar del paso de los años estos errores persisten en las obras civiles ocasionando principalmente una baja productividad.

Algunos de los principales problemas mencionados por Pons y Rubio (2019) son la falta de comunicación entre los equipos de subcontratistas, falta de un sistema de planificación, control y gestión, falta de controles de productividad, etc.

El sector de la construcción es el único que no ha mejorado desde hace más de 40 años, este no ha tenido una mejora notable de su producción, es decir, se ha hecho poco esfuerzo en intentar corregir los aspectos que Gomez y Moralez (2015) mencionan.

Pons y Rubio (2019) en su libro resaltan que la optimización de la gestión en proyectos puede hacer que aumente significativamente la productividad en las obras civiles. La gestión en la construcción es todo lo relacionado con llevar a cabo una correcta administración de la planificación, buena calidad del producto, funcionamiento y comunicación entre los diferentes equipos que actúan en el proyecto, en resumen, un administrador de un proyecto es quien se encarga que el desarrollo de la obra sea un éxito.

Según JBKnowledge (2019) las personas que intervienen en las construcciones no están interesados en innovar, el 40% de ingenieros siguen utilizando los planos en papel, en vez de hacerlo de manera digital, el 50% de profesionales redacta sus reportes diarios a mano y el aproximado de inversión en tecnología de las empresas es de apenas del 1.2% de sus ingresos.

En una obra civil intervienen varias personas para que se pueda desarrollar el proyecto, el primero es el cliente, que cumple el papel de solicitar los servicios de una empresa constructora ya que generalmente ellos no tienen los recursos ni la experiencia para desarrollar una obra. En segundo lugar, está el contratista, es quien está a cargo de llevar a cabo el proyecto. En tercero, el arquitecto o ingeniero que se encarga de verificar los procesos constructivos en el día a día, además tienen como tarea verificar la correcta sinergia entre los equipos de subcontratistas.

La sinergia es una palabra clave en la mejora de la productividad de un proyecto, su definición indica que cuando se juntan dos o más equipos de trabajo se desarrolla un producto que aporta valor, esto aplicado en las obras civiles, demuestra que cuando se trabaja con una buena coordinación entre varios equipos de subcontratistas se evitan las actividades que no aportan valor a la obra, estas actividades según Pons y Rubio (2019) pueden ser los retrabajos, tiempos de espera innecesarios, exceso de inventario, incumplir el cronograma, mano de obra sin actividades, falta de inventario.

La metodología Last Planner System (LPS) se viene desarrollando del año 1990 y consiste en realizar una serie de reuniones semanales para verificar que los equipos de subcontratistas estén cumpliendo con las tareas para mantenerse al día con el cronograma realizado en las fases de plan maestro y *look ahead* en la misma metodología. Aplicando LPS se mejora la productividad ya que se evitan los problemas mencionados anteriormente por Pons y Rubio (2019).

1.3 Alcances y resultados esperados

Se pretende encontrar un grupo de acciones de mejora en la metodología *Last Planner System* ya implementada en el proyecto Torres del Bosque. El ingeniero Vladimir Carrasco en conjunto con los alumnos Cuesta y Molina han identificado algunas mejoras que van a ayudar a organizar el trabajo de los subcontratistas para mejorar su cumplimiento, reducir el número de causas de no cumplimiento, garantizar la calidad en los procesos de construcción, encontrar con mayor precisión las restricciones, mejorar el porcentaje del plan cumplido, aumentar la participación de los asistentes a las reuniones. De esta manera lograr un mejor

funcionamiento de *Last Planner System* y por ende optimizar los procesos constructivos de la obra.

1.4 Pregunta de investigación

¿Las mejoras planteadas en la metodología *Last Planner System* logran una mejora en el porcentaje de plan cumplido semanalmente?

1.5 Hipótesis

En este trabajo de titulación se espera implementar las principales propuestas que surgieron de la aplicación de *Last Planner System* en el proyecto Torres del Bosque, se prevé que con la optimización que se logre con la aplicación de este sistema se tenga una mejor comunicación de los acuerdos llegados en las reuniones semanales, con el propósito de que los últimos planificadores que participen en las juntas estén más familiarizados con el sistema, colaboren con él, haya el menor número de causas de no cumplimiento y un aumento del porcentaje del plan cumplido.

1.6 Objetivo general

Aplicar un grupo de acciones dadas por la metodología *Last Planner System* para optimizar procesos constructivos en el proyecto Torres del bosque.

1.7 Objetivos específicos

- Recopilar información y revisión de literatura.
- Identificar con los autores del trabajo de titulación anterior las sugerencias de optimización de procesos obtenidas mediante la metodología *Last Planner System*.
- Implementar un grupo de acciones que mayor potencial de optimización presenten en el proyecto Torres del bosque.
- Evaluar la efectividad de las mejoras implementadas el proyecto Torres del bosque mediante el porcentaje del plan cumplido (ppc).

2 Planificación en las obras civiles

2.1 Problemas de la construcción

Un proyecto de una obra civil no es una actividad para tomarse a la ligera, detrás de una construcción hay grandes sumas de dinero que incluso pueden llegar a montos de varios millones de dólares que serán invertidos.

Además de dinero, durante la planificación y ejecución intervienen varios equipos de subcontratistas expertos en su campo, estos llegan a la obra con maquinaria, mano de obra y materiales. Por otro lado, están los socios que son personas que aportan capital para la realización y esperan que la construcción sea ejecutada de una manera óptima, es decir, una mano de obra que aproveche al máximo su tiempo de trabajo, que las actividades planificadas tengan a disposición la cantidad necesaria de materiales y maquinaria, y, por último, pero no menos importante están los clientes que esperan la mejor calidad, un menor precio y que se cumplan los plazos estipulados para la entrega del proyecto final.

Como se puede ver hay muchos recursos que intervienen en un proyecto, es por esto que hay que saber administrarlos para aprovecharlos al máximo, sin embargo, el sector de la construcción es el que tiene más problemas y poca productividad, es por esta razón que es clave mejorar la administración de proyectos en las obras civiles.

2.1.1 Baja producción de la construcción

La productividad es “la medida de la eficiencia con que los recursos son administrados para la obtención de un producto” (Zorilla, & Jesus, 2014, p.1) si se aplica esta definición en el campo de las obras civiles, los recursos pueden ser: la mano de obra, materiales y maquinaria, y los productos finales son desde unas pequeñas estructuras como veredas hasta obras gigantes como carreteras, puentes o edificios.

Cantú y otros (2018) definen a la producción en la construcción como una medición de la mejor manera de administrar los recursos en un tiempo determinado para generar un producto con una calidad estándar.

Existen varios tipos de actividades que aumentan o disminuyen la productividad en una obra, estas han sido clasificadas en 3 grupos según los autores Umstot y Fauchier (2017), estas son las de valor añadido, funciones de soporte y despilfarro.

- **Valor añadido:** Aquí están las actividades que son necesarias e indispensables para que el producto final pueda ser llevado a cabo, estas pueden ser, por ejemplo: levantar una pared de ladrillos, conexión de vigas, enlucido de paredes, colocación de cerámica, etc.
- **Funciones de soporte:** Actividades que son necesarias para que las actividades de valor añadido puedan ser llevadas a cabo, estas son: leer planos, pedir y tener en stock los materiales, limpiar, descargar el camión, etc.
- **Despilfarro:** Las acciones que están en este grupo son las que no añaden valor al producto final y más bien elevan los costos. Estas actividades son los tiempos de espera, movimientos innecesarios de materiales, no aprovechar las habilidades de la mano de obra, falta de planificación, mala calidad, etc.

2.1.2 Productividad de las obras civiles en el mundo

Un estudio realizado por Construction Institute (2005) muestra la distribución de los tres índices mencionados anteriormente en el sector de la construcción en el estado de Colorado, Estados Unidos. Se puede apreciar que el mayor porcentaje son despilfarros 57%, solo un 10% es de valor añadido y un 33% son actividades de soporte.

Figura 2.1 Despilfarros, valor añadido y funciones de soporte en las construcciones



Nota. La figura muestra en porcentaje el despilfarro, valor añadido y funciones de soporte en una construcción. Fuente: (Pons & Rubio, 2019)

Pons (2020) enumera algunas razones por las que es difícil encontrar o identificar los despilfarros en una empresa, las que se destacan son aquellas que son complicadas de identificar, otras como las que la compañía cree que son tareas productivas cuando en realidad no lo son, otra razón es que usan un sistema productivo que está enfocado en la optimización de tareas individuales mas no en el conjunto de actividades que en realidad son las pueden ayudar a mejorar todo el proceso.

Taiichi Ohno decía que en las fábricas de Toyota no encontrar desperdicios es síntoma de que algo no va bien. Cada vez que descubrimos un desperdicio es una oportunidad para mejorar.

Según datos recogidos por Pons y Rubio (2019) de la base a datos del US Department of Commerce de Estados Unidos, ellos concluyen que los datos de productividad de todas las industrias excepto de la agrícola y las compara con la de la construcción desde el año 1964 hasta el 2012. Se aprecia que todos los sectores han aumentado notablemente su producción, sin embargo, la construcción que es la línea roja en la figura 2.2 es el único que ha disminuido en comparación a 1964.

Figura 2.2 Productividad del sector de la construcción vs otros sectores no agrícolas



Nota. En azul se muestra el crecimiento de productividad de todas las industrias excepto las agrícolas y en rojo la productividad del sector de la construcción. Fuente: Gonzales y otros

(2014)

Otro estudio realizado en Reino Unido por UK Industry Performance Report (2018) hace una comparación durante los años 2005-2018 de los índices anuales de la previsibilidad de entrega a tiempo de una obra en la fase de diseño vs. la fase de ejecución, en conclusión, en base a este muestreo el índice se mantiene con una cifra poco alentadora durante todos esos años, las obras se entregan a tiempo por debajo del 60%. Por último, un informe del banco BBVA revisado por Pons y Rubio (2019) hacen un informe sobre la contribución sectorial al crecimiento de la productividad, muestra que en España durante los años 1995 y 2007 hubo un significativo aumento en el sector inmobiliario, pero la productividad en la construcción disminuye, sin embargo, en los años de crisis entre 2008 y 2014 donde los recursos son más limitados, se ve un aumento de la productividad. Es decir, en épocas donde la economía va bien, la productividad baja, pero, cuando están en crisis, los administradores se esmeran en mejorar la productividad ante la falta de recursos económicos.

En este resumen de datos históricos recogidos por Pons y Rubio (2019) de instituciones de España, Reino Unido y Estados Unidos tienen un común denominador que consiste en que durante las últimas décadas la industria de la construcción no ha tenido un aumento notable de su productividad e incluso en algunos casos este indicador es bajo comparado a años anteriores, a pesar de ver que otros sectores como el minero, industrial, comercial, etc., sí han aumentado, algunas en mayor o menor medida, pero se nota un avance.

En el Ecuador, un sector que genera miles de plazas de empleo, según el INEC (2020) se generó un 6.1% de empleo en el año 2019, según el Banco Central del Ecuador (2020) aporta el 8.17% del PIB real lo que es una cifra significativa y un valor agregado bruto de 5.874,7 millones de dólares. En resumen, un campo que debería ser muy productivo, sin embargo, no lo es por varias razones, pero principalmente están relacionadas con la poca importancia que le dan los gerentes y administradores de la construcción a la planificación de las obras civiles.

2.2 La planificación.

Para que en una obra todo marche de una manera óptima se necesita de una buena planificación, “es una herramienta fundamental para la toma de decisiones en la construcción,

por lo tanto, para la administración de un proyecto. Sin planificación se transforma en una serie de cambios aleatorios de dirección.” (Gutiérrez-Loria et al, 2021, p.2).

Este autor cuando menciona los cambios aleatorios de dirección, se refiere a que cuando no hay un plan, cada día se hace lo que al gerente se le ocurre, pero cuando hay un cronograma se sabe exactamente lo que hay que hacer.

La planificación también ayuda a reducir la variabilidad o incertidumbre, la definición de “variabilidad” enfocada a las obras civiles sería todo lo que está fuera del alcance del sistema productivo de la empresa, estas son generalmente son conductas externas anormales y poco predecibles, un claro ejemplo podría ser que un proveedor no entregue materiales, la ausencia de parte de la mano de obra o una máquina dañada. Sin embargo, con una buena planificación y utilización de software se puede reducir la variabilidad y tener un mayor control de lo que afecta a un proyecto, aunque siempre habrá situaciones que se puedan controlar como una pandemia, clima adverso, problemas políticos de la región, desastres naturales, etc.

2.3 Aplicación de la gestión de proyectos

La gestión va de la mano de la construcción en la ingeniería civil, la gestión aporta varios aspectos que los ingenieros no tienen en su formación profesional, o la tienen, pero ellos están más enfocados en la ejecución de la obra y no tienen tiempo o no le dan la importancia que se merece a la administración en un proyecto.

Aporte de la gestión en obras:

- Supervisión de actividades: Un equipo que esté diariamente en obra, observando los diferentes procesos constructivos, coordinación de subcontratistas, logística en entrega de materiales, cuadrillas de trabajo, procesos administrativos, etc. Va a detectar errores o falencias en los diferentes tipos de actividades, gracias a esto se podrá corregir y mejorar la productividad.
- Conocimientos de administración: Los administradores de la construcción conocen de gestión y se ayudan con herramientas informáticas, existen programas para dar seguimiento total al proyecto, por ejemplo, hay software para llevar los costos, otros que ayudan a realizar cronogramas, con el objetivo de evitar demoras, falta de

materiales, control de la mano de obra, etc.

- **Comunicación:** En proyectos importantes de grandes magnitudes donde intervienen grandes sumas de dinero, actúan varios equipos de subcontratistas donde cada uno es experto en un área de trabajo, pues la administración se convierte en punto de contacto importante para una efectiva coordinación, planificación o control entre subcontratistas.
- **Seguir planificación:** Nuevas metodologías de planificación han demostrado que las formas clásicas de planificación son obsoletas. LEAN o BIM son metodologías o sistemas que ayudan a seguir la planificación, reducir desperdicios, evitar demoras. Estos programas se están aplicando en proyectos a nivel mundial por todos sus beneficios y son manejados por un administrador de la construcción.
- **Costos:** En este punto también son de importancia los programas de administración, aportan con software que simplifica la contabilidad de la empresa.
Un administrador controla e inspecciona que se sigan estándares mínimos de calidad, esto puede ayudar a que no se hagan re procesos que afectan directamente en la planificación y el aumento del costo del proyecto.
- **Punto de contacto:** El administrador es una persona o un equipo que actúa como un eje en una obra civil, es un punto de contacto para todos los subcontratistas que muchas veces dependen unos de otros para cumplir sus cronogramas, es decir, son gerentes que están en permanente comunicación con sus equipos para coordinar entrega de materiales o pagos a proveedores, clientes que sugieren cambios o contratistas que necesiten informes de avances.

2.4 Tipos de planificación

Gutiérrez-Loria y otros (2021) en su artículo, divide en 3 pasos la planificación de un proyecto. En el primer paso se hace una estimación global de los costos, estudios de factibilidad, determinación objetivos como las diferentes fases y los tiempos estimados en realizar las mismas. En el segundo, se realiza un plan más detallado con el que se podrá ejecutar el proyecto y, por último, se desarrolla un cronograma pensando en lo más económico, además se revisan todos los por menores de las actividades para asegurar que se podrán realizar.

Estos tres pasos que se indican no son una guía completa para un administrador de la construcción que tenga la intención de mejorar la planificación en su proyecto, porque son muy generales; por lo tanto, inútiles para aplicarla, sin embargo, existen varios tipos de metodologías con guías paso a paso para aplicarlas en un proyecto, estas facilitan la implementación de la gestión de un proyecto, los modelos de planificación que más destacan son:

- Sistema tradicional
- *Building Information Modeling* (BIM)
- Last Planner System (LPS)

Son tres metodologías estandarizadas y listas para aplicar, existen muchos libros que ofrecen guías completas que muestran ítems paso a paso para la aplicación de cualquiera de estas. El primero es el sistema tradicional, ya obsoleto por múltiples razones que se detallarán más adelante, sin embargo, existen bastantes empresas que lo siguen utilizando. Por otro lado, existen las metodologías BIM y LPS con muchas ventajas, estas son las que actualmente se implementan en las mega obras de los países más desarrollados.

2.4.1 Sistema tradicional

Pons (2021) en la historia de las obras civiles el sistema tradicional ha sido muy utilizado como un modelo de gestión de proyectos, pero este no ha estado en capacidad de poder resolver los principales problemas de la construcción que se observan en la figura 2.3 a pesar de tener mejoras en programas informáticos y tampoco se ha aprovechado la tecnología que ha mejorado con el paso del tiempo.

Figura 2.3 Problemas del sector de la construcción.

| PROBLEMAS CRÓNICOS DE LA CONSTRUCCIÓN | |
|---------------------------------------|---|
| 1 | Uso de métodos obsoletos para la Planificación, Control y Gestión de la Producción. |
| 2 | Escaso rigor en el cumplimiento de la Seguridad. |
| 3 | Proyectos incompletos, poco detallados y escasamente analizados. |
| 4 | Controles de calidad ineficaces que no garantizan la entrega de calidad a la primera. |
| 5 | Incumplimiento sistemático de los plazos de entrega. |
| 6 | Mano de obra poco cualificada, comparada con la industria manufacturera. |
| 7 | Falta de coordinación y transparencia entre las partes interesadas. |
| 8 | Escasos o nulos controles de la productividad. |
| 9 | Sobrecostos. Sistema de licitación basado en: (1) diseño, (2) licitación, (3) construcción. |
| 10 | Gran cantidad de retrabajos. |

Fuente: (Pons & Rubio, 2019)

Pons (2020) habla en su artículo sobre las nuevas filosofías que se aplican en las diferentes industrias desde los finales de los años 80, todas tienen un aumento exponencial en su productividad, pero la construcción está muy relegada respecto a los otros sectores, y es porque después de dos décadas las ramas de la arquitectura, ingeniería y construcción siguen aplicando el método tradicional y recién se está empezando con la implementación de estos nuevos sistemas.

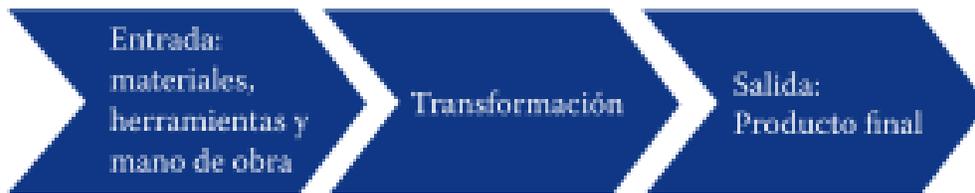
Pumasupa (2022) afirma que el sistema tradicional consiste en una planificación llevada a cabo por el gerente del proyecto que, con su amplia experiencia adquirida a lo largo de muchos años en obras, hace un cronograma muy detallado de todo el proyecto mediante técnicas conocidas como CPM, PERT, Ruta Crítica, etc. Que ayudan a optimizar costos, evitando tiempos de espera. Una vez terminada esta fase, se tiene un plan de todo lo que debería hacerse en obra, sin embargo, por razones como la variabilidad, al final de la obra lo que realmente se hizo es diferente a lo que se tenía planeado.

La planificación debería actualizarse y ajustarse cada semana ya que es normal que existan cambios de trabajos o actividades que han cambiado sus fechas de inicio y final. Pero si se la hace solo una vez, al inicio nos va a servir, pero en las fases finales esta planificación va a ser completamente inútil. “Existen administradores renuentes a prepararlos por falta de tiempo o porque creen que pueden manejar las situaciones a medida que se originan, llevando muchas veces al fracaso el proyecto” (Gutierrez, 2017, p.17)

2.4.1.1 Problemas del sistema tradicional

El principal error en el sistema tradicional está en su filosofía de gestión, según el autor Koskela (1999) es que esta metodología solo está pensada como la transformación de la materia prima a un producto final, no tiene en cuenta la optimización de procesos o equipos que intervienen en la fase de transformación. Porraz y otros (2014) lo muestran la figura 2.4

Figura 2.4 Transformación de la materia prima a un producto final



Fuente (Porraz y otros, 2014)

2.4.1.2 Trabajo en equipo

Según Koskela (1999) esta forma de planificar proyectos hace que todos los equipos de trabajo que estén interviniendo en la obra trabajen como un componente individual, cuando en realidad muchos de los implicados en realidad dependen unos de otros para realizar sus actividades.

2.4.1.3 Trabajo colaborativo

El trabajo colaborativo consiste en tomar decisiones que involucren a todos los equipos, de manera los expertos del área en ejecución puedan opinar, así como también los que van a intervenir en un futuro o los que tengan información que aporte en el proceso constructivo. En el sistema tradicional el jefe de la obra dicta las ordenes sin importar lo que piensen sus subcontratistas.

2.4.1.4 Desperdicios.

La metodología tradicional de gestión, no toma en consideración las mejores técnicas de optimización para realizar algunas actividades de transformación. Se generan desperdicios, inventarios excesivos, esperas innecesarias, mano de obra sin actividades, desperdicios, etc. Picchi (1993) en un estudio de la cantidad de material que se desperdicia

en diferentes actividades durante la realización de un edificio, el estimado en porcentaje que muestra es del 30%, un valor alarmante cuyo detalle se le observa en la figura 2.5.

Figura 2.5 Desperdicios en una obra

| Estimado de desperdicio en obras de edificaciones | | |
|--|--|------|
| Porcentaje del costo total de obra | | |
| Ítem | Descripción | % |
| Restos de material | Restos de mortero | 5% |
| | Restos de ladrillo | |
| | Restos de madera | |
| | Limpieza | |
| | Retirada de material | |
| Espesores adicionales de mortero | Tarrajeo de techos | 5% |
| | Tarrajeo de paredes internas | |
| | Tarrajeo de paredes externas | |
| | Contrapisos | |
| Dosificaciones no optimizadas | Concreto | 2% |
| | Mortero de tarrajeo de techos | |
| | Mortero de tarrajeo de paredes | |
| | Mortero de contrapisos | |
| | Mortero de revestimientos | |
| Reparaciones y re-trabajos no computados en el resto de materiales | Repintado | 2% |
| | Retoques | |
| | Corrección de otros servicios | |
| Proyectos no optimizados | Arquitectura | 6% |
| | Estructuras | |
| | Instalaciones sanitarias | |
| | Instalaciones eléctricas | |
| Pérdidas de productividad debidas a problemas de calidad | Parada y operaciones adicionales por falta de calidad de los materiales y servicios anteriores | 3.5% |
| Costos debidos a atrasos | Pérdidas financieras por atrasos de las obras y costos adicionales de administración, equipos y multas | 1.5% |
| Costos en obras entregadas | Reparo de patologías ocurridas después de la entrega de obra | 5% |
| Total | | 30% |

Fuente. (Porraz y otros, 2014)

2.4.1.5 Innovar

El método tradicional no involucra los avances tecnológicos en sus procesos, por ejemplo, maquinas que ayudan a reducir tiempos de ejecución o algunas que incluso pueden reemplazar la mano de obra para realizar algunas tareas. Otro avance son los programas informáticos para calcular cantidades, hacer diseños estructurales, manejar la contabilidad de la empresa o ayudar con la planificación.

Borja (2017) hace una comparación del tiempo que se demora en presentar propuestas entre el sistema tradicional vs el sistema BIM en diferentes fases de una obra. La primera fase es el diseño estructural, el segundo el cálculo de cantidades y finalmente el presupuesto.

En el sistema tradicional se usan programas tipo Excel y dibujos a mano, mientras que en el sistema BIM se utilizan softwares tipo Autocad y Revit que ayudan a diseñar más rápido, calcular cantidades y obtener presupuestos. El estudio llevado a cabo por Borja (2017) determinó que para una vivienda unifamiliar se puede reducir un 65% el tiempo para elaborar una propuesta si se utilizan los avances tecnológicos del sistema BIM.

Figura 2.6 Sistema tradicional vs BIM

| ETAPAS | | SISTEMA | |
|-----------------------|---------------|--------------------|-------------------|
| | | DISEÑO TRADICIONAL | DISEÑO METODO BIM |
| DISEÑO DE VIVIENDA | DÍAS | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | TOTAL PARCIAL | 7 | 3 |
| | PORCENTAJE | 100.00% | 42.86% |
| CALCULO DE CANTIDADES | DÍAS | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | TOTAL PARCIAL | 8 | 2 |
| | PORCENTAJE | 100.00% | 25.00% |
| PRESUPUESTO | DÍAS | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | TOTAL PARCIAL | 5 | 2 |
| | PORCENTAJE | 100.00% | 40.00% |
| TOTAL | SUMATORIA | 20 días | 7 días |
| | PORCENTAJE | 100.00% | 35.00% |

Fuente: Borja (2017).

2.4.2 Metodología BIM (Building Information Modeling)

El BIM es una propuesta de metodología que ayuda a mejorar la productividad de la construcción.

La *National BIM Standards* (2007) explica que

“Un Modelo de Información del Edificio (BIM), es una representación digital de las características físicas y funcionales de una instalación. Este modelo puede representar vistas – ya sea en forma gráfica, textual o tabular – del edificio desde el punto de vista de cualquier profesional: Arquitectos, ingenieros proyectistas, fabricantes, agentes financieros, contratistas generales, entre otros. Como tal, sirve como fuente de conocimiento compartido para obtener información sobre la instalación, formando

una base confiable para tomar decisiones a lo largo del ciclo de vida del edificio, desde su concepción hacia adelante” (p.21).

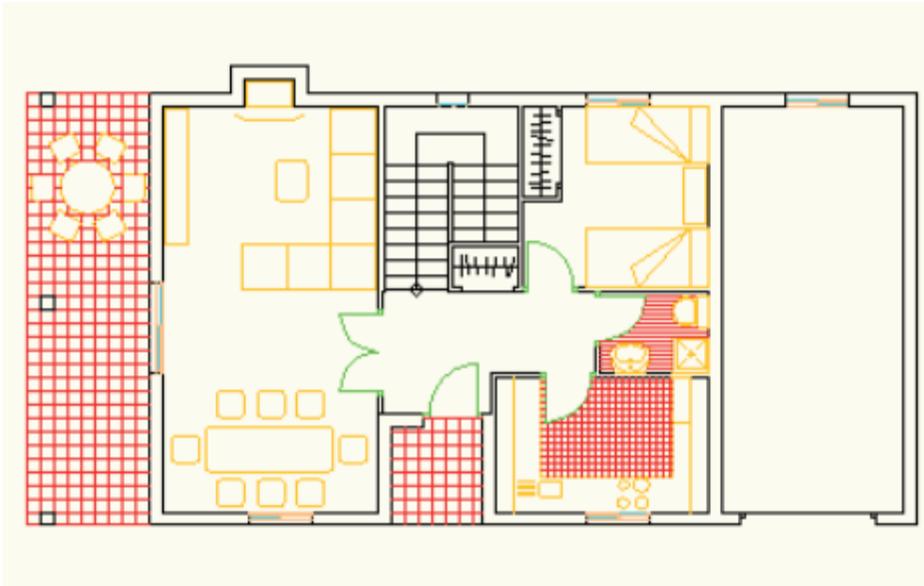
En base a esta definición, el método BIM aprovecha los programas informáticos especializados en construcciones y junto a una participación colaborativa de los equipos de subcontratistas, se puede llevar a cabo una planificación eficaz y productiva.

2.4.2.1 Programas informativos

Existe una gran cantidad de software que ayudan en las diferentes fases al modelo BIM, según Lesmes (2017) las dimensiones son 2D, 3D, 4D, 5D, 6D y 7D que se describen a continuación.

- 2D o Idea: Esta es la primera fase y aquí se utiliza un modelo en 2 dimensiones que sirve principalmente como referencia para el modelado en 3D. El software más utilizado es AutoCad

Figura 2.7 Plano realizado en Autocad

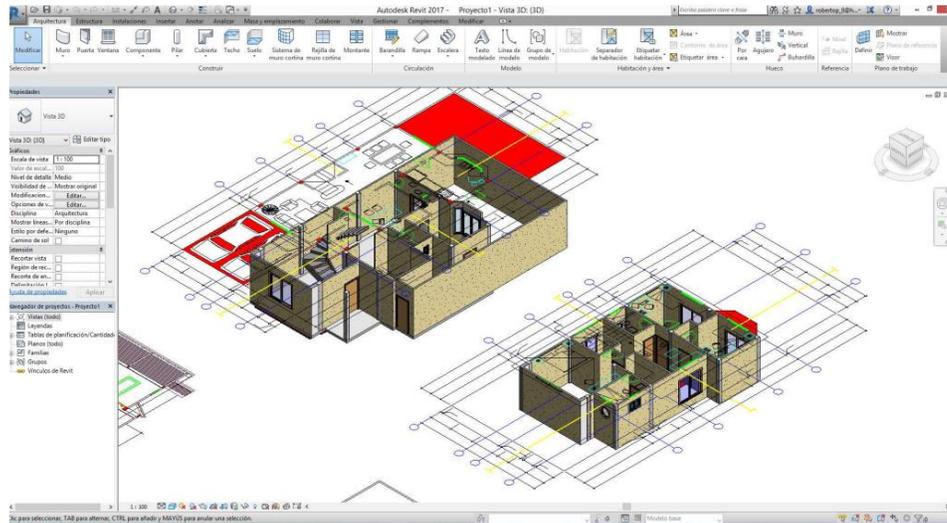


Fuente: (Borja, 2017)

- 3D o Modelling: Es la segunda fase y el software más utilizado es Revit de Autodesk, aquí se genera un modelo en 3 dimensiones donde se dibuja todo el proyecto siguiendo todos los detalles constructivos que se van a realizar en campo, por

ejemplo, resistencia del hormigón, diámetros de varillas, espesores de losas, materiales, acabados, etc. En esta fase, Revit también es capaz de cuantificar las cantidades de materiales.

Figura 2.8 Modelado 3D en Revit

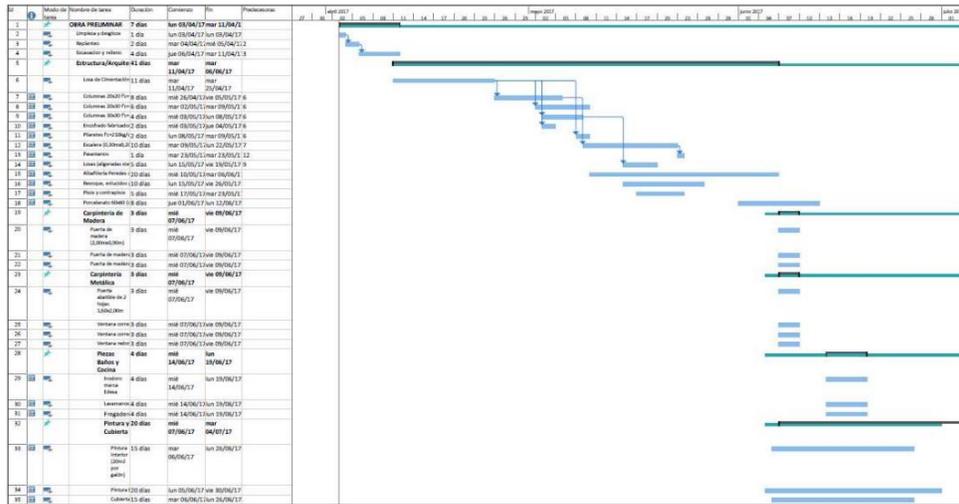


Fuente: (Borja, 2017)

- 4D o *Planning*: (Borja, 2017) explica que la cuarta dimensión de BIM es una herramienta para la gestión de la planificación. Los programas más utilizados son Synchro, Timeliner, Microsoft Project.

Para hacer esta simulación de tiempos es necesario definir las actividades, secuenciarlas, estimar la duración y rendimientos de los diferentes rubros.

Figura 2.9 Cronograma en Microsoft Project



Fuente: (Borja, 2017)

- 5D o Cost Control: La quinta dimensión ayuda al cálculo de los costos del proyecto. El programa más común es Presto Cost-It que es un paquete informático adicional para el programa Revit, también se lo puede realizar en Microsoft Excel.

Figura 2.10 Presupuesto realizado en Microsoft Excel

| PRESUPUESTO REFERENCIAL DE LA VIVIENDA | | | | | |
|--|--|----------------|----------|-----------------|--------------|
| Nº | RUBRO | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO | PRECIO TOTAL |
| Obras Preliminares | | | | | |
| 0.01 | Limpieza y desgloce | m ² | 170 | \$ 1.40 | \$ 238.00 |
| 0.02 | Replanteo | m ² | 100 | \$ 1.65 | \$ 165.00 |
| 0.03 | Excavación y relleno | m ³ | 110 | \$ 12.00 | \$ 1,320.00 |
| TOTAL | | | | | \$ 1,723.00 |
| Estructura/Arquitectonico | | | | | |
| 1.01 | Losas de Gimentación | m ³ | 79.00 | \$ 110.00 | \$ 8,690.00 |
| 1.02 | Columnas 20x20 f'c=210kg/cm ² , fy=4200kg/cm ² | m ³ | 1.60 | \$ 525.00 | \$ 840.00 |
| 1.03 | Columnas 20x30 f'c=210kg/cm2, fy=4200kg/cm2 | m ³ | 0.60 | \$ 525.00 | \$ 315.00 |
| 1.04 | Columnas 30x30 f'c=210kg/cm2, fy=4200kg/cm2 | m ³ | 0.20 | \$ 525.00 | \$ 105.00 |
| 1.05 | Encofrado fabricados en obra de madera | m ² | 48.25 | \$ 9.00 | \$ 434.25 |
| 1.06 | Pilares: f'c=210kg/cm2, fy=4200kg/cm2 | m ³ | 0.24 | \$ 30.00 | \$ 7.20 |
| 1.07 | Escalera (0,30mx0,20mx1,00m) | m ³ | 2.10 | \$ 532.00 | \$ 1,117.20 |
| 1.08 | Pasamanos | m | 4.40 | \$ 67.52 | \$ 297.09 |
| 1.09 | Losas (aligeradas steel deck) | m ³ | 65.20 | \$ 85.00 | \$ 5,542.00 |
| 1.1 | Albañilería Paredes de 10cm | m ³ | 189.50 | \$ 35.00 | \$ 6,632.50 |
| 1.11 | Revoque, enlucidos y revestimientos | m ³ | 394.15 | \$ 29.50 | \$ 11,627.43 |
| 1.12 | Pisos y contrapisos | m ³ | 32.54 | \$ 20.00 | \$ 650.80 |
| 1.13 | Porcelanato 60x60 (caja 1,44m ²) | m ² | 130.47 | \$ 60.00 | \$ 7,828.20 |
| TOTAL | | | | | \$ 44,086.66 |
| Carpintería de Madera | | | | | |
| 2.01 | Puerta de madera (2,00mx0,90m) | U | 1 | \$ 2,301.96 | \$ 2,301.96 |
| 2.02 | Puerta de madera (2,00mx0,80m) | U | 6 | \$ 147.36 | \$ 884.16 |
| 2.03 | Puerta de madera (2,00mx0,70m) | U | 3 | \$ 285.12 | \$ 855.36 |
| TOTAL | | | | | \$ 3,493.48 |
| Carpintería Metálica | | | | | |
| 3.01 | Puerta abatible de 2 hojas 1,60x2,00m | U | 2 | \$ 854.12 | \$ 1,708.24 |
| 3.02 | Ventana corredera de 2 hojas 1,60mx1,00m | U | 4 | \$ 521.12 | \$ 2,084.48 |
| 3.03 | Ventana corredera de 2 hojas 0,90mx1,20m | U | 2 | \$ 383.66 | \$ 767.32 |
| 3.04 | Ventana redonda diametro 1220mm | U | 1 | \$ 85.54 | \$ 85.54 |
| TOTAL | | | | | \$ 4,645.58 |
| Piezas Baños y Cocina | | | | | |
| 4.01 | Inodoro marca Edesa | U | 3 | \$ 65.58 | \$ 196.74 |
| 4.02 | Lavamanos marca Edesa | U | 3 | \$ 45.25 | \$ 135.75 |
| 4.03 | Fregadero marca Teka | U | 1 | \$ 320.20 | \$ 320.20 |
| TOTAL | | | | | \$ 652.69 |
| Pintura y Cubierta | | | | | |
| 5.01 | Pintura interior (20m ² por galón) | Gl | 6.42 | \$ 18.20 | \$ 116.84 |
| 5.02 | Pintura Exterior | m ² | 1.48 | \$ 23.50 | \$ 34.78 |
| 5.03 | Cubierta Teja Blanca Color Morca M2-20 (18U por m ²) | m ² | 87.45 | \$ 15.24 | \$ 1,332.74 |
| TOTAL | | | | | \$ 1,484.36 |
| TOTAL | | | | | \$ 54,059.68 |

Fuente: Borja (2017)

- **6D o *Sustanaibility***: La sexta dimensión tiene relación con la sustentabilidad, consumo energético de la obra, ventilación e iluminación. Ayudando a diseñar y controlar los rubros mencionados.
- **7D o *Facility Management Applications***: Es un programa que ayuda en todo lo relacionado con la logística, como pago a proveedores, contratación, pago a mano de obra, etc.

En el sistema BIM se puede simular prácticamente todo lo que interviene en la obra mediante algunos de los programas ya mencionados. Hay que recalcar que son programas que trabajan en base a los datos que introduce el administrador del proyecto, por lo que cualquier error arrojado por el programa, este es de responsabilidad de quien gestiona el programa.

2.4.2.2 Ventajas de la metodología BIM

Gosalves (2016) en su texto habla de las ventajas del uso de la metodología BIM durante las diferentes fases de un proyecto. Inicia con la planificación, donde sus ventajas están relacionadas con estudios de viabilidad, impacto estético de la obra en el medio, cálculo de volúmenes, tiempo estimado en duración, costos, equipos que van a intervenir en la construcción y métodos constructivos a usarse.

La siguiente fase que menciona Gosalves (2016) es la del diseño, donde las ventajas que presenta la metodología son facilitar la comunicación entre los subcontratistas, jefes de obra y clientes de manera que todos tengan información actualizada a la mano. Otro punto a favor es ayudar a la toma de decisiones tempranas ya que según la curva de MacLeamy ahorra costos cuando se toma decisiones en la fase de construcción, esto se debe a que se necesitará un menor esfuerzo para realizar correcciones de los trabajos defectuosos.

2.4.2.3 Curva de MacLeamy

La curva MacLeamy que se observa en la figura 2.11 muestra cuatro líneas desmostando algunos escenarios diferentes dependiendo de en qué etapa se tomen las decisiones.

La línea 1 demuestra que, si se detecta un error en las fases tempranas del proyecto, puede ser costoso corregirlo de forma inmediata, pero, en fase posteriores, las repercusiones van a ser de costos mínimos.

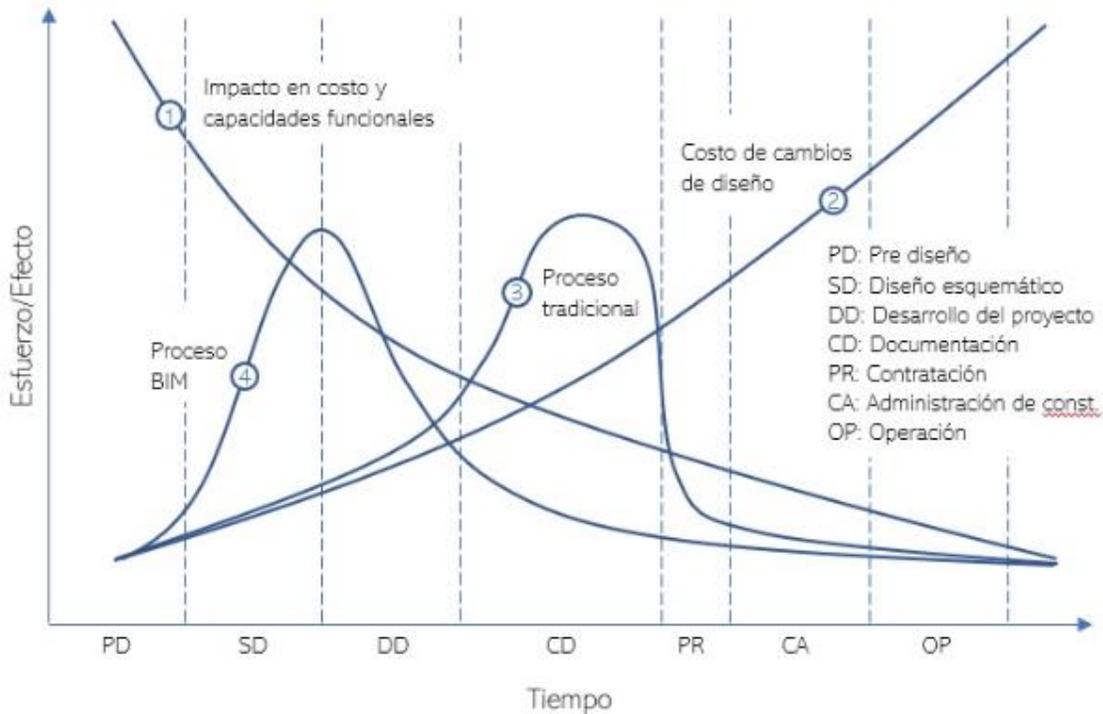
La línea 2 muestra que, si no se toman acciones correctivas en un inicio, los costos pueden elevarse considerablemente al intentar solucionar el problema en la parte final del proyecto

La línea 3 representa el sistema tradicional, donde las decisiones se toman en la fase de documentación y de contratación, esto implica que los errores son detectados en fases tardías del desarrollo del proyecto.

Finalmente, la línea 4 es la metodología BIM donde el apoyo de los programas informáticos ayuda a la detección de problemas durante las fases tempranas del diseño del proyecto, aquí es cuando se toman las decisiones y gracias a esto el proyecto termina siendo

menos costoso que con el sistema tradicional.

Figura 2.11 Curva de MacLeamy



Fuente: (Miller & co, 2018)

La siguiente fase es la ejecución de la obra, la aplicación del método BIM en esta etapa trae las siguientes ventajas:

Los programas informáticos usados para la planificación y control de la obra, ofrece la facilidad de revisar el proyecto de forma simple, se revisan todos los detalles constructivos como espesores o cantidades de acero, además se puede hacer un control de calidad o auditorias con mayor eficiencia. Y si hay un cambio, el programa en pocos segundos actualiza todos los valores que afectan a los costos, así como los volúmenes de materiales.

Lo último y no menos importante en esta fase, es la ventaja de poder visualizar el porcentaje de avance del proyecto, facilitándonos tener una idea en qué etapa estamos para poder planificar o anticiparnos a cualquier imprevisto.

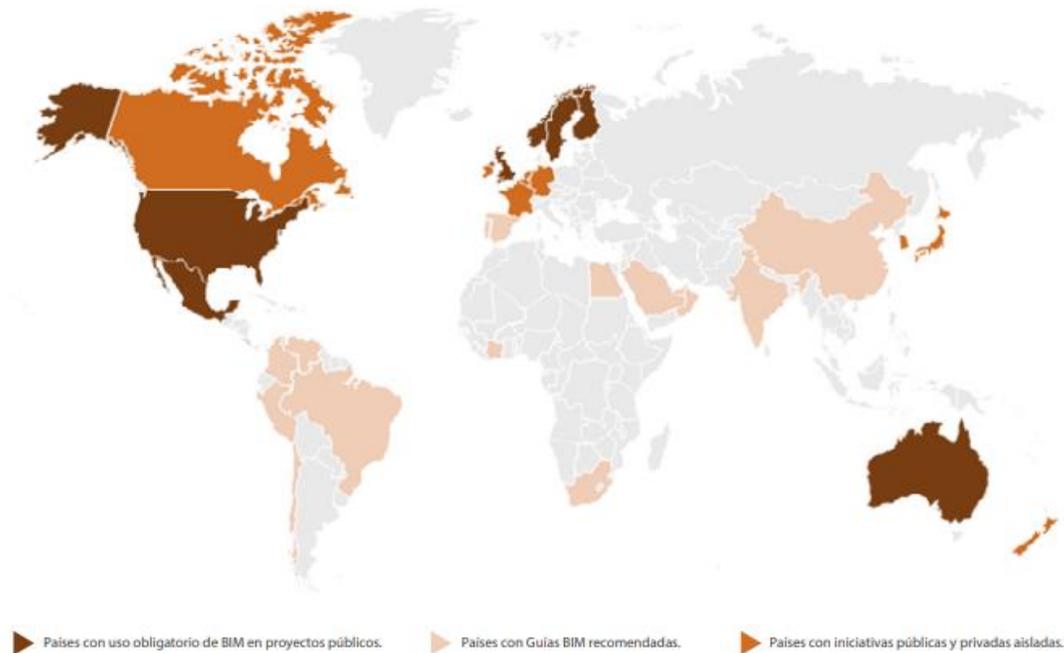
Finalmente, según Gosalves (2016) está la explotación, es decir, que cuando en la ejecución hay varios equipos de subcontratistas que están realizando sus actividades al mismo tiempo en el proyecto, la ventaja del BIM, es la facilidad para ofrecer documentos a

los diferentes frentes de trabajo, tener los planos digitalizados y cualquier contratista pueda revisar algún detalle sin la necesidad de consultar al ingeniero. En caso de haber algún cambio se actualiza el modelo a todos los que tengan el plano.

2.4.2.4 Difusión del BIM en el mundo

Sabiendo las ventajas del BIM varios gobiernos de países europeos han optado por implementar de forma progresiva esta metodología en la presentación, ejecución y posterior mantenimiento de proyectos públicos y privados, por otro lado, en países como Finlandia, Estados Unidos o Inglaterra ya es obligatoria la presentación de proyectos con la metodología BIM.

Figura 2.12 Uso de la metodología BIM para los procesos constructivos en diferentes países del mundo



Fuente: (Gosalves, 2016)

2.4.3 Last Planner System

Según los autores Pons y Rubio (2019) *Last Planner System* es un sistema de

planificación y control de la producción para el sector de la construcción, en los últimos años ha sido una herramienta clave, estableciendo un modelo estándar para una planificación colaborativa. Esta metodología funciona con tres fases

- Plan Maestro: Aquí se establecen hitos y se hace un cronograma de la duración total de la obra sin mayor detalle.
- Plan *Look Ahead*: Se realiza una planificación detallada para un periodo futuro entre dos y seis semanas adelante, y se analizan minuciosamente las tareas para el tiempo establecido.
- Plan Semanal: Son reuniones que se realizan una vez a la semana con todos los subcontratistas para revisar si se han podido cumplir los compromisos de la semana anterior y planificar las actividades a ejecutarse en la siguiente semana. En esta fase se obtienen dos indicadores importantes, el Porcentaje del Plan Cumplido (PPC) y las Razones de No Cumplimiento.

2.4.3.1 Últimos planificadores o Last Planners

Según Richert y Vargas (2022) los últimos planificadores son personas que están a cargo de los equipos de subcontratistas, estos equipos son diferentes dependiendo de la fase en la que se encuentre el proyecto, por ejemplo, si la obra se encuentra en la fase de diseño, los últimos planificadores serán los arquitectos e ingenieros y si está en la fase de ejecución, los últimos planificadores serán los jefes de obra, residentes o personas a cargo de cada equipo de subcontratistas.

También conocidos como *last planners*, son expertos en su área de trabajo, saben cómo se deben realizar las actividades, duración y condición de los trabajos. Ellos saben identificar correctamente las restricciones para garantizar el flujo de trabajo, también conocen a la perfección lo que está sucediendo en campo. Por esta razón es indispensable que todos los equipos estén presentes en las reuniones de planificación y seguimiento.

2.4.3.2 Aplicar Debe, Se puede, Se hará

Ballard (2000) afirma que en un proyecto con un modelo de gestión tradicional donde durante la ejecución los últimos planificadores se preguntan ¿Que se hará esta semana? Es respondida con un “lo que está en el cronograma” o “lo que se considere más urgente”. Esto

es señal de un problema de planificación ya que se presiona a los últimos planificadores a poder realizar sus tareas, sin embargo, no se tiene en cuenta que no se sabe lo que se puede hacer, es decir, hay tareas que tienen restricciones provocados por trabajos sin terminar, mala coordinación con la entrega de materiales. En resumen, el sistema tradicional no toma en cuenta el análisis de estas actividades que pueden provocar esperas las cuales darán lugar a retrasos.

Figura 2.13 Planificación tradicional vs planificación con LPS



Fuente: (Pons & Rubio, 2019)

Pons y Rubio (2019) explican en este fragmento la definición de cómo funciona la metodología LPS y está representado en la figura 2.13

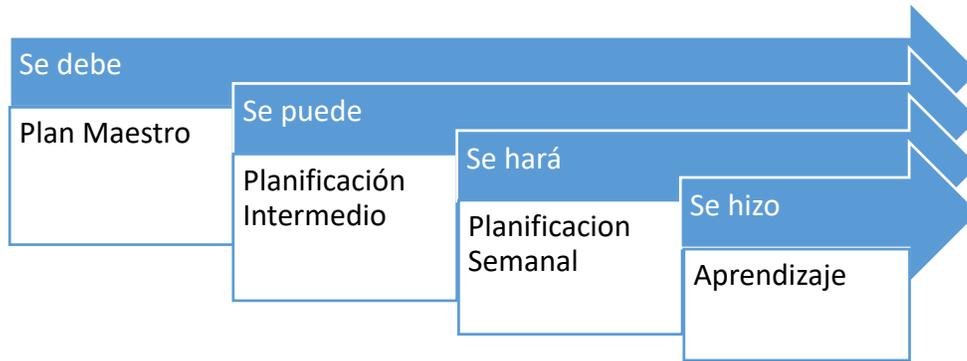
“LPS es un método de control de producción diseñado para integrar “lo que debería hacerse”, “lo que se puede hacer”, “lo que se hará” y “lo que se hizo realmente” de la planificación y asignación de tareas. Su objetivo es entregar flujo de trabajo fiable y aprendizaje rápido” (p.34).

2.4.3.3 Concepto Pull

Normalmente en el sistema tradicional se aplica el concepto “Push”, es decir se arma la planificación en orden, desde el inicio hasta el final, sin embargo, si se sigue este modelo es muy probable que haya problemas como falta de personal, falta de material, espacios con materiales, etc. Es por esta razón que LPS utiliza el concepto “Pull” que consiste en empezar a planificar desde el final hasta el inicio y cada actividad con su respectivo tiempo,

restricciones, rendimiento. De esta manera se puede empezar a identificar posibles restricciones.

Figura 2.14 Fases de LPS



Fuente: Elaboración propia

2.4.3.4 Plan Maestro

Según Alarcón y Pellicer (2011) el plan maestro es el primer paso para la aplicación de *Last Planner System*, en esta etapa se detalla lo que debería hacerse. Se planifican todas las tareas necesarias para llevar a cabo el proyecto, se establecen conexiones de tiempo y espacio entre las actividades de tal manera que se exista un flujo de trabajo.

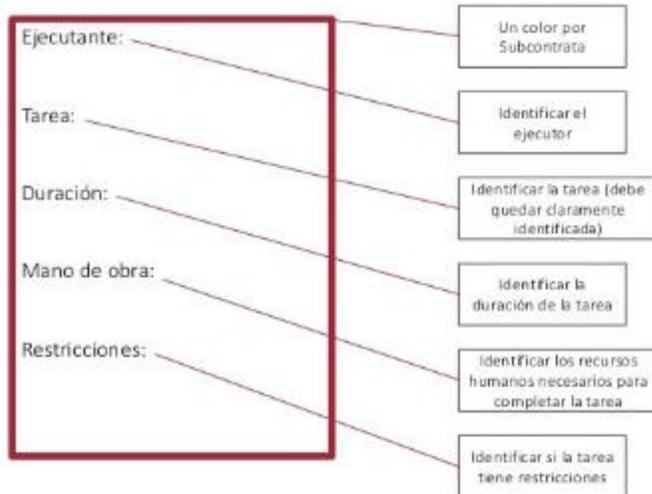
Alarcón y Pellicer (2011) dan importancia a la identificación de los responsables del cumplimiento de cada actividad, es decir, los últimos planificadores. Además, es importante tener en cuenta a los proveedores ya que de ellos también depende que se puedan o no realizar actividades.

Pons y Rubio (2019) mencionan que, para poder realizar el plan maestro es necesaria una Pull Session, esta es una reunión entre todos los últimos planificadores, la junta se lleva a cabo bajo el concepto Pull, es decir, planificando las actividades desde el final hasta el inicio del proyecto.

Pons y Rubio (2019) explican cómo se lleva a cabo esta reunión, el primer paso es definir un día para una reunión donde todos los últimos planificadores deben estar

convocados, una vez llegue el día y todos estén presentes se inicia la sesión. Cada subcontratista o ultimo planificador elige un color de un Post-it y lo llena con la información de la actividad que realizará a futuro, como se muestra en la figura 2.15.

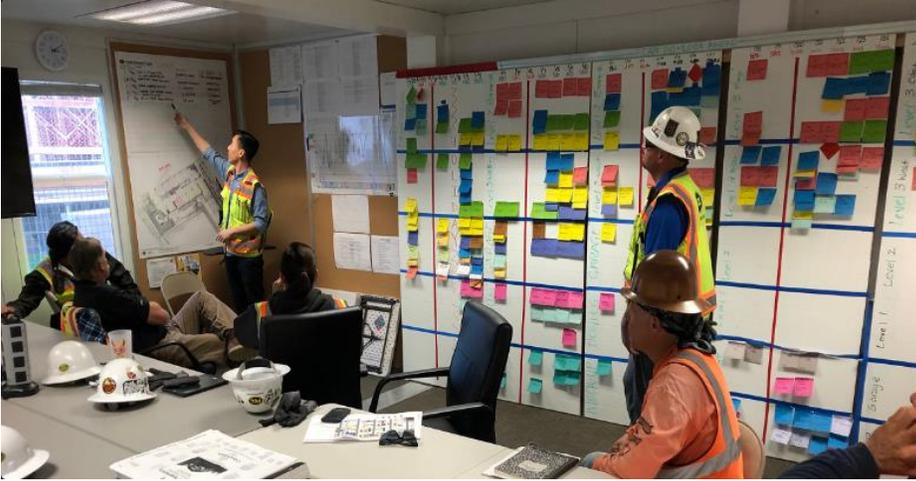
Figura 2.15 Formato post it. Se muestra la información que debe estar descrita en las hojas adhesivas



Fuente: (Pons J. , 2014)

Una vez todos los presentes tengan listos sus Post-it se inicia colocándolos en secuencia del final hasta el inicio, sobre una pared o una pizarra como se muestra en la figura 2.16. Una vez este trabajo haya terminado se pasa a digital para que todos los subcontratistas tengan esta información a mano.

Figura 2.16 Equipos de subcontratistas reunidos preparando la planificación, a la derecha se observa el plan maestro armado con papeles adhesivos



Fuente: (Choccata, 2021)

2.4.3.5 Look Ahead ó Plan Intermedio

Andrade y Arrieta (2011) en su artículo afirma que la planificación intermedia es donde se define lo que se puede hacer. Es un recorte del plan maestro que normalmente se lo prepara para un periodo de tiempo entre 4 y 6 semanas, el objetivo de este recorte es poder hacer un análisis muy minucioso de las restricciones de todas las actividades que se vayan a ejecutar en ese tiempo.

Los beneficios de una identificación correcta de las restricciones es poder ejecutar las actividades sin demoras y tener un inventario de trabajo ejecutable.

Existen varias plantillas que pueden servir como base para empezar a hacer un análisis de las restricciones, Koskela (1999) y Ballard (2000) recomiendan específicamente algunos campos para ser revisados, Cueva (2017) toma en cuenta estas recomendaciones y crea la plantilla que será utilizada en este trabajo.

obra o el administrador del proyecto.

- Crear un reglamento de comportamiento y actitud.

Las reuniones semanales deben cumplir con estos objetivos propuestos por (Pons & Rubio, 2019).

- Se inicia con la revisión de las actividades que se han podido realizar para obtener el Porcentaje de Plan Cumplido (PPC) y en caso que no se hayan realizado es necesario analizar las razones de no cumplimiento (RNC).
- Se analizan las RNC para corregir las acciones.
- Actualizar la lista de restricciones.
- Se actualiza en *Look Ahead* y el plan maestro, añadiendo las actividades que no se han podido cumplir.
- Los últimos planificadores generan compromisos de las tareas que se van a realizar durante esa semana.
- Revisión de datos generales como plazos, seguridad, información de proveedores, etc.

2.4.3.7 Porcentaje de Plan Cumplido (PPC)

Álvarez (2019) explica que este indicador se lo mide todas las semanas en las reuniones, este porcentaje representa el nivel de cumplimiento de las tareas que se han podido completar respecto a las tareas que se planificaron. Este no es un medidor de avance, sino mide la capacidad de los últimos planificadores en poder realizar las actividades comprometidas al inicio de semana.

Figura 2.18 Ecuación Porcentaje de Plan Cumplido

$$PPC (\%) = \frac{\# \text{ DE TAREAS CUMPLIDAS}}{\# \text{ DE TAREAS COMPROMETIDAS}} \times 100$$

Fuente: (Alvarez, 2019)

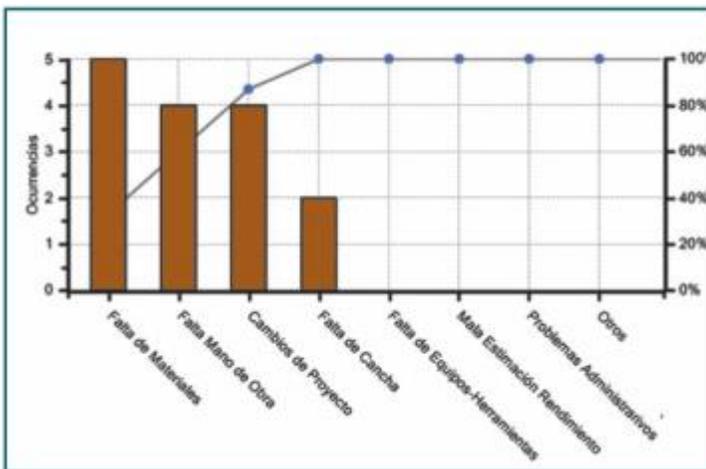
2.4.3.8 Causas de No Cumplimiento

Álvarez (2019) expone que una vez haya terminado el análisis del Porcentaje de Plan

Cumplido se procede a identificar las causas por las que no se pudo cumplir con las actividades comprometidas.

Alarcon y Pellicer (2011) aseguran que deben solucionarse los problemas de raíz ya que estos afectan de forma negativa a la confiabilidad de la planificación, es por esto que a estas causas las clasifican con la intención de ser más fáciles de identificar y solucionar, las más recurrentes son la falta de materiales, falta de mano de obra, falta de coordinación y otras.

Figura 2.19 Representación gráfica de las causas de no cumplimiento.



Fuente (Alaracon & Pellicer, 2011)

2.4.3.9 Factores que dificultan implementación de LPS en un proyecto

Según Pons y Rubio (2019) cuando se quiere implementar la metodología *Last Planner System* aparecen problemas que son los que generalmente hace que este sistema termine siendo desechado por las empresas. Algunos de estos problemas se muestran a continuación:

- La razón más común es la falta de liderazgo, aquí los gerentes del proyecto no se comprometen al cambio y no le dan la importancia a la nueva metodología
- Los profesionales que son de edad avanzada y con mucha experiencia se niegan al cambio.
- Los encargados en la implementación de LPS no conocen cómo funciona exactamente el programa, por lo que se ejecuta de manera errónea, no funciona y no

cumple con las expectativas.

- Falta de trabajo colaborativo, los equipos de subcontratistas no se ponen de acuerdo o faltan a las reuniones

2.4.3.10 Beneficios LPS

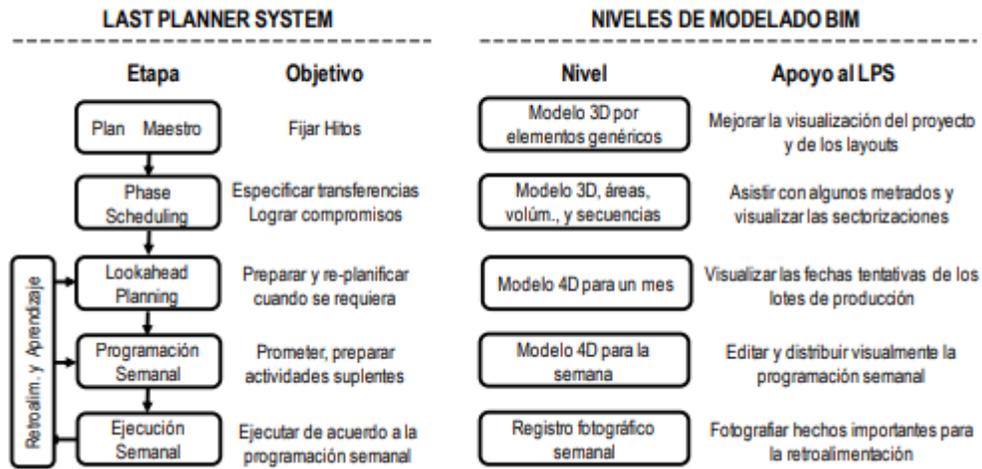
Last Planner System tiene muchos beneficios, es por esta razón que en varios lugares del mundo se está aplicando esta metodología. Pons y Rubio (2019) mencionan los beneficios.

- Reducción de costos.
- Cumplir con plazos de entrega
- Mejora continua
- Mayor colaboración entre los equipos
- Disminuir la incertidumbre
- Mejora la calidad, productividad y seguridad

2.4.3.11 Sinergia BIM y LPS

Orihuela y otros (2015) en su artículo hacen una revisión del apoyo que puede generar el BIM a *Last Planner System* en cada una de sus fases. La metodología BIM aporta la tecnología, es decir, ayuda con la facilidad para revisar planos, ayuda con los volúmenes de obra, presupuestos, creación de cronogramas, etc. En la figura 2.20 se puede ver como cada nivel del BIM ayuda de alguna manera al LPS

Figura 2.20 Aporte de BIM a LPS



Nota. En la izquierda se definen los detalles de las etapas de Last Planner System y a la derecha cómo aporta BIM a cada fase. Fuente:(Orihuela y otros, 2015)

3 Metodología

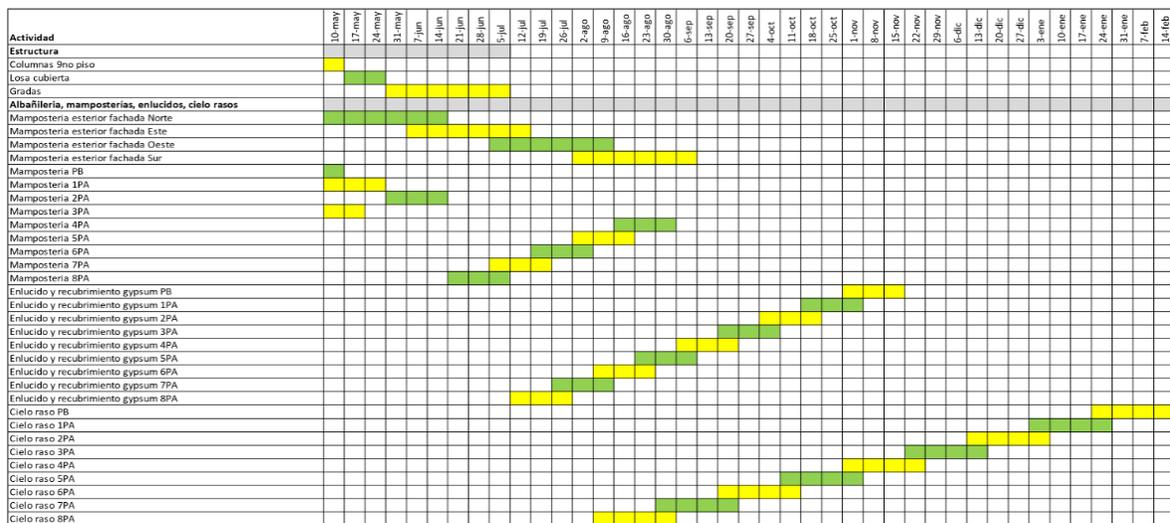
Para la aplicar las mejoras en la metodología *Last Planner System* en Torres del Bosque, se inició con dos reuniones de aprendizaje para ver cómo la persona que estaba a cargo de LPS dirigía las reuniones y armaba los planes semanales. Durante estas dos semanas el autor de este trabajo además se hizo cargo de desarrollar reuniones para analizar las mejoras, hacer plan maestro y el *look ahead*.

Cumplido el periodo de aprendizaje el autor de este trabajo inició a dirigir las reuniones y ser el encargado de armar los planes semanales en colaboración con los subcontratistas.

3.1 Estado del proyecto

El proyecto Torres del Bosque desarrollaba su cronograma en base a una planificación tradicional, llevada a cabo por el gerente general de la empresa constructora RFV. En la tabla 2.1 se puede ver un fragmento de aquel cronograma.

Tabla 3.1 Cronograma inicialmente utilizado en Torres del Bosque



Fuente: (Carrasco y otros, 2022)

Ahora que conocemos todos los problemas que conlleva seguir la planificación tradicional, se decide en ese entonces cambiar al sistema de planificación *Last Planner*

System bajo la dirección de David Cuesta y Juan Manuel Molina en el año 2021, ellos se encuentran con el proyecto Torres del Bosque en una fase inicial de ejecución.

Los autores Cuesta y Molina (2021) inician la aplicación de esta metodología en el proyecto Torres del Bosque desde cero. Los primeros pasos cuando se quiere implementar cualquier sistema de planificación en una obra civil son generalmente muy complicados, esto se debe a los recursos económicos que se deben destinar, capacitación de personal, etc.

Cuesta y Molina (2021) durante los meses que duró la realización de su tesis lograron una satisfactoria implementación. Ellos capacitaron a todos los subcontratistas para que entiendan cuál es el propósito de cada una de las fases y les enseñaron los conocimientos básicos para poder entender la metodología y llevar a cabo las reuniones.

En resumen, lo que logran Cuesta y Molina (2021) es:

- Elaborar un plan maestro desde que ellos inician la planificación hasta el final del proyecto.
- Que los subcontratistas entiendan qué son las restricciones y ayuden a solventarlas.
- Desarrollar reuniones semanales con un buen porcentaje de asistencia de subcontratistas.
- Que los subcontratistas se comprometan a cumplir sus tareas.

3.2 Reuniones de aprendizaje

Para empezar a asistir a las reuniones semanales, el autor de este trabajo debía tener el conocimiento de cómo funcionan las sesiones, quién es la persona que dirige, cuáles son los equipos de subcontratistas que están trabajando en el proyecto. Por lo que era necesario estudiar y saber todos los pormenores de la metodología ya aplicada en el proyecto Torres del Bosque.

El primer paso para aprender fue presentarse en dos reuniones semanales en las que el autor asistió de manera completa y presencial, el objetivo era aprender a dirigir una reunión con todos los subcontratistas, ver cómo el encargado de la planificación utilizaba las plantillas de Excel, recolectaba, clasificaba los datos y analizar cómo se llevaba a cabo la reunión de tal manera que se revisen todas las actividades y se prepare la planificación.

Durante este periodo de aprendizaje de dos semanas era importante conocer personalmente y estar al tanto de qué papel desempeñan en su empresa cada uno de los líderes de los equipos de subcontratistas de los diferentes frentes de trabajo, también era importante conseguir sus números de teléfono, toda esta información es fundamental cuando se aplica LPS debido a que la comunicación entre los participantes es la base de la metodología.

Tabla 3.2 Información de Subcontratistas

| DATOS DE LOS ÚLTIMOS PLANIFICADORES | | | |
|-------------------------------------|---------------------------------|-------------------|-----------|
| Empresa | Equipo responsable | Cargo | Celular |
| Subcontratista 6 | Diseño arquitectónico | Supervisora | 995169598 |
| Subcontratista 5 | Administrativo RFV | Residente de obra | 984090309 |
| Subcontratista 6 | Diseño arquitectónico | Gerente | 999816043 |
| Subcontratista 6 | Diseño arquitectónico | Supervisor | 987229986 |
| Subcontratista 2 | Mampostería | Gerente | 980154612 |
| Subcontratista 4 | Hidrosanitaria | Gerente | 996516159 |
| Subcontratista 5 | Administrativo RFV | Gerente | 998268731 |
| Subcontratista 3 | Muebles | Administrativo | 983548528 |
| Subcontratista 8 | Ventanas | Gerente | 989940931 |
| Subcontratista 7 | Puertas | Gerente | 998090028 |
| Subcontratista 1 | Instalaciones eléctricas | Gerente | 999524856 |
| Tesis LPS-Daniel Bravo | Planificación y control de obra | Administrativo | 987165409 |

Fuente: Elaboración propia

3.2.1 Sala de reuniones

Un departamento de la segunda planta que estaba con todos sus acabados prácticamente listos, era un lugar cómodo y fue definido como el espacio para que se desarrollen las reuniones, aquí las reuniones se realizaban los días jueves a las 11:10 de la mañana.

3.2.2 Desarrollo de reunión semanal

Cuando todos los equipos estaban presentes, se iniciaba la reunión bajo la dirección de la persona que esté como encargada del planificador, en caso que falte, la reunión es dirigida por el residente o el gerente de la obra.

En la primera semana debido a problemas personales, quien dirigía las reuniones desde hace algunos meses, tuvo que separarse del proyecto. Por esta razón el residente de

obra es quien se hizo cargo de llevar a cabo las juntas, mientras el autor de este trabajo veía y aprendía cómo se ejecutaban estas juntas semanales.

En primer lugar, se verificaba que estén todos los subcontratistas en la reunión, el siguiente paso es ir verificando con cada uno de los participantes los siguientes ítems y en el mismo orden.

1. Se revisa si se han podido cumplir las actividades que se comprometieron para esa semana.
2. El siguiente paso es revisar las causas de no cumplimiento, es decir, en el caso que no se haya podido realizar una actividad comprometida, es necesario preguntar por qué no se ha podido cumplir. Paso fundamental para el funcionamiento de LPS para poder aplicar un proceso de mejora continua.
3. Después, en base al plan maestro que ya fue realizado algunos meses atrás, se revisan las actividades que se pueden comprometer los sub contratistas para realizar durante esa semana, para esto es necesario un análisis detallado de las restricciones de manera que se pueda realizar sin contratiempos.

Estos tres pasos se van repitiendo con cada uno de los subcontratistas mientras el resto está escuchando y aportando con ideas a partir de su experiencia y experticia.

Es necesario que todos los equipos estén presentes ya que podría darse el caso que para poder ejecutar un rubro sea indispensable que otro equipo deba concluir primero otra actividad, por ejemplo, para que el equipo de Mobiliario instale los muebles en un departamento, es necesario que el equipo de RFV primero tenga que terminar de colocar el porcelanato.

Al final de la primera reunión se comentó a todos los subcontratistas que asistan a la realización de un nuevo plan maestro que se realizaría en los próximos días, donde se haría una visita a toda la obra para observar cuales eran los detalles pendientes y ver cuáles serían las nuevas tareas a realizarse durante los próximos dos meses.

La importancia de estar presentes varios equipos en esta fase del proyecto es que se ahí se logre el trabajo colaborativo y multidisciplinario, donde los subcontratistas exponen sus

ideas, desde su experticia. En caso de haber algún problema o la necesidad definir un detalle constructivo, ahí es donde todos aportan y se logra un proceso constructivo más eficiente.

3.2.3 Analizar posibles mejoras

Durante la primera semana se coordinó una reunión con David Cuesta quien fue el autor de la tesis anterior y conocía cómo funciona la metodología, también estuvo presente el gerente general del proyecto, Ingeniero Vladimir Carrasco. Se realizó la reunión de forma presencial en el departamento donde se tienen todas las semanas reuniones, el objetivo fue analizar el funcionamiento de la metodología *Last Planner System* y buscar cuáles son los pasos en los que el proceso planificación estaba teniendo problemas y dónde se podría mejorar.

Después de aproximadamente una hora de conversar sobre las posibles mejoras, estas fueron las mencionadas:

- El autor de este trabajo participará de una reunión los días martes con el ingeniero Vladimir Carrasco y el arquitecto Israel Abad, para hacer llamadas telefónicas a los equipos de subcontratistas, con el fin de recordarles a los equipos sus actividades programadas para la semana y preguntar el estado de los compromisos adquiridos.
- Hacer reuniones virtuales mediante el programa zoom con los subcontratistas que por alguna razón no puedan asistir presencialmente a la reunión, sin embargo, esta idea no se incluyó a la lista de mejoras.
- Hacer cambios a la plantilla de Excel con el objetivo de facilitar la recolección de datos y facilitar el procesamiento de información que se desarrolla después de las sesiones.

Finalmente fueron dos las propuestas de mejora que se aplicaron en la metodología, la primera es la de realizar una reunión extra los días martes y la de hacer cambios en la hoja de Excel. Estos cambios facilitarían un control oportuno de los avances y un mejor registro de datos.

3.2.4 Segunda reunión semanal

La segunda reunión semanal se realizó con total normalidad y con una asistencia del 100% de participantes, en el departamento ya definido y siguiendo los pasos anteriormente

mencionados. Todavía no se aplicaban las mejoras conversadas la semana anterior. Estas dos semanas permitieron al autor familiarizarse con las actividades que propone la metodología y encargarse posteriormente de dirigir de las reuniones.

3.3 Aplicación de la metodología Last Planner System y sus mejoras

3.3.1 Plan maestro

El día 17 de junio de 2022 desde las 8 de la mañana del día viernes se tenía prevista una reunión con todos los equipos de subcontratistas que intervendrían en la fase final del proyecto Torres del Bosque con el objetivo de realizar en conjunto una planificación colaborativa para realizar un nuevo plan maestro, debido a que el anterior estaba desactualizado y ya no servía como guía para la planificación.

Para empezar a realizar el plan maestro, se inició un recorrido con todos los subcontratistas por el edificio, iniciando en la octava planta, bajando piso por piso y entrando en todos los departamentos que estaban en construcción, hasta llegar a la planta baja. Se iba conversando con cada equipo para que anoten y definan todos los rubros que no se habían realizado hasta la fecha.

Una vez que se terminó el recorrido por el proyecto, se reunió a todo el equipo en el departamento donde se realizan las reuniones semanales para empezar a hacer el nuevo plan maestro.

Los líderes de los diferentes equipos de subcontratistas ya habían hecho esta actividad con anterioridad, todos sabían lo que debían hacer y tenían una idea de cómo funcionaba la metodología, por eso, no fue necesaria ninguna capacitación y en seguida se pudo iniciar sin contratiempos la planificación.

El primer paso es que cada representante de un equipo escriba un papel adhesivo de un color definido para cada subcontratista, tres datos importantes debían estar detallados en cada papel, el primero es el rubro o actividad que se va a realizar, otro dato importante es el tiempo en el que se va a realizar la acción en días, y finalmente una lista de las restricciones para que se pueda realizar la actividad.

Figura 3.1 Recorrido de todos los últimos planificadores por la obra.



Fuente: Elaboración propia

Los equipos demoraron aproximadamente 20 minutos en tener todas sus actividades listas para ir organizando los rubros sobre la pared y al finalizar este paso la persona encargada de la planificación del proyecto pueda armar digitalmente el plan maestro.

Para ir ordenando las hojas adhesivas con los rubros en la pared, se inicia siempre desde el final, hacia atrás, por lo que el primer paso fue pegar un papel que señalaba el final de la obra y se empezó con las actividades que serían las últimas en realizarse, el siguiente paso es ver las acciones que preceden a estas, sin embargo, podría darse el caso que los rubros predecesores se superpongan, en este caso sería necesario analizar sus relaciones, plazos y dependencias de cada una para posteriormente poder programarlas en el cronograma y las dos puedan realizarse sin contratiempos y libres de restricciones.

Se hace este proceso repetidamente hasta que todos los subcontratistas han presentado todas sus actividades. Una vez esté armada toda la planificación en la pared, los equipos de subcontratistas revisan todas las tareas estén con las restricciones correctamente identificadas y con los plazos adecuados.

Para finalizar, se hace una revisión en conjunto de toda la planificación, asegurándonos de que las superposiciones estén bien organizadas y que haya una correcta secuencia de actividades.

Al finalizar se pasa a digital para que sea de fácil acceso y se pueda usar como guía para la siguiente fase que es *look ahead* o planificación intermedia.

Figura 3.2 Armado del plan maestro.



Fuente: Elaboración propia

Nota. Todos los subcontratistas presentes en la sala de reuniones y a la izquierda se observan los papeles tipo *post it* con la planificación maestra.

Figura 3.3 Plan Maestro

| Descripción Tarea | Equipo Responsable | Semana 1 | Semana 2 | Semana 3 | Semana 4 | Semana 5 | Semana 6 | Semana 7 | Semana 8 |
|--|--------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Instalacion de ductos | Subcontratista 1 | | | | | | | | |
| Empastar lavanderías de los 01 | Subcontratista 2 | | | | | | | | |
| Acometida y subterrar cables | Subcontratista 1 | | | | | | | | |
| Colocar cielo raso bajo dormitorio 801 | Subcontratista 2 | | | | | | | | |
| Pintado hasta planta 1,2,3 | Subcontratista 2 | | | | | | | | |
| Baños departamentos 07 | Subcontratista 3 | | | | | | | | |
| Produccion departamento 702 | Subcontratista 3 | | | | | | | | |
| Planta 1 y 2 rociadores y gabinetes contra incendios | Subcontratista 4 | | | | | | | | |
| Termotanques | Subcontratista 4 | | | | | | | | |
| Revisar paneles solares | Subcontratista 4 | | | | | | | | |
| Instalacion de zócalos | Subcontratista 3 | | | | | | | | |
| Muros de cerramiento | Subcontratista 5 | | | | | | | | |
| Instalar porcelanato para colocar zocalos | Subcontratista 5 | | | | | | | | |
| Diseño mobiliario 001 002 | Subcontratista 6 | | | | | | | | |
| Revisión de departamentos listos para vender | Subcontratista 6 | | | | | | | | |
| Propiedad horizontal | Subcontratista 6 | | | | | | | | |
| Entregar cronograma puertas | Subcontratista 7 | | | | | | | | |
| Instalar perfil metálico | Subcontratista 8 | | | | | | | | |
| Medir ventanas | Subcontratista 8 | | | | | | | | |
| Produccion de planta 7, 8 y area común | Subcontratista 8 | | | | | | | | |
| Tender matrices y acometidas a los departamentos | Subcontratista 1 | | | | | | | | |
| Hacer prueba de color en subsuelos | Subcontratista 2 | | | | | | | | |
| Mano de pintura 601 y 501 | Subcontratista 2 | | | | | | | | |
| Mobiliario 603, 503, 403, 303 | Subcontratista 3 | | | | | | | | |
| Enviar a produccion 001 y 002 | Subcontratista 3 | | | | | | | | |
| Conexión bajantes de agua lluvia | Subcontratista 4 | | | | | | | | |
| Porcelanato pasillos 3, 4, 5 | Subcontratista 5 | | | | | | | | |
| Conexión bajantes desagues | Subcontratista 4 | | | | | | | | |
| Ascensor | Subcontratista 5 | | | | | | | | |
| Tramite de propiedad horizontal | Subcontratista 6 | | | | | | | | |
| Colocar fibrocemento en gradas de emergencia | Subcontratista 2 | | | | | | | | |
| Levantar paredes de area común y lobby | Subcontratista 2 | | | | | | | | |
| Red de incendios 001 y area comunal | Subcontratista 4 | | | | | | | | |
| Diseños area comunal, muebles e iluminación | Subcontratista 6 | | | | | | | | |
| Coordinar seguridad y control de accesos | Subcontratista 9 | | | | | | | | |
| Llega a la obra hierro planta 8 | Subcontratista 8 | | | | | | | | |
| Cableado | Subcontratista 1 | | | | | | | | |
| Llega transformador al proyecto | Subcontratista 2 | | | | | | | | |
| Enlucido area común 001 y lobby | Subcontratista 2 | | | | | | | | |
| Pruebas de color para gradas de emergencia | Subcontratista 2 | | | | | | | | |
| Rociadores planta baja | Subcontratista 4 | | | | | | | | |
| Red de incendios 002 | Subcontratista 4 | | | | | | | | |
| Entrega chapas de puertas | Subcontratista 5 | | | | | | | | |
| Pergola 701 | Subcontratista 5 | | | | | | | | |
| Instalar puertas principales en departamentos | Subcontratista 7 | | | | | | | | |
| Instalar domótica | Subcontratista 9 | | | | | | | | |
| Instalar hierros planta 8 | Subcontratista 8 | | | | | | | | |
| Conexiones electricas sala comunal | Subcontratista 1 | | | | | | | | |
| Llega a obra generador | Subcontratista 1 | | | | | | | | |
| Asegurado de planchas de fibrocemento | Subcontratista 2 | | | | | | | | |
| Gypsum lobby | Subcontratista 2 | | | | | | | | |
| Instalar zócalo | Subcontratista 3 | | | | | | | | |
| Porcelanato pasillo 2 | Subcontratista 5 | | | | | | | | |
| Movimiento de tierras en jardines | Subcontratista 5 | | | | | | | | |
| Muro de cerramiento | Subcontratista 5 | | | | | | | | |
| Planos electricos sala comunal | Subcontratista 1 | | | | | | | | |
| Colocar transformador en base | Subcontratista 1 | | | | | | | | |
| Trazar obra civil para vereda | Subcontratista 1 | | | | | | | | |
| Mano final de pintrura en departamentos | Subcontratista 2 | | | | | | | | |
| Matrices desde medidores | Subcontratista 4 | | | | | | | | |
| Porcelanato pasillo 1 | Subcontratista 5 | | | | | | | | |
| Completar losa subsuelo 2 | Subcontratista 5 | | | | | | | | |
| Instalar hierros planta 7 | Subcontratista 8 | | | | | | | | |
| Colocar cerramiento lateral | Subcontratista 5 | | | | | | | | |
| Acometida | Subcontratista 1 | | | | | | | | |
| Fabricar bodega de los sótanos | Subcontratista 2 | | | | | | | | |
| Colocar fibrocemento en lobby y cubierta | Subcontratista 2 | | | | | | | | |
| Terminado entrada de ascensores | Subcontratista 2 | | | | | | | | |
| 804 y 103 llegan a obra | Subcontratista 3 | | | | | | | | |
| Colocar piezas sanitarias | Subcontratista 4 | | | | | | | | |
| Matriz de agua fría | Subcontratista 4 | | | | | | | | |
| Completar losa subsuelo 1 | Subcontratista 5 | | | | | | | | |
| Diseñar mural de entrada al lobby | Subcontratista 6 | | | | | | | | |
| Instalar transformador | Subcontratista 1 | | | | | | | | |
| Instalar generador | Subcontratista 1 | | | | | | | | |
| Pintar fibrocemento en gradas de emergencia | Subcontratista 2 | | | | | | | | |
| Llega 105 503 y 203 | Subcontratista 3 | | | | | | | | |
| Instalar extractores | Subcontratista 3 | | | | | | | | |
| Medidores de agua caliente y gas | Subcontratista 4 | | | | | | | | |
| Inicia produccion de ventanales frontales | Subcontratista 8 | | | | | | | | |
| Instalar domótica | Subcontratista 9 | | | | | | | | |
| Instalar puertas principales en departamentos | Subcontratista 7 | | | | | | | | |

Fuente: Elaboración propia

3.3.2 Planificación intermedia o *Look ahead*

Como ya se revisó en capítulos anteriores, la planificación intermedia consiste en hacer un análisis detallado del plan maestro ya realizado anteriormente, se pone énfasis en las restricciones durante esta etapa de la planificación. Las restricciones deben ser analizadas de forma minuciosa para no olvidarnos de enlistarles con el propósito que sean liberadas a tiempo y así se eviten los retrasos.

El primer paso, es hacer un recorte de las primeras 4 semanas en las que se aplicará la metodología, y se hace un zoom a ese periodo con el objetivo de revisar las restricciones que se definieron en el plan maestro, y encontrar nuevas restricciones, para poder anticiparnos a cualquier eventualidad.

El segundo paso es conocer los métodos de construcción a utilizarse, verificar que todas las actividades cumplan con el ritmo necesario para poder cumplir los plazos establecido en el plan maestro, además de asegurarnos que haya una secuencia de trabajo correcta para evitar los tiempos de espera, es por esto que, en esta etapa deben estar presentes los equipos y se pueda desarrollar el trabajo de forma colaborativa.

Las restricciones serian aquellos factores que hagan que se puedan o no realizar las actividades. Es decir, influyen directamente en el porcentaje de plan completado.

Figura 3.5 Plan *Look Ahead* semana 5-8

| Descripción Tarea | Semana 5 | | | | | | | Semana 6 | | | | | | | Semana 7 | | | | | | | Semana 8 | | | | | | | Procesos | | | | | |
|--|----------|---|---|---|---|---|---|----------|---|---|---|---|---|---|----------|---|---|---|---|---|---|----------|---|---|---|---|---|---|----------|---|---|--|--|--|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 1 | 2 | 3 | | | |
| Colado | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Conexión eléctrica a terminal | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Llevar obra al reactor | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Comenzar trabajos en el estado de emergencia | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Primer subviento | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Abrir gabinetes de plomo de funcionamiento | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Operar lobby | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Llegar mobiliario BQ, BQ, BQ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Instalación de AEDs | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Primer BQ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Asesorar | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Revisión de plano 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Movimiento de tierra en jardines | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Muro de cerramiento | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Primer trabajo de carpintería | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Instalar hierro para B | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cortar listón formado en base | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Trazar obra para serida | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mover todo de pintura en el apartamento | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Matrices de moldes | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Preparación de BQ 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Completar lista semana 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Instalar nuevo plano 7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Copiar en formato lateral | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Atornillar | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Eliminar boquete de los alambres | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Comenzar funcionamiento en lobby y cocina | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Terminado en el BQ de accesorios | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| BQ y BQ llegar a obra | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Comenzar por las semanas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Metro de agua fría | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Completar lista semana 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Distribuir de entubado al lobby | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Instalar todo formado | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Instalar gasificador | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Primer funcionamiento de gasificador de emergencia | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Llegar BQ, BQ y BQ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Instalar en techos | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Medidores de agua caliente y frío | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Inicio producción de un gasificador mensual | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Instalar domótica | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Instalar puntos de conexión en el apartamento | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Fuente: Elaboración propia

3.3.3 Plan Semanal

Una vez realizado el plan maestro y el *look ahead* se procedió con las reuniones semanales, manteniendo algunos aspectos valiosos que aplicaba el residente de obra a cargo, como que se realicen las reuniones los días jueves a las 11 de la mañana, y se mantenga en el departamento anteriormente utilizado para que desarrollen las juntas.

En esta etapa el autor de este trabajo toma la dirección de las reuniones semanales, los pasos detallados a continuación son los que se siguieron para el desarrollo de las reuniones, estos pasos están estandarizados, es decir todas las reuniones se aplican en el mismo orden para que todos los equipos tengan continuidad en la aplicación de LPS. Estos son los pasos que se siguieron:

- Para todos los equipos es obligatoria la asistencia a la reunión, por lo tanto, el primer paso para que se pueda desarrollar la junta es necesario que todos los equipos que estén trabajando en el proyecto estén presentes.
- Se revisan una a una las tareas que fueron programadas para la semana y se pregunta si se ha podido o no cumplir, en caso de no poder cumplir con las actividades comprometidas, el equipo responsable comenta en qué estado está dicha actividad y por qué no se ha podido realizar, con estos datos se puede conocer los datos del Porcentaje de Plan Cumplido y Razones de No Cumplimiento.
- Se hace una retroalimentación del Porcentaje de Plan Cumplido y las Razones de No Cumplimiento con el propósito de aplicar el proceso de mejora continua, es decir, aprender de esos errores cometidos e intentar que no vuelvan a suceder.
- El siguiente paso y muy importante es hacer el análisis de las restricciones, en esta etapa los subcontratistas hacen compromisos para cumplir con aquellos trabajos que están impidiendo que se puedan realizar las actividades planificadas. Si por alguna razón no se puede solventar una restricción, pues no se pone la actividad en la lista de la planificación semanal. Para este paso hay una tabla donde se anotan con un SI en caso de poder levantar la restricción y un NO si sucede lo contrario.
- Una vez que se conoce cuáles son las tareas que se pueden realizar, se hace la planificación para esa semana, en esta se generan los compromisos de las tareas y se especifica en qué días de la semana se va a realizar la actividad.

Figura 3.6 Reunión semanal



Fuente: Elaboración propia

3.4 Mejoras.

3.4.1 Reunión de martes

Esta reunión se realizaba los días martes a las 4 de la tarde entre tres personas, el Ing. Vladimir Carrasco, el residente de obra Arq. Israel Abad y el autor de este trabajo. Se desarrolla la junta en el mismo departamento donde se realizan las reuniones semanales.

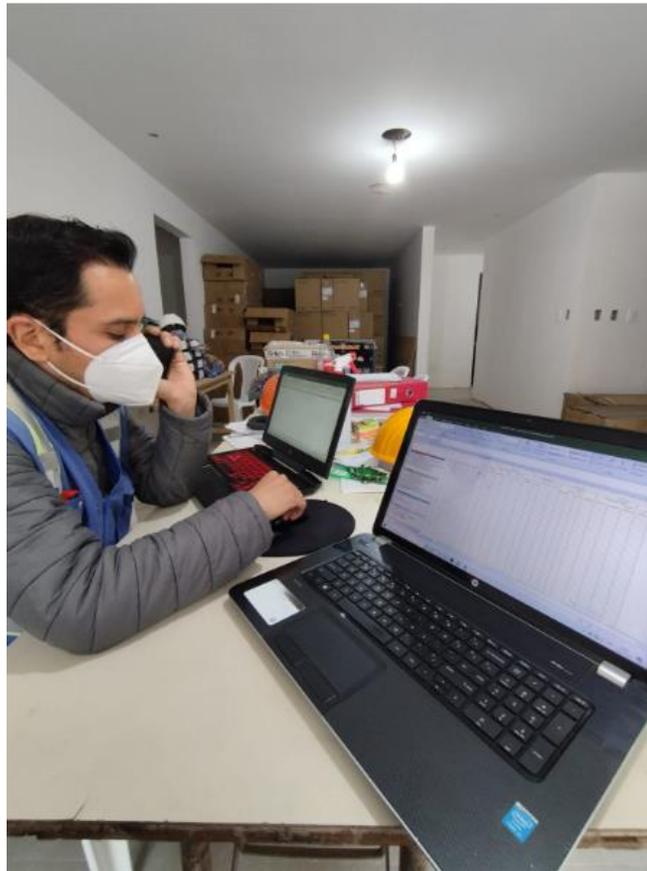
En primer lugar, se revisan las actividades y se identifican cuáles son las que tienen mayor importancia en realizarse, estas se caracterizan por ser restricciones, o un trabajo urgente para algún cliente.

Una vez que sabemos cuáles son esas actividades, el ingeniero o el residente de obra empiezan a hacer llamadas a cada uno de los representantes de cada equipo de subcontratistas para saber en qué estado están las actividades y si existe alguna restricción o algún problema que podría hacer que esta actividad no pueda ser realizada.

En caso de haber algún inconveniente, se actúa de forma inmediata y se hacen llamadas para intentar solventar el problema lo más rápido y así evitar los contratiempos.

Son reuniones cortas de aproximadamente 30 minutos donde se pide al subcontratista que se realicen las actividades comprometidas, mediante llamadas. Estas llamadas presionan a los diferentes equipos a que cumplan sus actividades para que el día jueves en la reunión con el resto de subcontratistas el porcentaje de plan cumplido sea lo más cercano al 100%.

Figura 3.7 Reunión de revisión, llamadas a los últimos planificadores con el residente, Arq. Israel Abad



Fuente: Elaboración propia

3.4.2 Tabla de Excel

Se hacen ligeros cambios con la intención de facilitar la toma de datos, se eliminan algunos que capos que a la final eran inútiles y se añaden otros como por ejemplo el campo de porcentaje de avance de la actividad.

3.5 Resumen de las reuniones semanales

A continuación, se muestra cada una de las reuniones que se realizaron entre el 23 de junio (primera reunión) y el 17 de agosto (última reunión), fueron un total de ocho juntas donde se aplicó la metodología *Last Planner system*.

Durante este periodo de tiempo también se realizaron reuniones semanales de revisión y además se aplicaron las mejoras propuestas, teniendo un total de 7 reuniones donde hicieron las respectivas llamadas.

3.5.1 Semana 1

La primera semana en la que se aplica *Last Planner System* con sus respectivas mejoras inicia el 23 de junio del 2022 y termina el 29 de junio del 2022. La reunión semanal se la realizó el jueves 23 de junio del 2022 con todos los subcontratistas presentes y una duración aproximada 1 hora con 45 minutos.

Esta semana tiene una particularidad comparando con las semanas que la preceden y es que esta fue parte del paro nacional en la que las principales vías del país estaban cerradas por movimientos políticos del país. Esto causó que materiales y mano obra sea imposible llegar a la obra por lo que las principales causas de no cumplimiento en esta semana fueron la falta de mano obra porque y el abastecimiento de materiales.

A pesar atravesar de esta condición del país, todos los representantes de los equipos de subcontratistas estaban presentes y se la pudo llevar a cabo sin problemas bajo la dirección del autor de este trabajo, el único inconveniente fue la demora de algunos equipos por lo que la reunión empezó con 30 minutos de retraso.

La reunión se inició con la revisión de las actividades que habían sido comprometidas la anterior semana, sin embargo, no se tomaron en cuenta estas cifras debido a que en esta etapa todavía no habían sido implementadas las mejoras.

El siguiente paso fue revisar en base al plan *look ahead* cuales de las restricciones ya habían sido liberadas, es decir, cuales podían ser las actividades planificadas para esa semana y en caso no ser liberadas, posteriormente se debe actualizar el plan *look ahead* ya que esa actividad no se va a poder realizar esa semana y se la debe reprogramar para la siguiente.

Finalmente se realiza el plan semanal con todos los presentes se verifica que los plazos estén acorde a plan *look ahead*, cumpliéndose los plazos y la planificación.

A continuación, se muestra las tablas del análisis de restricciones, planificación semanal, reunión de revisión de tareas y finalmente el control semanal con sus respectivos indicadores de Porcentaje de Plan Cumplido y las razones de plan cumplido.

3.5.1.1 Análisis de restricciones

Para la primera semana que inicia el 23 de junio del 2022 y termina el 29 de junio del 2022. En base al plan *look ahead*, se realizó el análisis de restricciones en conjunto con los últimos planificadores de manera colaborativa, en total se pudieron levantar 29 de las 31 restricciones para esa semana, es decir, esas 31 tareas entrarán la planificación semanal.

El 93% de restricciones se pudo levantar, es un buen indicador para empezar este trabajo, los representantes de los equipos de subcontratistas si cumplen con los compromisos de liberar las restricciones, esto permitirá aumentar la cantidad de actividades que se pueden realizar en una semana.

Tabla 3.3 Análisis de restricciones semana 1

| TAREA | Directivas | | Prerequisitos | | Recursos | | | Procesos | | Observacion |
|--|--------------------------|-----------------------------|-----------------|-----------------|----------|--------|--------------|----------|------------------------------------|------------------------------------|
| | Preguntas sin respuestas | Coord. y cambios al trabajo | Otros de tareas | Req. de inform. | Muestras | Equipo | Mano de obra | Espacio | Practica de Trabajo Subcontratista | |
| SUBCONTRATISTA 1- ELECTRICO | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI |
| TENER DIMENSIONES DE TRANSFORMADOR | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI |
| INSTALACION DE DUCTOS (3 SEMANAS) | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI |
| ACOMETIDA Y SUBTERRAR CABLES REUNION | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI |
| SUBCONTRATISTA 2-MAIMPOSTERIA | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI |
| COLOCAR CIELO RASO DEBAJO DE DORMITORIO MASTER 801 | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI |
| MUJESTRAS DE MOLDURAS DEP 703 | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI |
| 103 A GRANDAR MOCHETA PARA COLOCAR MUEBLES | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI |
| EMPASTAR LAVANDERIAS DE LOS DEP 01 | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI |
| PINTADO HASTA PLANTA 3 | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI |
| SECAR ENLUCIDO CON CALENTADOR DEP 702 | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI |
| SUBCONTRATISTA 3- MOBILIARIO | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI |
| 305 FALTA BAÑOS/PENDIENTE RECEPCION | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI |
| BAÑOS DEP 07 | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI |
| INSTALAR ZOCALO 601-501-401 | SI | SI | SI | NO | SI | SI | SI | SI | SI | Falta piso terminar piso por RFV |
| MANDAR A PRODUCCION DEP 702 | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| SUBCONTRATISTA 4- HIDROSANITARIA | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI |
| 1 Y 2 PLANTA ROCIADORES Y GANIBETES CONTRA INCENDIOS | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI |
| TERMOTANQUES (MATRICES, DUCTOS) (1 MES) | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI |
| REVISAR PANELES SOLARES | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI |
| REVISAR SISTEMA DE BOMBAS | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI |
| SUBCONTRATISTA 5-RFV | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI |
| PENDIENTE PORCELANATO PARA COLOCAR ZOCALOS | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI |
| PORCELANATO AREA COMUN. PEDIR PROVEEDOR | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI |
| MUROS DE CERRAMIENTO (1 MES) | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI |
| REVISAR SISTEMA DE RECIRCULACION DE AGUA | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI |
| GRAIMAN PASILLOS 203 | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI |
| SUBCONTRATISTA 6-ARQUITECTOS | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI |
| DISEÑO MOBILIARIO 001 002 | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI |
| COORDINAR DISEÑOS DE PUERTAS, DUCTOS Y BODEGAS | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI |
| ENVIAR DISEÑOS DE LOBBY Y AREAS COMUNES | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI |
| REVISION DE DEPARTAMENTOS LISTOS PARA VENDER | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI |
| PREPARAR DOCUMENTACION PARA PROPIEDAD HORIZONTAL | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI |
| SUBCONTRATISTA 7-PUERTAS | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI |
| ENTREGAR CRONOGRAMA | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI |
| SUBCONTRATISTA 9- DOMÓTICA | SI | NO | SI | NO | SI | SI | SI | SI | SI | No se han cerrado puertas y faltan |
| PISO 5 Y 6 EMPIEZA SUBCONTRATISTA 9 - DOMÓTICA | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| SUBCONTRATISTA 8- VENTANAS | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI |
| MEDIR VENTANAS | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI |
| INSTALAR PERFIL METALICO | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI |

Fuente: Elaboración propia

3.5.1.2 Planificación semanal

Una vez analizadas las restricciones es posible ver cuáles son las tareas que si se pueden realizar para organizar la planificación de la primera semana. Esta planificación se llevó a cabo presencialmente el día 23 de junio de 2022 donde el total de actividades son 29, en la tabla de Excel se detalla cuáles son los equipos responsables y que días se trabajarán en ellas.

Mientras se desarrollan las reuniones el autor de este trabajo graba un audio de toda la reunión para revisarlo posteriormente.

Tabla 3.4 Planificación semana 1

| TAREA | Directivas | | | | | | | Prerequisitos | | | | Recursos | | | | Procesos | | | |
|--|-------------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------|------------|---------------------|----------|---------------|--------|---------------|---------|---------------------|----------|-------------------|-------------------|----------------|-----|--|--|
| | Preguntas sin respuesta | Plano o especific. incompleta | Coord. y comunic. para trabajo | Cambios al trabajo | Cronograma | Req. de información | Muestras | Materiales | Equipo | Mando de obra | Espacio | Practica de Trabajo | | | Equipo / Material | Condic. Espec. | | | |
| | | | | | | | | | | | | Subcom | Cuadilla | Equipo / Material | | | | | |
| Jue | Vie | Sab | Dom | Lun | Mie | Mier | Jue | Vie | Sab | Dom | Lun | Mie | Mier | Jue | Vie | Sab | Dom | | |
| SUBCONTRATISTA 1- ELECTRICO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TENER DIMENSIONES DE TRANSFORMADOR | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| INSTALACION DE DUCTOS (3 SEMANAS) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ACOMETIDA Y SUBTERRAR CABLES RESION | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SUBCONTRATISTA 2-AMMPOSTERIA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| COLOCAR CEILO PASO DEBAJO DE DORMITORIO MASTERB01 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MUESTRAS DE MOLDURAS DEP 708 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 103 AGRANDAR MOCHETA PARA COLOCAR MUEBLES | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| EMPASTAR LAVAMANOS DE LOS DEP 01 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PINTA DO HASTA PLANTA 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SEGURENLUCCO CON CALENTADOR DEP 702 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SUBCONTRATISTA 3- MOBILIARIO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SE FALTA BAÑOS/PENDIENTE REPERCION | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| BAÑOS DEP 07 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MANDAR A PRODUCCION DEP 702 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SUBCONTRATISTA 4- HIDROSANITARIA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 Y 2 PLANTA POCADORES Y GANIBTES CONTRA INCENDIOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TERMINAR TANQUES (MATRICES, DUCTOS) (1 MES) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| REVISAR PANELES SOLARES | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| REVISAR SISTEMA DE BOMBAS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SUBCONTRATISTA 5- RFV | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PENDIENTE POR ELABORAR PARA COLOCAR ZOCALOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| POR ELABORAR AREAS COMUN | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MUROS DE CERRAMIENTO (1 MES) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| REVISAR SISTEMA DE RECIRCULACION DE AGUA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| GRABAR PASTILLOS 203 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SUBCONTRATISTA 6- ARGUIFICIOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DISEÑO MOBILIARIO 002 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| COORDINAR DISEÑOS DE PUERTAS, DUCTOS Y BORGESAS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ENVIAR DISEÑOS DE LOBBY Y AREAS COMUNES | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| REVISION DE DEPARTAMENTOS LISTOS PARA VENDER | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PREPARAR DOCUMENTACION PARA PROPIEDAD HORIZONTAL | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SUBCONTRATISTA 7- PUERTAS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ENTREGAR CRONOGRAMA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SUBCONTRATISTA 8- VENTANAS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MEASUR VENTANAS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| INSTALAR PERFILES METALICO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Fuente: Elaboración propia

3.5.1.3 Reunión de revisión

El día martes 28 de junio del 2022 inicio la reunión a las 4 de la tarde en punto nos reunimos con el Ing. Vladimir Carrasco y mi persona para revisar las actividades que eran las más importantes que se terminen para poder cumplir con los plazos que se habían anotado en la planificación.

Se revisó el estado de la instalación de ductos, el pintado de los departamentos de la planta 3, avance de la instalación de los termotanques, se definió algunos detalles del sistema de bombas, en conjunto con el residente se analizó detalles de los muros del cerramiento y, el arquitecto Pedro Espinoza comentó el estado de los trámites de propiedad horizontal. Esta fue una reunión de 45 minutos.

3.5.1.4 Control semanal

El control semanal se realiza el día 30 de junio del 2022 de las actividades realizadas entre 23 de junio del 2022 y el 29 de junio del 2022 se hace con el objetivo de ir revisando actividad por actividad y preguntar si se ha podido cumplir con los compromisos adquiridos por cada uno de los subcontratistas.

Con estos datos se pueden calcular el porcentaje de cumplimiento de actividades, en esta semana estaban planificadas 29 actividades libres de restricciones y el total de cumplimiento fueron 21, es decir el 21% de actividades no se cumplen, además se recogen datos de las razones de no cumplimiento.

El equipo más afectado por este factor es el del ing. Ángel Montaña debido a que su equipo de trabajo era del Cantón y era imposible la movilización de su mano a obra al proyecto Torres del Bosque.

Tabla 3.5 Control semanal 1

| TAREA | Est | Jue | Vie | Sab | Dom | Lun | Mar | Mie | Completo (Si/No) | Razon Variacion (análisis) | Directivas | | | | Prerequisitos | | | Recursos | | | Procesos | | |
|--|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------------------|-------------------------------|---------------|-----------------|-----------------|--------------------|---------------|-----------------|----------|------------|--------|--------------|----------|----------------|-----------|
| | | | | | | | | | | | Preguntas sin | Planos o espec. | Coord. y comun. | Cambios al trabajo | Otros tareas | Rea. de inform. | Muestras | Materiales | Equipo | Mano de obra | Espacio | Subcontratista | Cuadrilla |
| SUBCONTRATISTA 1 - ELECTRICO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TENER DIMENSIONES DE TRANSFORMADOR | 100% | | | | | | | | SI | | | | | | | | | | | | | | |
| INSTALACION DE DUCTOS (3 SEMANAS) | 33% | | | | | | | | SI | | | | | | | | | | | | | | |
| ACOMETIDA Y SUBTERRAR CABLES REUNION | 100% | | | | | | | | SI | | | | | | | | | | | | | | |
| SUBCONTRATISTA 2-MAESTROSTERIA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| COLOCAR CIELO RASO DEBAJO DE DORMITORIO MASTER 801 | 100% | | | | | | | | SI | | | | | | | | | | | | | | |
| MUESTRAS DE MOLDRAS DEP 703 | 0% | | | | | | | | NO | Falta mano de obra por paro | | | | | | | | | | | X | | |
| 103 AGRANDAR MOCHETA PARA COLOCAR MUEBLES | 0% | | | | | | | | NO | Falta mano de obra por paro | | | | | | | | | | | X | | |
| EMPASTAR LAVANDERIAS DE LOS DEP 01 | 0% | | | | | | | | NO | Falta mano de obra por paro | | | | | | | | | | | X | | |
| PINTADO HASTA PLANTA 3 | 100% | | | | | | | | SI | | | | | | | | | | | | | | |
| SECAR ENLUCIDO CON CALENTADOR DEP 702 | 0% | | | | | | | | NO | No se consiguió el calentador | | | | | | | | | | | X | | |
| SUBCONTRATISTA 3 - MOBILIARIO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 305 FALTA BAÑOS/PENDIENTE RECEPCION | 100% | | | | | | | | SI | | | | | | | | | | | | | | |
| BAÑOS DEP 07 | 100% | | | | | | | | SI | | | | | | | | | | | | | | |
| MANDAR A PRODUCCION DEP 702 | 100% | | | | | | | | SI | | | | | | | | | | | | | | |
| SUBCONTRATISTA 4 - HIDROSANITARIA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 Y 2 PLANTA ROCIADORES Y GANIBETES CONTRA INCENDIOS | 0% | | | | | | | | NO | No llega material por paro | | | | | | | | | | | X | | |
| TERMOTANQUES (MATRICES, DUCTOS) (1 MES) | 20% | | | | | | | | SI | | | | | | | | | | | | | | |
| REVISAR PANELES SOLARES | 25% | | | | | | | | SI | | | | | | | | | | | | | | |
| REVISAR SISTEMA DE BOMBAS | 100% | | | | | | | | SI | | | | | | | | | | | | | | |
| SUBCONTRATISTA 5-RFV | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PENDIENTE PORCELANATO PARA COLOCAR ZOCALOS | 100% | | | | | | | | SI | | | | | | | | | | | | | | |
| PORCELANATO AREA COMUN, PEDIR PROVEEDOR | 15% | | | | | | | | NO | No llega material por paro | | | | | | | | | | | X | | |
| MUROS DE CERRAMIENTO (1 MES) | 25% | | | | | | | | SI | | | | | | | | | | | | | | |
| REVISAR SISTEMA DE RECIRCULACION DE AGUA | 0% | | | | | | | | NO | | | | | | | | | | | | | | |
| GRAINMAN PASILLOS 203 | 100% | | | | | | | | SI | | | | | | | | | | | | | | |
| SUBCONTRATISTA 6-ARQUITECTOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DISEÑOMOBILIARIO 001 002 | 100% | | | | | | | | SI | | | | | | | | | | | | | | |
| COORDINAR DISEÑOS DE PUERTAS, DUCTOS Y BODEGAS | 100% | | | | | | | | SI | | | | | | | | | | | | | | |
| ENVIAR DISEÑOS DE LOBBY Y AREAS COMUNES | 100% | | | | | | | | SI | | | | | | | | | | | | | | |
| REVISION DE DEPARTAMENTOS LISTOS PARA VENDER | 100% | | | | | | | | SI | | | | | | | | | | | | | | |
| PREPARAR DOCUMENTACION PARA PROPIEDAD HORIZONTAL | 100% | | | | | | | | SI | | | | | | | | | | | | | | |
| SUBCONTRATISTA 7-PUERTAS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ENTREGAR CRONOGRAMA | 100% | | | | | | | | SI | | | | | | | | | | | | | | |
| SUBCONTRATISTA 8 - VENTANAS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| INSTALAR PERFIL METALICO | 0% | | | | | | | | NO | Terminar paredes | | | | | | | | | | | X | | |
| MEDIR VENTANAS | 100% | | | | | | | | SI | | | | | | | | | | | | | | |

Fuente: Elaboración propia

3.5.2 Semana 2

La segunda semana en la que se aplicó *Last Planner System* con sus respectivas mejoras inicia el 30 de junio del 2022 y termina el 6 de julio del 2022. La reunión semanal se la realizó el jueves 30 de junio del 2022 con solo una persona que faltó que fue el representante de Segasa, Ivan Bravo. Además, la reunión tuvo una duración aproximada 1 hora con 20 minutos.

Para esta semana ya se había acabado el paro nacional por lo que intentó seguir normalmente con las actividades planificadas, era clave re abastecerse de materiales y que la mano de obra siga con sus actividades pendientes.

La reunión se inició con la revisión de las actividades que habían sido comprometidas la anterior semana anterior. El siguiente paso fue revisar en base al plan *look ahead* cuales de las restricciones ya habían sido liberadas para saber qué actividades se pueden programar. Finalmente se realiza el plan semanal con todos los presentes se verifica que los plazos estén acorde a plan *look ahead*.

A continuación, se muestra las tablas del análisis de restricciones, planificación semanal, reunión de revisión de tareas y finalmente el control semanal con sus respectivos indicadores de Porcentaje de Plan Cumplido y las Razones de Plan Cumplido.

3.5.2.1 Análisis de restricciones

Para la segunda semana que inicia el 30 de junio del 2022 y termina el 6 de julio del 2022. En base al plan *look ahead*, se realizó el análisis de restricciones en conjunto con los últimos planificadores de manera colaborativa, en total se pudieron levantar 27 de las 29 restricciones para esa semana, es decir, esas 27 tareas entrarán la planificación semanal.

El 93% de restricciones se pudo levantar, no se pueden colocar puertas debido a que faltan acabados y sin puertas cerradas no hay como instalar domótica.

Tabla 3.6 Análisis de restricciones semana 2

| TAREA | Directivas | | | Prerequisitos | | | Recursos | | | Procesos | | | Observacion | | |
|---|-------------------------|-------------------------|-----------------------|--------------------|--------------|---------------------|----------|----------|--------|--------------|---------|---------------------|-------------|-----------------|----------------------|
| | Preguntas sin respuesta | Planos o espec. Incomp. | Coord y comunic. plan | Cambios al trabajo | Otras tareas | Req. de informacion | Muestras | Material | Equipo | Meno de obra | Espacio | Practica de Trabajo | | Condic. Fisicas | |
| | | | | | | | | | | | | Subcont | | | Cuadrilla |
| SUBCONTRATISTA 1 - ELECTRICO | | | | | | | | | | | | | | | |
| INSTALACION DE DUCTOS | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| VERIFICAR COSTOS DE SUBTERRAMIENTO | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| TENDER MATRICES Y ACOMETIDAS A LOS DEPARTAMENTOS | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| SUBCONTRATISTA 2-MAESTRERIA | | | | | | | | | | | | | | | |
| EMPASTAR LAVANDERIAS DE LOS DEP 01 | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| HACER PRUEBAS DE COLOR SUBSUELOS | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| MANO DE PINTURA 601 Y 501 | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| DESTAPAR CAJETINES DE LA ASPIRACION CENTRALIZADA | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| 201 TRABAJOS ADICIONALES, PARED Y PUERTAS | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| MAESTRAS DE MOLDEURAS DBF 708 | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| SECAR ENLUCIDO CON CALENTADOR DEP 702 | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| SUBCONTRATISTA 3 - MOBILIARIO | | | | | | | | | | | | | | | |
| MOBILIARIO 603 303 303 | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| INSTALAR ZÓCALO 601 301 401 | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| ENVIAR A PRODUCCION 001 002 | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| 203 CAMBIOS | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| SUBCONTRATISTA 4 - HIDROSANITARIA | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.Y 2 PLANTA ROCADORES Y GANIBETES CONTRA INCENDIOS | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| CONEXIÓN BAJANTES DE AGUA LUBIA Y DESAGÜES | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| TERMO CALONES (MATRICES, DUCTOS) (1 MES) | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| SUBCONTRATISTA 5-REV | | | | | | | | | | | | | | | |
| REVISAR SISTEMA DE RECIRCULACION | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| PORCELANATO PASILLOS 3 4 5 | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| ASENSOR 3 SEMANAS | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| SECAR ENLUCIDO 702 | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| PERFORAR PARA DISAJE PLANTA BAJA | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| TERMINADO DE DEPARTAMENTOS PARA COLOCAR PUERTAS | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| SUBCONTRATISTA 6-ARQUITECTOS | | | | | | | | | | | | | | | |
| TRAMITE DE PROPIEDAD HORIZONTAL | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| SUBCONTRATISTA 7-PUERTAS | | | | | | | | | | | | | | | |
| INSTALACIÓN PLANTA 4 | SI | SI | NO | NO | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | Faltan acabos de REV |
| SUBCONTRATISTA 9 - DOMOTICA | | | | | | | | | | | | | | | |
| PISO 5 Y 6 EMPIEZA SUBCONTRATISTA 9 - DOMOTICA | SI | SI | NO | NO | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | No hay puertas |
| SUBCONTRATISTA 8 - VENTANAS | | | | | | | | | | | | | | | |
| INSTALAR PERIL METALICO | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| PRODUCCION DE 7. 8 Y AREA COMUN | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| GUSTAVO BARBECHO | | | | | | | | | | | | | | | |
| PUERTAS DE DUCTOS Y BOBEGAS | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |

Fuente: Elaboración propia

Mientras se desarrollan las reuniones el autor de este trabajo graba un audio de toda la reunión para revisarlo posteriormente.

3.5.2.3 Reunión de Revisión

El día martes 5 de julio del 2022 inicio la reunión a las 4:30 de la tarde, nos reunimos con el Arq. Israel Abad y mi persona para revisar las actividades que eran las más importantes que se terminen para poder cumplir con los plazos que se habían anotado en la planificación.

Se analizaron los costos de subterramiento de cables, también se revisó los avances de colocar los gabinetes contra incendios y se llamó al proveedor de cerámica para asegurar la llegada a tiempo del material a la obra. Esta fue una reunión de 20 minutos.

3.5.2.4 Control semanal

El control semanal se realiza el día 7 de junio del 2022 de las actividades realizadas entre 30 de junio del 2022 y el 6 de julio del 2022 se hace con el objetivo de ir revisando actividad por actividad y preguntar si se ha podido cumplir con los compromisos adquiridos por cada uno de los subcontratistas.

Con estos datos se pueden calcular el porcentaje de cumplimiento de actividades, en esta semana estaban planificadas 27 actividades libres de restricciones y el total de cumplimiento fueron 23, es decir el 15% de actividades no se cumplen, además se recogen datos de las razones de no cumplimiento.

La razón de no cumplimiento esta semana más repetida es la de Coordinación y comunicación de plan.

Tabla 3.8 Control semanal semana 2

| TAREA | Est | Jue | Vie | Sab | Dom | Lun | Mar | Mie | Completo (SI o No) | Razon Variacion (analisis) | Directivas | | Prerequisitos | | Recursos | | Procesos | | |
|--|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--------------------|--|--------------------------|---------------------|---------------|------------|--------------|----------|------------|--------------|-------------|
| | | | | | | | | | | | Preguntas sin respuestas | Plan de seguimiento | Otros | Requisitos | Mano de obra | Material | Maquinaria | Practicas de | Condiciones |
| SUBCONTRATISTA 1 - ELECTRICO | 66% | | | | | | | | SI | | | | | | | | | | |
| INSTALACION DE DUCTOS | 100% | | | | | | | | SI | | | | | | | | | | |
| VERIFICAR COSTOS DE SUBTERRAMIENTO | 100% | | | | | | | | SI | | | | | | | | | | |
| TENDER MATRICES Y ACOMETIDAS A LOS DEPARTAMENTOS | 50% | | | | | | | | SI | | | | | | | | | | |
| SUBCONTRATISTA 2- MANIPOSTERIA | 100% | | | | | | | | SI | | | | | | | | | | |
| EMPASTAR LAVANDERIAS DE LOS DEP 01 | 0% | | | | | | | | NO | No se ha coordinado con subcontratista 5 | | X | | | | | | | |
| HACER PRUEBAS DE COLOR SURELUOS | 100% | | | | | | | | SI | | | | | | | | | | |
| DESTAPAR CAJETINES DE LA ASPIRACION CENTRALIZADA | 100% | | | | | | | | SI | | | | | | | | | | |
| 201 TRABAJOS ADICIONALES, PARED Y PUERTAS | 100% | | | | | | | | SI | | | | | | | | | | |
| MANO DE PINTURA 603 Y 501 | 50% | | | | | | | | SI | | | | | | | | | | |
| MUESTRAS DE MOLIDURAS DEP 703 | 100% | | | | | | | | SI | | | | | | | | | | |
| SECAR ENLUCIDO CON CALENTADOR DEP 702 | 100% | | | | | | | | SI | | | | | | | | | | |
| SUBCONTRATISTA 3 - MOBILIARIO | 50% | | | | | | | | SI | | | | | | | | | | |
| MOBILIARIO 603 503 403 303 | 50% | | | | | | | | SI | | | | | | | | | | |
| INSTALAR ZÓCALO 603 501 401 | 50% | | | | | | | | SI | | | | | | | | | | |
| ENVIAR A PRODUCCION 001 002 | 100% | | | | | | | | SI | | | | | | | | | | |
| 203 CAMBIOS | 0% | | | | | | | | NO | Planos no enviados | | X | | | | | | | |
| SUBCONTRATISTA 4 - HIDROSANITARIA | 100% | | | | | | | | SI | | | | | | | | | | |
| 1 Y 2 PLANTA ROCIADORES Y GANIBETES CONTRA INCENDIOS | 100% | | | | | | | | SI | | | | | | | | | | |
| CONEXION BAJANTES DE AGUA LLUVIA Y DESAGUES | 10% | | | | | | | | NO | Falla en pendiente de tuberías | | X | | | | | | | |
| TERMOTANQUES (MATRICES, DUCTOS) (1 MES) | 60% | | | | | | | | SI | | | | | | | | | | |
| SUBCONTRATISTA 5-REV | 0% | | | | | | | | NO | No se ha coordinado la limpieza | | X | | | | | | | |
| REVISAR SISTEMA DE RECURCACION | 30% | | | | | | | | SI | | | | | | | | | | |
| PORCELANATO PASILLOS 3 4 5 | 20% | | | | | | | | SI | | | | | | | | | | |
| ASENSOR 5 SEMANAS | 100% | | | | | | | | SI | | | | | | | | | | |
| SECAR ENLUCIDO 702 | 100% | | | | | | | | SI | | | | | | | | | | |
| PERFORAR PARA DESAGUE PLANTA BAJA | 100% | | | | | | | | SI | | | | | | | | | | |
| TERMINADO DE DEPARTAMENTOS PARA COLOCAR PUERTAS | 100% | | | | | | | | SI | | | | | | | | | | |
| SUBCONTRATISTA 6-ARQUITECTOS | 100% | | | | | | | | SI | | | | | | | | | | |
| TRAMITE DE PROPIEDAD HORIZONTAL | 100% | | | | | | | | SI | | | | | | | | | | |
| SUBCONTRATISTA 8- VENTANAS | 100% | | | | | | | | SI | | | | | | | | | | |
| INSTALAR PERFIL METALICO | 100% | | | | | | | | SI | | | | | | | | | | |
| PRODUCCION DE 7.8 Y AREA COMUN | 100% | | | | | | | | SI | | | | | | | | | | |
| GUSTAVO BARBECHO | 100% | | | | | | | | SI | | | | | | | | | | |
| PUERTAS DE DUCTOS Y BODEGAS | 100% | | | | | | | | SI | | | | | | | | | | |

Fuente: Elaboración propia

3.5.3 Semana 3

La tercera semana en la que se aplicó *Last Planner System* con sus respectivas mejoras inicia el 7 de julio del 2022 y termina el 13 de julio del 2022. La reunión semanal se la realizó el jueves 7 de julio del 2022 sin ausencias. Además, la reunión tuvo una duración aproximada 1 hora con 15 minutos.

La reunión se inició con la revisión de las actividades que habían sido comprometidas la anterior semana anterior. El siguiente paso fue revisar en base al plan *look ahead* cuales de las restricciones ya habían sido liberadas para saber qué actividades se pueden programar. Finalmente se realiza el plan semanal con todos los presentes se verifica que los plazos estén acorde a plan *look ahead*.

A continuación, se muestra las tablas del análisis de restricciones, planificación semanal, reunión de revisión de tareas y finalmente el control semanal con sus respectivos indicadores de Porcentaje de Plan Cumplido y las Razones de Plan Cumplido.

3.5.3.1 Análisis de restricciones

Para la tercera semana que inicia el 7 de julio del 2022 y termina el 13 de julio del 2022. En base al plan *look ahead*, se realizó el análisis de restricciones en conjunto con los últimos planificadores de manera colaborativa, en total se pudieron levantar 29 de las 33 restricciones para esa semana, es decir, esas 31 tareas entrarán la planificación semanal.

El 87% de restricciones se pudo levantar, no se puede realizar las actividades debido a que faltan diseños finales. Continúan con retraso las actividades de puertas y domótica.

Tabla 3.9 Análisis de restricciones semana 3

| TAREA | Preguntas sin respuesta | | Directivas | | Prerequisitos | | Recursos | | | | Procesos | | | Observacion |
|--|-------------------------|------------------------|--------------------|--------------|---------------|----------|----------|--------------|---------|---------------------|-----------|-------------------|-----------------|--------------------------------|
| | Planos o espec. incomp. | Coord. y comunic. plan | Cambios al trabajo | Otros tareas | Muestras | Material | Equipo | Mano de obra | Espacio | Practica de Trabajo | | | Condic. Fisicas | |
| | | | | | | | | | | Subcont | Cuadrilla | Equipo / Material | | |
| SUBCONTRATISTA 1 - ELÉCTRICO | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| COLOCAR OMBRE DEPARTAMENTO 703 | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| INSTALACION DE DUCTOS | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| TENDER MATRICES Y ACOMETIDAS A LOS DEPARTAMENTOS | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | Retrasos por empresa eléctrica |
| TIMBAR PARA HACER OBRA CIVIL DE TRANSFORMADOR | SI | NO | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| SUBCONTRATISTA 2 - MAESTRÍA | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| COLOCAR FIBROCEMENTO EN GRADAS DE EMERGENCIA | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| INSTALAR ESPUMEP 201 | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| HACER FRIGERAS DE COBRE EN SUBSUELO | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| MANO DE PINTURA 001 Y 501 | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| REVENTAR PAREDES AREA COMUN 001 Y LOBBY | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| SUBCONTRATISTA 3 - MOBILIARIO | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| MOBILIARIO 003 303 303 | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| INSTALAR ZOCALO 601 501 401 | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| MOBILIARIO DEPARTAMENTO 802 LLEGA A LA OBRA | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| CAMBIOS 203 | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| SUBCONTRATISTA 4 - HIDROSANITARIA | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| CONEXION BUJANTES DE AGUA LLUVIA | SI | NO | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | No hay diseño final |
| DUCTO DE VENTILACION 001 | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| TERMOINQUIES (MATRICES, DUCTOS) 1 (MES) | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| RED DE INCENDIOS 001 Y AREA COMUNAL | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| SUBCONTRATISTA 5 - RIV | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| REVISAR SISTEMA DE RECIRCULACION | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| 804 TERMINAR PISO PARA MUEBLES | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| ENTREGA DE CHAPAS DE PUERTAS | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| MURO DE CERRAMIENTO | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| PORCELANATO PASILLOS 3 4 5 | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| ASENSOR | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| SUBCONTRATISTA 6 - ARQUITECTOS | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| NUOVO DISEÑO POR AMPLIACION 001 | SI | NO | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | No se ha coordinado reunion |
| DISEÑO LOCAL 001 | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| TRÁMITE PROPIEDAD HORIZONTAL | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| DISEÑOS AREA COMUNAL, MUEBLES E ILUMINACION | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| SUBCONTRATISTA 7 - PUERTAS | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| INSTALACION PUERTAS DEPARTAMENTOS | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | Falta de espacio de trabajo |
| SUBCONTRATISTA 9 - DOMÓTICA | SI | NO | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| COORDINAR SEGURIDAD Y CONTROL DE ACCESOS | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| SUBCONTRATISTA 8 - VENTANAS | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| REVISION DE MEDIDAS AREA COMUN | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |

Fuente: Elaboración propia

3.5.3.2 Planificación semanal

Una vez analizadas las restricciones es posible ver cuáles son las tareas que si se pueden realizar para organizar la planificación de la segunda semana. Esta planificación se llevó a cabo presencialmente el día 7 de julio de 2022 donde el total de actividades son 28, en la tabla de Excel se detalla cuáles son los equipos responsables y que días se trabajarán en ellas.

Mientras se desarrollan las reuniones el autor de este trabajo graba un audio de toda la reunión para revisarlo posteriormente.

Tabla 3.10 Planificación semanal 3

| TAREA | Días | | | | | | | Directivos | | | Prerequisitos | | | Recursos | | | Procesos de Trabajo | | | | | | |
|--|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------------------------|------------------------|------------------------|--------------------|--------------|---------------------|----------|---------|--------|---------------------|---------|---------|----------------------|-------------------|-----------------|--|
| | Jue | Vie | Sab | Dom | Lun | Már | Mié | Preguntar sin respuesta | Plano o especificación | Coord. y comunic. plan | Cambios al trabajo | Otros tareas | Req. de información | Muestras | Materia | Equipo | Mano de obra | Espacio | Subcont | Prácticas de Trabajo | Equipo / Material | Condic. Físicas | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SUBCONTRATISTA 1- ELECTRICO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| COLOCAR DIMER DEPARTAMENTO 703 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| INSTALACION DE DUCTOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TIMBRAR PARA HACER OBRA CIVIL DE TRANSFORMADOR | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SUBCONTRATISTA 2- MAMPOSTERIA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| COLOCAR FIBROCEMENTO EN GRADAS DE EMERGENCIA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| INSTALAR GPS/UM/DEP. 201 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| HACER PRUEBAS DE COGUR EN SUBSUELO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MANO DE PINTURA 601 Y 301 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LEVANTAR PAREDES AREA COMUN 001 Y LOBBY | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SUBCONTRATISTA 3- MOBILIARIO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MOBILIARIO 603 503 403 303 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| INSTALAR ZÓCALO 601 501 401 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MOBILIARIO DEPARTAMENTO 801 LLEGA A LA OBRA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CAMBIOS 203 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SUBCONTRATISTA 4- HIDROSANTARIA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CONEXION BAÑANTES DE AGUA LLUVIA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CONEXION DESAGUES SÓTANOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TERMO TANQUES (BAÑOS, DUCTOS) (1 MES) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| RED DE INCENDIOS 001 Y AREA COMUNAL | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SUBCONTRATISTA 5- REV | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| REVISAR SISTEMA DE RECIRCULACION | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| BAJA TERMINAR PISO PARA MUEBLES | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ENTREGA DE CHAPAS DE PUERTAS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MURO DE CERRAMIENTO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PORELINATO PASILLOS 145 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ASBOSOR | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SUBCONTRATISTA 6- ARQUITECTOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DISEÑO LOCAL 001 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TRAMITE PROPIEDAD HORIZONTAL | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DISEÑOS AREA COMUNAL MUEBLES ILUMINACION | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SUBCONTRATISTA 9- DOMOTICA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| COORDINAR SEGURIDAD Y CONTROL DE ACCESOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SUBCONTRATISTA 8- VENTANAS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| REVISION DE MEDIDAS AREA COMUN | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LLEGA A OBRA HIERRO PLANTA 8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MEDIOS DE PASILLOS VENTANAS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Fuente: Elaboración propia

3.5.3.3 Reunión de Revisión

El día martes 12 de julio del 2022 inicio la reunión a las 4 de la tarde nos reunimos con el Arq. Israel Abad y mi persona para revisar las actividades que eran las más importantes que se terminen para poder cumplir con los plazos que se habían anotado en la planificación.

Esta semana era importante terminar la instalación de ductos y empezar a levantar las paredes del área común y lobby, además el subcontratista comentó los problemas que estaba teniendo con la conexión de los sótanos. Esta fue una reunión de 30 minutos.

3.5.3.4 Control semanal

El control semanal se realiza el día 7 de junio del 2022 de las actividades realizadas entre 30 de junio del 2022 y el 6 de julio del 2022 se hace con el objetivo de ir revisando actividad por actividad y preguntar si se ha podido cumplir con los compromisos adquiridos por cada uno de los subcontratistas.

Con estos datos se pueden calcular el porcentaje de cumplimiento de actividades, en esta semana estaban planificadas 28 actividades libres de restricciones y el total de cumplimiento fueron 24, es decir el 14% de actividades no se cumplen, además se recogen datos de las razones de no cumplimiento.

La razón de no cumplimiento más repetida también es la de Coordinación y comunicación de plan.

Tabla 3.11 Control semanal semana 3

| TAREA | Est | Jue | Vie | Sab | Dom | Lun | Mar | Mie | Completo (SI o NO) | Razon Variacion (analisis) | Directivas | | Prerequisitos | | | Recursos | | | | Procesos | | Cond ic Física s |
|--|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------|-----------------------|------------------------------|----------|----------|--------|--------------------|---------|---------------------------|
| | | | | | | | | | | | Preguntas sin respu esta | Plano s o espe c. inco | Coord. y comu nic. plan | Cambios al traba jo | Otros traba jos | Req. de infor madon | Muestras | Material | Equipo | Mano de obra | Espacio | |
| SUBCONTRATISTA 1 - ELECTRICO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| COLOCAR DIMER DEPARTAMENTO 703 | 100% | | | | | | | | SI | | | | | | | | | | | | | |
| INSTALACION DE DUCTOS | 100% | | | | | | | | SI | | | | | | | | | | | | | |
| TIMBRAR PARA HACER OBRA CIVIL DE TRANSFORMADOR | 100% | | | | | | | | SI | | | | | | | | | | | | | |
| SUBCONTRATISTA 2-MAMPOSTERIA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| COLOCAR FIBROCEMENTO EN GRADAS DE EMERGENCIA | 0% | | | | | | | | NO | No se coordinó con equipo de arquitectos | | X | | | | | | | | | | |
| INSTALAR GYPSUM DEP 201 | 100% | | | | | | | | SI | | | | | | | | | | | | | |
| HACER PRUEBAS DE COLOR EN SUBSUELO | 100% | | | | | | | | SI | | | | | | | | | | | | | |
| MANO DE PINTURA 601 Y 501 | 100% | | | | | | | | SI | | | | | | | | | | | | | |
| LEVANTAR PAREDES AREA COMUN 001 Y LOBBY | 100% | | | | | | | | SI | | | | | | | | | | | | | |
| SUBCONTRATISTA 3 - MOBILIARIO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MOBILIARIO 603 503 403 303 | 100% | | | | | | | | SI | | | | | | | | | | | | | |
| INSTALAR ZÓCALO 601 501 401 | 100% | | | | | | | | SI | | | | | | | | | | | | | |
| MOBILIARIO DEPARTAMENTO 802 LLEGA A LA OBRA | 0% | | | | | | | | NO | PROBLEMAS DE FABRICA EN QUITO | | X | | | | | | | | | | |
| CAMBIOS 203 | 100% | | | | | | | | SI | | | | | | | | | | | | | |
| SUBCONTRATISTA 4 - HIDROSANITARIA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CONEXIÓN BAJANTES DE AGUA LLUVIA | 100% | | | | | | | | SI | | | | | | | | | | | | | |
| CONEXIÓN DESAGUES SÓTANOS | 0% | | | | | | | | NO | FALLA EN CONEXIONES | | X | | | | | | | | | | |
| TERMOTANQUES (MATRICES, DUCTOS) (1 MES) | 80% | | | | | | | | SI | | | | | | | | | | | | | |
| RED DE INCENDIOS 001 Y AREA COMUNAL | 100% | | | | | | | | SI | | | | | | | | | | | | | |
| SUBCONTRATISTA 5-RFV | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| REVISAR SISTEMA DE RECIRCULACION | 100% | | | | | | | | SI | | | | | | | | | | | | | |
| 804 TERMINAR PISO PARA MUEBLES | 100% | | | | | | | | SI | | | | | | | | | | | | | |
| ENTREGA DE CHAPAS DE PUERTAS | 0% | | | | | | | | NO | NO ENTREGA PROVEEDOR | | | | | X | | | | | | | |
| MURO DE CERRAMIENTO | 50% | | | | | | | | SI | | | | | | | | | | | | | |
| PORCELANATO PASILLOS 3 4 5 | 70% | | | | | | | | SI | | | | | | | | | | | | | |
| ASENSOR | 40% | | | | | | | | SI | | | | | | | | | | | | | |
| SUBCONTRATISTA 6-ARQUITECTOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DISEÑO LOCAL 001 | 100% | | | | | | | | SI | | | | | | | | | | | | | |
| TRÁMITE PROPIEDAD HORIZONTAL | 100% | | | | | | | | SI | | | | | | | | | | | | | |
| DISEÑOS AREA COMUNAL, MUEBLES E ILUMINACIÓN | 100% | | | | | | | | SI | | | | | | | | | | | | | |
| SUBCONTRATISTA 9 - DOMÓTICA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| COORDINAR SEGURIDAD Y CONTROL DE ACCESOS | 100% | | | | | | | | SI | | | | | | | | | | | | | |
| SUBCONTRATISTA 8 - VENTANAS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| REVISION DE MEDIDAS AREA COMÚN | 100% | | | | | | | | SI | | | | | | | | | | | | | |
| LLEGA A OBRA HIERRO PLANTA 8 | 100% | | | | | | | | SI | | | | | | | | | | | | | |
| MEDIDAS DE PASILLOS VENTANAS | 100% | | | | | | | | SI | | | | | | | | | | | | | |

Fuente: Elaboración propia

3.5.4 Semana 4

La tercera semana en la que se aplicó *Last Planner System* con sus respectivas mejoras inicia el 14 de julio del 2022 y termina el 20 de julio del 2022. La reunión semanal se la realizó el jueves 14 de julio del 2022 sin ausencias. Además, la reunión tuvo una duración aproximada 1 hora con 55 minutos.

La reunión se inició con la revisión de las actividades que habían sido comprometidas la anterior semana anterior. El siguiente paso fue revisar en base al plan *look ahead* cuales de las restricciones ya habían sido liberadas para saber qué actividades se pueden programar.

Finalmente se realiza el plan semanal con todos los presentes se verifica que los plazos estén acorde a plan *look ahead*.

A continuación, se muestra las tablas del análisis de restricciones, planificación semanal, reunión de revisión de tareas y finalmente el control semanal con sus respectivos indicadores de Porcentaje de Plan Cumplido y las Razones de Plan Cumplido.

3.5.4.1 Análisis de restricciones

Para la cuarta semana que inicia el 14 de julio del 2022 y termina el 20 de julio del 2022. En base al plan *look ahead*, se realizó el análisis de restricciones en conjunto con los últimos planificadores de manera colaborativa, en total se pudieron levantar 28 de las 30 restricciones para esa semana, es decir, esas 28 tareas entrarán la planificación semanal.

El 93% de restricciones se pudo levantar, en esta semana se logra liberar la instalación de puertas, sin embargo, debido a la falta de chapas todavía no se puede iniciar con la domótica.

Tabla 3.12 Análisis de restricciones semana 4

| TAREA | Completo (SI o NO) | Preguntas sin respuesta | Planos o espec. incomp. | Coord. y comunic. plan | Cambios al trabajo | Otras tareas | Prerrequisitos | | Recursos | | | | Procesos | | | Observación | |
|--|--------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|--------------------|--------------|---------------------|----------|----------|--------|--------------|---------|----------|----------|-------------------|-------------|--|
| | | | | | | | Req. de información | Muestras | Material | Equipo | Mano de obra | Espacio | Subcont | Cuadilla | Equipo / Material | | Condic. Fisicas |
| ESTEBAN PALACIOS - ELECTRICO | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| CABLEADO | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| TENDER MATRICES Y ACOMETIDAS A LOS DEPARTAMENTOS | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| LEGA TRANSFORMADOR AL PROYECTO | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| ANGEL MONTAÑO-IMPASTERIA | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| COLOCAR FIBROCEMENTO EN GRADAS DE EMERGENCIA | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| NO | NO | NO | NO | NO | NO | NO | NO | NO | NO | NO | NO | NO | NO | NO | NO | NO | |
| ARREGLAR DAÑO EN FACHADA | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| HAZER NUEVAS PRUEBAS DE COLOR EN SUBSUELO | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| ENLUCIDO AREA COMUNA 001 Y LOBBY | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| PRUEBAS DE COLOR PARA GRADAS DE EMERGENCIA | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| MARIA ISABEL MANZANO - MAIDRAL | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| MOBILIARIO DEPARTAMENTO 802 LLEGA A LA OBRA | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| 802-804 703 VIENE JUEVES | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| INSTALAR ZÓCALO 205 | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| IVAN BRAVO - SEGASA | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| CONEXIÓN DESAGÜES SÓTANOS | NO | NO | NO | NO | NO | NO | NO | NO | NO | NO | NO | NO | NO | NO | NO | NO | Fallas de coordinación con la fábrica |
| ROCIADORES PLANTA BAJA | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| TERMOTANQUES (MATRICES, DUCTOS) (1 MES) | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| RED DE INCENDIOS 002 | NO | NO | NO | NO | NO | NO | NO | NO | NO | NO | NO | NO | NO | NO | NO | NO | |
| VLADIMIR CARRASCO-REV | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| MURO DE FERRAMIENTO | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| PORCELANATO PASILLOS 3.4.5 | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| ASCENSOR | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| OBRA CIVIL TRANSFORMADOR | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| INSTALAR CHAPAS DE PUERTAS | NO | NO | NO | NO | NO | NO | NO | NO | NO | NO | NO | NO | NO | NO | NO | NO | |
| PERGOLA 701 | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| FIBRO ESPINOSA-ARQUITECTOS | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| NUOVO DISEÑO POR AMPULACIÓN 001 | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| REDESAR AREA COMUNAL, MUEBLES E ILUMINACIÓN | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| PRUEBAS DE COLOR PARA GRADAS DE EMERGENCIA | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| HAZER NUEVAS PRUEBAS DE COLOR EN SUBSUELO | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| IVAN CARLES TAPIA-PIERBAS | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| INSTALACION DE PUERTAS | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| DOMOTICA | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| INICIAR EN DEPARTAMENTOS | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | No se cierran puertas de departamentos |
| ROBERTO CASTILLO-VENTANAS | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| INSTALAR TIERRISTOS DE PLANTA 8 | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| LEGA A OBRA PLANTA 7 | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |

Fuente: Elaboración propia

actividades que eran las más importantes que se terminen para poder cumplir con los plazos que se habían anotado en la planificación.

Esta semana se ayudó a organizar una reunión de Ángel Montaña con los arquitectos para definir detalles sobre el fibrocemento en las gradas de emergencia y las pruebas de color en los subsuelos. También se llamó a presionar a los subcontratistas para la entrega urgente de las chapas de las puertas principales de los departamentos. Se revisó el estado de la instalación de puertas, la instalación de los hierros para las ventanas y se analizaron detalles de un nuevo diseño para una aplicación de un local. Esta fue una reunión de 1 hora.

3.5.4.4 Control semanal

El control semanal se realiza el día 7 de junio del 2022 de las actividades realizadas entre 30 de junio del 2022 y el 6 de julio del 2022 se hace con el objetivo de ir revisando actividad por actividad y preguntar si se ha podido cumplir con los compromisos adquiridos por cada uno de los subcontratistas.

Con estos datos se pueden calcular el porcentaje de cumplimiento de actividades, en esta semana estaban planificadas 28 actividades libres de restricciones y el total de cumplimiento fueron 24, es decir el 14% de actividades no se cumplen, además se recogen datos de las razones de no cumplimiento.

La razón de no cumplimiento más repetida nuevamente es la de Coordinación y comunicación de plan.

Tabla 3.14 Control semana 4

| Actividad | Est. | Jue | Vie | Sab | Dom | Lun | Mar | Mie | Comp (Si o No) | Razon Variacion (Analisis) | Preguntas sin especificaciones | Directivas | | Prerequisitos | | Recursos | | Procesos | | |
|---|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------------------|--|--------------------------------|------------|-------|---------------|-------|----------|-------|----------|------|------|
| | | | | | | | | | | | | Coord | Combi | Req | Muest | Maro | Equip | Practi | Subo | Equi |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SUBCONTRATISTA 1- ELECTRICO | 90% | | | | | | | | SI | | | | | | | | | | | |
| CAILADO | 100% | | | | | | | | SI | | | | | | | | | | | |
| TENER MATRICES Y ACOMETIDAS A LOS DEPARTAMENTOS | 100% | | | | | | | | SI | | | | | | | | | | | |
| LLEGA TRANSFORMADOR AL PROYECTO | 100% | | | | | | | | SI | | | | | | | | | | | |
| SUBCONTRATISTA 2- MAMPUESTERIA | 50% | | | | | | | | SI | | | | | | | | | | | |
| COLOCAR FIBROCEMENTO EN GRADAS DE EMERGENCIA | 0% | | | | | | | | NO | FACTORES CLIMATICOS IMPIDIERON REALIZARLO | | | | | | | | | | X |
| ARREGAR DADO EN Fachada | 0% | | | | | | | | NO | | | | | | | | | | | |
| REPARAR TUBERIA EN SUBSUELO | 100% | | | | | | | | SI | | | | | | | | | | | |
| REALIZAR COMARCADO Y ENBAY | 100% | | | | | | | | SI | | | | | | | | | | | |
| PRUEBAS DE COOR PARA GRADAS DE EMERGENCIA | 100% | | | | | | | | SI | | | | | | | | | | | |
| SUBCONTRATISTA 3- MOBILIARIO | 100% | | | | | | | | SI | | | | | | | | | | | |
| MOBILIARIO DEPARTAMENTO 802 LLEGA A LA OBRA | 100% | | | | | | | | SI | | | | | | | | | | | |
| INSTALAR ZOCALO 205 | 100% | | | | | | | | SI | | | | | | | | | | | |
| SUBCONTRATISTA 4- HIGRO SANITARIA | 50% | | | | | | | | NO | CONTINUAN PROBLEMAS DE CONEXION | | | | | | | | | | |
| REVISAR PLANOS | 100% | | | | | | | | SI | | | | | | | | | | | |
| REGLAR EN PLANTA 804 | 100% | | | | | | | | SI | | | | | | | | | | | |
| TERMINAR PUJES (MATRICES, DUCTOS) (1 MES) | 100% | | | | | | | | SI | | | | | | | | | | | |
| RED DE INCENDIOS 002 | 0% | | | | | | | | NO | NO SE HA COORDINADO CON EL EQUIPO DE TRABAJO | | | | | | | | | | |
| SUBCONTRATISTA 5-RV | 90% | | | | | | | | SI | | | | | | | | | | | |
| MURO DE CERRAMIENTO | 100% | | | | | | | | SI | | | | | | | | | | | |
| POSEEJAMTO PASILLOS 3 145 | 100% | | | | | | | | SI | | | | | | | | | | | |
| REVISAR PLANOS | 100% | | | | | | | | SI | | | | | | | | | | | |
| OBRA CIVIL TRANSFORMADOR | 100% | | | | | | | | SI | | | | | | | | | | | |
| ENTREGA DE CHAPAS DE PUERTAS | 60% | | | | | | | | NO | NO ENTREGA CHAPA EL PROVEEDOR | | | | | | | | | | X |
| PERGOLA 701 | 50% | | | | | | | | SI | | | | | | | | | | | |
| SUBCONTRATISTA 6- ARQUITECTOS | 100% | | | | | | | | SI | | | | | | | | | | | |
| INICIO DISEÑO POR AMPLIACION 001 | 100% | | | | | | | | SI | | | | | | | | | | | |
| REDISEÑAR AREA COMUNAL, MOBILIES E ILUMINACION | 100% | | | | | | | | SI | | | | | | | | | | | |
| REVISAR PLANOS | 100% | | | | | | | | SI | | | | | | | | | | | |
| REVISAR PLANOS DE PLANTA | 100% | | | | | | | | SI | | | | | | | | | | | |
| HAZER PUJAS PRUEBAS DE COLOR EN SUBSUELO | 100% | | | | | | | | SI | | | | | | | | | | | |
| SUBCONTRATISTA 7- PUERTAS | 100% | | | | | | | | SI | | | | | | | | | | | |
| INSTALACION DE PUERTAS | 100% | | | | | | | | SI | | | | | | | | | | | |
| SUBCONTRATISTA 8- VENTANAS | 50% | | | | | | | | SI | | | | | | | | | | | |
| INSTALAR HIERROS DE PLANTA 8 | 50% | | | | | | | | SI | | | | | | | | | | | |
| LLEGA A OBRA PLANTA 7 | 100% | | | | | | | | SI | | | | | | | | | | | |

Fuente: Elaboración propia

3.5.5 Semana 5

La tercera semana en la que se aplicó *Last Planner System* con sus respectivas mejoras inicia el 21 de julio del 2022 y termina el 27 de julio del 2022. La reunión semanal se la realizó el jueves 21 de julio del 2022 sin ausencias. Además, la reunión tuvo una duración aproximada 1 hora.

La reunión se inició con la revisión de las actividades que habían sido comprometidas la anterior semana anterior. El siguiente paso fue revisar en base al plan *look ahead* cuales de las restricciones ya habían sido liberadas para saber qué actividades se pueden programar. Finalmente se realiza el plan semanal con todos los presentes se verifica que los plazos estén acorde a plan *look ahead*.

A continuación, se muestra las tablas del análisis de restricciones, planificación semanal, reunión de revisión de tareas y finalmente el control semanal con sus respectivos indicadores de Porcentaje de Plan Cumplido y las Razones de Plan Cumplido.

3.5.5.1 Análisis de restricciones

Para la quinta semana que inicia el 21 de julio del 2022 y termina el 27 de julio del 2022. En base al plan *look ahead*, se realizó el análisis de restricciones en conjunto con los últimos planificadores de manera colaborativa, en total se pudieron levantar 26 de las 29 restricciones para esa semana, es decir, esas 26 tareas entrarán la planificación semanal.

El 89% de restricciones se pudo levantar, Se siguen colocando puertas, sin embargo, no se inicia la domótica porque se van a instalar las chapas. Además, no se puede instalar hierros de ventanas en planta 7 por falta de avance en obra.

Tabla 3.15 Análisis de restricciones semana 5

| TAREA | Completo (Si o No) | Preguntas sin respuesta | Directivas | | Prerequisitos | | Recursos | | | Procesos | | | | Observacion | | |
|--|--------------------|-------------------------|-----------------------------|------------------------|--------------------|--------------|---------------------|----------|----------|----------|---------------|---------|---------|-------------|-----------|---------------------------|
| | | | Planos o espec. incompletos | Coord. y comunic. plan | Cambios al trabajo | Otros tareas | Req. de informacion | Muestras | Material | Equipo | Metro de obra | Espacio | Subcont | | Cuadrilla | Equipo/Material |
| SUBCONTRATISTA 1- ELECTRICO | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| CABLEADO | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| CONEXIONES ELECTRICAS SALA COMUNAL | SI | SI | NO | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| CONEXIONES ELECTRICAS PASADIZO | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| SUBCONTRATISTA 2- PINTOR | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| COLOCAR FIBROCEMENTO EN GRADAS DE EMERGENCIA | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| PINTAR SUSUELOS | NO | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| ASEGURADO DE PLANCHAS DE FIBROCEMENTO EN GRADA DE EMERGENCIA | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| NUEVAS MUESTRAS DE COLOR PARA GRADAS DE EMERGENCIA | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| OPSPUM LOBBY | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| ARREGLAR DAÑO EN FACHADA | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| SUBCONTRATISTA 3- MOBILIARIO | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| MOBILIARIO 403 | SI | SI | SI | NO | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | Problemas con fabricacion |
| MOBILIARIO 405 | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| COLOCAR ZOCALDO 606 606 506 506 405 405 Y 407 | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| INSTALAR 101 | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| INSTALAR 104 | NO | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| SUBCONTRATISTA 4- HIDROSANITARIA | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| CONEXION DESAGUES 107ANOS | NO | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| RED DE INCENDIOS 002 | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| DUCTO DE VENTILACION 001 | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| SUBCONTRATISTA 5- RFY | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| ENTREGA DE CHAPAS DE PUERTAS | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| PERGOLA 701 | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| ASCENSOR | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| PORCELANATO PASILLO 2 | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| INSTALACION DE HIERROS JARDINES | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| INSTALACION DE HIERROS PASADIZO | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| SUBCONTRATISTA 6- ARQUITECTOS | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| VERIFICAR ESTADO DE TRAMITE DE PROPIEDAD HORIZONTAL | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| PLANOS ELECTRICOS SALA COMUNAL | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| SUBCONTRATISTA 7- PUERTAS | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| INSTALACION DE PUERTAS | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| SUBCONTRATISTA 9- DOMOTICA | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| INSTALAR DOMOTICA | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | No se han cerrado puertas |
| SUBCONTRATISTA 8- VENTANAS | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| INSTALAR HIERROS DE PLANTA 8 | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| SUBCONTRATISTA 8- VENTANAS | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| INSTALAR HIERROS DE PLANTA 7 | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | Esperando avance de obra |

Fuente: Elaboración propia

3.5.5.2 Planificación semanal

Una vez analizadas las restricciones es posible ver cuáles son las tareas que si se pueden realizar para organizar la planificación de la segunda semana. Esta planificación se llevó a cabo presencialmente el día 21 de julio de 2022 donde el total de actividades son 25, en la tabla de Excel se detalla cuáles son los equipos responsables y que días se trabajarán en ellas.

Mientras se desarrollan las reuniones el autor de este trabajo graba un audio de toda la reunión para revisarlo posteriormente.

actividad por actividad y preguntar si se ha podido cumplir con los compromisos adquiridos por cada uno de los subcontratistas.

Con estos datos se pueden calcular el porcentaje de cumplimiento de actividades, en esta semana estaban planificadas 25 actividades libres de restricciones y el total de cumplimiento fueron 22, es decir el 12% de actividades no se cumplen, además se recogen datos de las razones de no cumplimiento.

La razón de no cumplimiento más repetida es la de Planos o especificaciones incompletas, sigue apareciendo la Coordinación y comunicación de plan.

Tabla 3.17 Control semanal 5

| TAREA | Est. | Jue | Vie | Sab | Dom | Lun | Mar | Mie | Com pleto (Si o No) | Razon Variacion (analisis) | Presj unta s sin espera | Directivas Coord y blo s al tare | Prerequisitos Otro Rech s de Vive for tras enral | Recursos | | Procesos | | |
|--|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|---|---|-------------------|------------|-------------------|------------|--------------------------------------|
| | | | | | | | | | | | | | | Man de obra | Equi po | Man de obra | Equi po | Practica de Cua Enti dad |
| SUBCONTRATISTA 1 - ELECTRICO | 100% | | | | | | | | SI | | | | | | | | | |
| CABLEADO | 100% | | | | | | | | SI | | | | | | | | | |
| LLEGA A OBRA GENERADOR | 100% | | | | | | | | SI | | | | | | | | | |
| SUBCONTRATISTA 2-MAESTRIA | 0% | | | | | | | | NO | PROBLEMAS DE HUMEDAD | X | | | | | | | |
| COLOCAR FIBROCEMENTO EN GRADAS DE EMERGENCIA | 100% | | | | | | | | SI | | | | | | | | | |
| PINTAR SUBSUELOS | 100% | | | | | | | | SI | | | | | | | | | |
| ASEGURADO DE PLANCHAS DE FIBROCEMENTO EN GRADA DE EMERGENCIA | 100% | | | | | | | | SI | | | | | | | | | |
| NUEVAS MUESTRAS DE COLOR PARA GRADAS DE EMERGENCIA | 100% | | | | | | | | SI | | | | | | | | | |
| GYSPIUM LOBBY | 100% | | | | | | | | SI | | | | | | | | | |
| ARREGLAR DAÑO EN FACHADA | 100% | | | | | | | | SI | | | | | | | | | |
| SUBCONTRATISTA 3 - MOBILIARIO | 100% | | | | | | | | SI | | | | | | | | | |
| MOBILIARIO 403 | 33% | | | | | | | | SI | | | | | | | | | |
| COLOCA ZOCALO 605 506 505 506 405 406 Y 407 | 100% | | | | | | | | SI | | | | | | | | | |
| CLOSETS 102 201 | 100% | | | | | | | | SI | | | | | | | | | |
| INSTALAR 104 | 0% | | | | | | | | NO | MAL COORDINADO SUBCONTRATISTA | X | | | | | | | |
| SUBCONTRATISTA 4 - HIDROSANTARIA | 20% | | | | | | | | NO | CONTINUAN PROBLEMAS DE CONEXIONES | X | | | | | | | |
| CONEXION DESAGUES SOTANOS | 100% | | | | | | | | SI | | | | | | | | | |
| RED DE INCENDIOS 002 | 100% | | | | | | | | SI | | | | | | | | | |
| DUCTO DE VENTILACION 001 | 100% | | | | | | | | SI | | | | | | | | | |
| SUBCONTRATISTA 5-RFV | 100% | | | | | | | | SI | | | | | | | | | |
| ENTREGA DE CHAPAS DE PUERTAS | 100% | | | | | | | | SI | | | | | | | | | |
| PERGOLA 701 | 100% | | | | | | | | SI | | | | | | | | | |
| ASCENSOR | 80% | | | | | | | | SI | | | | | | | | | |
| PORCELANATO PASILLO 2 | 100% | | | | | | | | SI | | | | | | | | | |
| MOVIMIENTO DE TIERRAS JARDINES | 40% | | | | | | | | SI | | | | | | | | | |
| MURO DE CERRAMIENTO | 100% | | | | | | | | SI | | | | | | | | | |
| SUBCONTRATISTA 6-ARQUITECTOS | 100% | | | | | | | | SI | | | | | | | | | |
| VERIFICAR ESTADO DE TRAMITE DE PROPIEDAD HORIZONTAL | 100% | | | | | | | | SI | | | | | | | | | |
| PLANOS ELECTRICOS SALA COMUNAL | 100% | | | | | | | | SI | | | | | | | | | |
| SUBCONTRATISTA 7-PUERTAS | 20% | | | | | | | | SI | | | | | | | | | |
| INSTALACION DE PUERTAS | 100% | | | | | | | | SI | | | | | | | | | |
| SUBCONTRATISTA 8 - VENTANAS | 20% | | | | | | | | SI | | | | | | | | | |
| INSTALAR TIERROS DE PLANTA 8 | 100% | | | | | | | | SI | | | | | | | | | |

Fuente: Elaboración propia

3.5.6 Semana 6

La tercera semana en la que se aplicó *Last Planner System* con sus respectivas mejoras inicia el 28 de julio del 2022 y termina el 3 de agosto del 2022. La reunión semanal se la realizó el jueves 18 de julio del 2022 sin ausencias. Además, la reunión tuvo una duración aproximada 50 minutos.

La reunión se inició con la revisión de las actividades que habían sido comprometidas la anterior semana anterior. El siguiente paso fue revisar en base al plan *look ahead* cuales de las restricciones ya habían sido liberadas para saber qué actividades se pueden programar. Finalmente se realiza el plan semanal con todos los presentes se verifica que los plazos estén acorde a plan *look ahead*.

A continuación, se muestra las tablas del análisis de restricciones, planificación semanal, reunión de revisión de tareas y finalmente el control semanal con sus respectivos indicadores de Porcentaje de Plan Cumplido y las Razones de Plan Cumplido.

3.5.6.1 Análisis de restricciones

Para la sexta semana que inicia el 28 de julio del 2022 y termina el 3 de agosto del 2022. En base al plan *look ahead*, se realizó el análisis de restricciones en conjunto con los últimos planificadores de manera colaborativa, en total se pudieron levantar 27 de las 28 restricciones para esa semana, es decir, esas 27 tareas entrarán la planificación semanal.

El 96% de restricciones se pudo levantar, departamentos con chapas, sin embargo, falta la segunda mano de pintura por lo tanto no se puede iniciar pintura.

3.5.6.2 Planificación semanal

Una vez analizadas las restricciones es posible ver cuáles son las tareas que si se pueden realizar para organizar la planificación de la segunda semana. Esta planificación se llevó a cabo presencialmente el día 28 de julio de 2022 donde el total de actividades son 28, en la tabla de Excel se detalla cuáles son los equipos responsables y que días se trabajarán en ellas.

Mientras se desarrollan las reuniones el autor de este trabajo graba un audio de toda la reunión para revisarlo posteriormente.

Tabla 3.19 Planificación semana 6

| TAREA | Días | | | | | | | Directivos | | | Prerequisitos | | | | Recursos | | | | Procesos | | | | |
|---|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------------------------|------------------------|------------------------|--------------------|--------------|---------------------|----------|----------|--------|--------------|---------|----------|----------|-------------------|----------------|--|
| | Jue | Vie | Sab | Dom | Lun | Mar | Mié | Preguntas sin respuesta | Plano o espec. incomp. | Coord. y comunic. plan | Cambios al trabajo | Otros tareas | Req. de información | Muestras | Material | Equipo | Mano de obra | Espacio | Subcont | Cuadilla | Equipo / Material | Condic. Físico | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SUBCONTRATISTA 1- ELECTRICO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CONEXIONES ELECTRICAS 001 Y 002 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| COLOCAR TRANSFORMADOR EN LA BASE | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CONEXIONES ELECTRICAS A SALA COMUNAL | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| INSTALAR PLACAS E ILUMINACION | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TRAZAR PARA OBRA CIVIL DE VEREDA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SUBCONTRATISTA 2- MANOPOSTERA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PINTAR SUBUELOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MANO FINAL DE PINTURA EN DEPARTAMENTOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| EMPASTAR PAREDES DE FREGADEROS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ENLUCIDO 002 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FACHALETAS 002 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DETALLE DE CERRAMIENTO SOBRE 002 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SUBCONTRATISTA 3 - MOBILIARIO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 802 800 700 VITRE JUVES | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| INSTALAR 104 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| COLOCAR ZOCALO 605-606-505-506-405-406 Y 407 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SUBCONTRATISTA 4 - HIDROSANITARIA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CONEXIÓN DESAGÜES SOTANOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| VERIFICAR ESTADO PANELES SOLARES | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MATRICES DESDE MEDIDORES | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SUBCONTRATISTA 5-REV | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ASENSOR | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| COLOCAR CERRAMIENTO LATERAL | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| POBILAMADO PASILLO 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MOVIMIENTO DE TIERRAS JARDINES | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| COMPLETAR LOSA DE SUBSUELO 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SUBCONTRATISTA 6-ARQUITECTOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| VERIFICAR ESTADO DE TRAMITE DE PROPIEDAD HORIZONTAL | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DISEÑOS DE PLANTA BAJA, JARDINERAS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SUBCONTRATISTA 7- PUERTAS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| INSTALACION DE PUERTAS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SUBCONTRATISTA 8- VENTANAS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| HIERROS PLANTA 7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PREPARAR MUESTRA PARA TERMINADO DE HIERROS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Fuente: Elaboración propia

3.5.6.3 Reunión de Revisión

El día martes 2 de agosto del 2022 no se pudo dar inicio a la reunión debido a ocupaciones del residente y el ingeniero. Sin embargo, al siguiente día se conversó por Whatsapp para revisar cuales eran esas actividades necesarias de revisar y el ingeniero Vladimir hizo las respectivas llamadas.

3.5.6.4 Control semanal

El control semanal se realiza el día 7 de junio del 2022 de las actividades realizadas entre 30 de junio del 2022 y el 6 de julio del 2022 se hace con el objetivo de ir revisando actividad por actividad y preguntar si se ha podido cumplir con los compromisos adquiridos por cada uno de los subcontratistas.

Con estos datos se pueden calcular el porcentaje de cumplimiento de actividades, en esta semana estaban planificadas 27 actividades libres de restricciones y el total de cumplimiento fueron 26, es decir el 4% de actividades no se cumplen, además se recogen datos de las razones de no cumplimiento.

La única razón de no cumplimiento esta semana es la de Coordinación y comunicación de plan.

3.5.7 Semana 7

La tercera semana en la que se aplicó *Last Planner System* con sus respectivas mejoras inicia el 4 de agosto del 2022 y termina el 10 de agosto del 2022. La reunión semanal se la realizó el jueves 4 de agosto del 2022 sin ausencias. Además, la reunión tuvo una duración aproximada de 2 horas.

La reunión se inició con la revisión de las actividades que habían sido comprometidas la anterior semana anterior. El siguiente paso fue revisar en base al plan *look ahead* cuales de las restricciones ya habían sido liberadas para saber qué actividades se pueden programar. Finalmente se realiza el plan semanal con todos los presentes se verifica que los plazos estén acorde a plan *look ahead*.

A continuación, se muestra las tablas del análisis de restricciones, planificación semanal, reunión de revisión de tareas y finalmente el control semanal con sus respectivos indicadores de Porcentaje de Plan Cumplido y las Razones de Plan Cumplido.

3.5.7.1 Análisis de restricciones

Para la séptima semana que inicia el 4 de agosto del 2022 y termina el 10 de agosto del 2022. En base al plan *look ahead*, se realizó el análisis de restricciones en conjunto con los últimos planificadores de manera colaborativa, en total se pudieron levantar 24 de las 24 restricciones para esa semana

El 100% de restricciones se pudo levantar, finalmente se puede iniciar con la instalación de la domótica en los departamentos.

Tabla 3.21 Análisis de restricciones semana 7

| TAREA | Completo (SI o NO) | Directivas | | | Prerequisitos | | Recursos | | | | Procesos | | | | Observación | | |
|--|--------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|--------------------|--------------|---------------------|----------|----------|--------|--------------|---------|---------------------|-----------|-------------|-------------------|-----------------|
| | | Preguntas sin respuesta | Planos o espec. Incomp. | Coord. y comunic. plan | Cambios al trabajo | Otros tareas | Req. de información | Muestras | Material | Equipo | Mano de obra | Espacio | Practica de Trabajo | | | Equipo / Material | Condic. Físicas |
| | | | | | | | | | | | | | Subcont. | Cuadrilla | | | |
| SUBCONTRATISTA 1 - ELÉCTRICO | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| INSTALAR PLACA E ILUMINACION | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| ACOMETIDA | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| COTIZAR DUCTO DE VENTILACION | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| SUBCONTRATISTA 2- MAESTRIA | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| MAÑO FINAL DE PINTURA EN DEPARTAMENTOS | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| FABRICAR BODEGA DESOTAMOS | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| COLOCAR FIBROCEMENTO DE LOBBY EN CUBIERTA | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| TERMINAR ENTRADA DE ASCENSORES | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| SUBCONTRATISTA 3 - MOBILIARIO | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| COLOCAR ZOCALDO 605 606 505 506 405 406 Y 407 | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| CLOSETS 102 FALTA FABRICA | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| 804 Y 103 LLEGAN A OBRA | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| SUBCONTRATISTA 4 - HIDROSANITARIA | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| COLOCAR PIEZAS SANITARIAS | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| MATRIZ DE AGUA FRIA MIERCOLES | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| SUBCONTRATISTA 5- RFV | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| ASCENSOR | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| COLOCAR CERRAMIENTO LATERAL | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| PORCELANATO PASILLO 1 | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| MOVIMIENTO DE TIERRAS JARDINES | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| COMPLETAR LOSA DE SUBSUELO 1 | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| SUBCONTRATISTA 6- ARQUITECTOS | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| DISEÑOS PASAMANOS | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| MURAL DE ENTRADA LOBBY | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| SUBCONTRATISTA 7- PUERTAS | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| INSTALACION DE PUERTAS | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| SUBCONTRATISTA 9 - DOMOTICA | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| INSTALAR DOMOTICA | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| SUBCONTRATISTA 8 - VENTANAS | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| EMPIEZA PRODUCCION DE VENTANALES FRONTALES DE PASILLOS | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| HIERROS PLANTA 7 | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |

Fuente: Elaboración propia

3.5.7.2 Planificación semanal

Una vez analizadas las restricciones es posible ver cuáles son las tareas que si se pueden realizar para organizar la planificación de la segunda semana. Esta planificación se llevó a cabo presencialmente el día 4 de agosto de 2022 donde el total de actividades son 24, en la tabla de Excel se detalla cuáles son los equipos responsables y que días se trabajarán en ellas

Mientras se desarrollan las reuniones el autor de este trabajo graba un audio de toda la reunión para revisarlo posteriormente.

Tabla 3.22 Planificación semana 7

| TAREA | Días | | | | | | | Requisitos | | | | Procesos | | | | | |
|---|-------------------------|-------------------------|------------------------|--------------------|--------------------------|---------------------|---------|------------|----------|--------|--------------|----------|---------------------|-----------------|-----------------|--|--|
| | Jue | Vie | Sab | Dom | Lun | Mar | Mie | Muestras | Material | Equipo | Mano de obra | Español | Práctica de Trabajo | | | | |
| | Preguntas sin respuesta | Planes o espec. Incomp. | Coord. y comunic. plan | Cambios al trabajo | Otros presc. información | Req. de información | Subcont | | | | | | Cuadilla | Equipo/Material | Condic. Fisicas | | |
| SUBCONTRATISTA 1 - ELECTRICO | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| INSTALAR PLACA E ILUMINACION | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ACOMETIDA | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| COTIZAR DUCTO DE VENTILACION | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SUBCONTRATISTA 2-MAIMPOSTERIA | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MANO FINAL DE PINTURA EN DEPARTAMENTOS | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FABRICAR BODEGA DE SOTANOS | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| COLOCAR FIBROCEMENTO DE LOBBY EN CUBIERTA. | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TERMINADO ENTRADA DE A SENSORES | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SUBCONTRATISTA 3 - MOBILIARIO | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| COLOCAR ZOCALO 605.605.505.505.405 Y 407 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| COSETS 102 FALLA FABRICA | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 88 Y 103 LLEGAN A OBRA | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SUBCONTRATISTA 4 - HIDROSANITARIA | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| COLOCAR PIEZAS SANITARIAS | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MATRIZ DE AGUA FRIA MIERCOLES | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SUBCONTRATISTA 5-IRV | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ASENSOR | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| COLOCAR CERRAMIENTO LATERAL | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PORCELANATO PASILLO 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MOVIMIENTO DE TIERRAS JARDINES | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| COMPLETAR LOSA DE SUBSUELO 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SUBCONTRATISTA 6-ARQUITECTOS | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DISEREN PASAMANOS | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MURAL DE ENTRADA LOBBY | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SUBCONTRATISTA 7-PIERTOS | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| INSTALACION DE PUERTAS | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SUBCONTRATISTA 9 - DOMOTICA | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| INSTALAR DOMOTICA | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SUBCONTRATISTA 8- VENTANAS | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| EMPEZA PRODUCCION DE VENTANALES FRONTALES DE PASILLOS | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MIEMOS PLANTA 7 | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Fuente: Elaboración propia

3.5.7.3 Reunión de Revisión

El día martes 9 de agosto del 2022 inicio la reunión a las 3:50 de la tarde nos reunimos con el Ing. Vladimir Carrasco, Arq. Israel Abad y mi persona para revisar las actividades que eran las más importantes que se terminen para poder cumplir con los plazos que se habían anotado en la planificación. Además, se hizo un análisis de cumplimiento de los subcontratistas

Se revisó llamo a preguntar sobre la instalación de la domótica en los departamentos y el subcontratista encargado aseguró que a pesar de las demoras ya se tienen todas las placas programadas y se instalará más rápida que el tiempo mencionado cuando se hizo el plan maestro, se pidió rapidez en la colocación de las piezas sanitarias a Iván Bravo, y se revisó con el residente de obra la rapidez con la que fueron ejecutadas las actividades de completar las losas de subsuelo 1 y 2. Esta fue una reunión de 1 hora y media

3.5.7.4 Control semanal

El control semanal se realiza el día 7 de junio del 2022 de las actividades realizadas entre 30 de junio del 2022 y el 6 de julio del 2022 se hace con el objetivo de ir revisando actividad por actividad y preguntar si se ha podido cumplir con los compromisos adquiridos por cada uno de los subcontratistas.

Con estos datos se pueden calcular el porcentaje de cumplimiento de actividades, en esta semana estaban planificadas 24 actividades libres de restricciones y el total de cumplimiento fueron 23, es decir el 4% de actividades no se cumplen, además se recogen datos de las razones de no cumplimiento.

Igual que la semana anterior, la única razón de no cumplimiento esta semana es la de Coordinación y comunicación de plan

3.5.8 Semana 8

La tercera semana en la que se aplicó *Last Planner System* con sus respectivas mejoras inicia el 11 de agosto del 2022 y termina el 17 de agosto del 2022. La reunión semanal se la realizó el jueves 11 de agosto del 2022 sin ausencias. Además, la reunión tuvo una duración aproximada de 2 horas.

Es importante mencionar que en esta reunión se organizó una nueva reunión con todos los últimos planificadores

La reunión se inició con la revisión de las actividades que habían sido comprometidas la anterior semana anterior. El siguiente paso fue revisar en base al plan *look ahead* cuales de las restricciones ya habían sido liberadas para saber qué actividades se pueden programar. Finalmente se realiza el plan semanal con todos los presentes se verifica que los plazos estén acorde a plan *look ahead*.

A continuación, se muestra las tablas del análisis de restricciones, planificación semanal, reunión de revisión de tareas y finalmente el control semanal con sus respectivos indicadores de Porcentaje de Plan Cumplido y las Razones de Plan Cumplido.

3.5.8.1 Análisis de restricciones

Para la octava semana que inicia el 11 de agosto del 2022 y termina el 17 de junio del 2022. En base al plan *look ahead*, se realizó el análisis de restricciones en conjunto con los últimos planificadores de manera colaborativa, en total se pudieron levantar 22 de las 22 restricciones para esa semana el 100% de restricciones se pudo levantar.

Tabla 3.24 Análisis de restricciones semana 8

| TAREA | Completo (Si o No) | Preguntas sin respuesta | Directivas | | Prerequisitos | | Recursos | | | Procesos | | | | Observación | | | | | | |
|---|--------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------|--------------------|--------------|---------------------|----------|----------|----------|--------------|---------|---------------------|-------------|-----------------|---------|-----------|----|----|--|
| | | | Planos o espec. incomp. | Coord y comunic. plan | Cambios al trabajo | Otras tareas | Req. de información | Muestras | Material | Equipo | Mano de obra | Espacio | Practica de Trabajo | | Condic. Físicas | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | Equipo / Material | | | Subcont | Cuadrilla | | | |
| SUBCONTRATISTA 1- ELECTRICO | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | | |
| INSTALAR TRANSFORMADOR | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| INSTALAR GENERADOR | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| PLACAS Y LUMINARIAS | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| SUBCONTRATISTA 2-MANPOSTERIA | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| ENTRADA DE ASCENSORES | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| PINTURA FIBROCEMENTO EN GRADAS DE EMERGENCIA | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| LIMPIEZA DE DEPARTAMENTOS | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| REPLANTEO DE PARED EN LOCAL COMERCIAL | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| SUBCONTRATISTA 3- MOBILIARIO | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| LEGA A OBRA 103 503 Y 203 | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| INSTALACION DE EXTRACTORES | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| CRONOGRAMA | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| INSTALAR 804 | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| SUBCONTRATISTA 4- HIDROSANITARIA | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| MATRIZ DE AGUA FRIA MIERCOLES | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| CRONOGRAMA | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| MEDIDORES DE AGUA CALIENTE Y GAS | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| COLOCAR PIEZAS SANITARIAS | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| SUBCONTRATISTA 5-RFV | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| MOVIMIENTO DE TIERRAS JARDINES | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| TERMINAR PERGOLA JUNTO GRADA DE EMERGENCIA | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| SUBCONTRATISTA 6- ARQUITECTOS | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| SUBCONTRATISTA 7-ALBERTAS | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| NUEVO CRONOGRAMA | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| SUBCONTRATISTA 9- DOMOTICA | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| INSTALAR DOMOTICA | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| SUBCONTRATISTA 8- VENTANAS | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| EMPIEZA PRODUCCION DE VENTANALES FRONTALES DE PASILLO | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| CRONOGRAMA | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |

Fuente: Elaboración propia

3.5.8.2 Planificación semanal

Una vez analizadas las restricciones es posible ver cuáles son las tareas que si se pueden realizar para organizar la planificación de la segunda semana. Esta planificación se llevó a cabo presencialmente el día 11 de agosto de 2022 donde el total de actividades son 22, en la tabla de Excel se detalla cuáles son los equipos responsables y que días se trabajarán en ellas

Mientras se desarrollan las reuniones el autor de este trabajo graba un audio de toda la reunión para revisarlo posteriormente.

Tabla 3.25 Planificación semana 8

| TAREA | Jue. Vie. Sab. Dom. Lun. Mar. Mie. | | | | | | | Pre requisitos | | | | Recursos | | | | Procesos | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|------------------------------------|--|--|--|--|--|--|-------------------------|--|---------------------------|--|------------|--|--------------------|--|---------------------|--|---------|--|--------|--|------------|--|---------|--|----------|--|----------|--|-----------------|--|----------------|--|
| | | | | | | | | Preguntas sin respuesta | | Plano o espec. incompleto | | Directivas | | Cambios al trabajo | | Ret. de información | | Muestra | | Equipo | | Materiales | | Espacio | | Subcont. | | Cuadilla | | Equipo/Material | | Condic. Física | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SUBCONTRATISTA 1- ELECTRICO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| INSTALAR TRANSFORMADOR | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| INSTALAR GENERADOR | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PAZAS Y LUMINARIAS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SUBCONTRATISTA 2- MAMPOLISTERIA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TERMINADO ENTRADA DE ASTENSORES | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PINTAR BIPOGEMENTO ENGRABAS DE EMERGENCIA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LIMPIEZA DE DEPARTAMENTOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| REFLANTO DE PARED EN LOCAL COMERCIAL | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SUBCONTRATISTA 3- MOBILIARIO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LLEGA A OBRA 303 503 Y 203 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| INSTALACION DE EXTRACTORES | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CRONOGRAMA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| INSTALAR BOX | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SUBCONTRATISTA 4- HIDROSANITARIA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MATRIZ DE AGUA FRIA MIERCOLES | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CRONOGRAMA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ME DIDORES DE AGUA CALIENTE Y GAS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| COLOCAR PIEZAS SANITARIAS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SUBCONTRATISTA 5- RPV | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MOVIMIENTO DE TIERRAS JARDINES | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TERMINAR PERGOLA JUNTO GRADA DE EMERGENCIA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SUBCONTRATISTA 6- ARQUITECTOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SUBCONTRATISTA 7- PUERTAS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CRONOGRAMA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SUBCONTRATISTA 9- DOMOTICA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| INSTALAR DOMOTICA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SUBCONTRATISTA 8- VENTANAS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| EMPIEZA PRODUCCION DE VENTANALES FRONTALES DE PASILLOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CRONOGRAMA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Fuente: Elaboración propia

4 Resultados de aplicación de Last Planner System

Durante los dos meses de la duración de este trabajo, hubo un aproximado de 12 horas en reuniones de planificación semanal, y 6 horas en total de reuniones realizadas los días martes para la aplicación de las mejoras en la metodología LPS.

Hubo un buen porcentaje de participación de los últimos planificadores en las ocho reuniones semanales, como se ve en la tabla la mayoría de participantes cumplen con el 100% de asistencias.

Tabla 4.1 Resumen de las asistencias de cada equipo de subcontratista

| REUNIONES ASISTIDAS | |
|-----------------------------------|---|
| SUBCONTRATISTA 1 - ELECTRICO | 8 |
| SUBCONTRATISTA 2-MAMPOSTERIA | 8 |
| SUBCONTRATISTA 3 - MOBILIARIO | 7 |
| SUBCONTRATISTA 4 - HIDROSANITARIA | 6 |
| SUBCONTRATISTA 5-RFV | 8 |
| SUBCONTRATISTA 6-ARQUITECTOS | 8 |
| SUBCONTRATISTA 7-PUERTAS | 8 |
| SUBCONTRATISTA 8 - VENTANAS | 8 |
| SUBCONTRATISTA 9 - DOMÓTICA | 8 |

Fuente: Elaboración propia

4.1 Resumen de reuniones semanales

A continuación, se muestran las tablas que resumen la aplicación *de Last Planner System* en las 8 reuniones semanales:

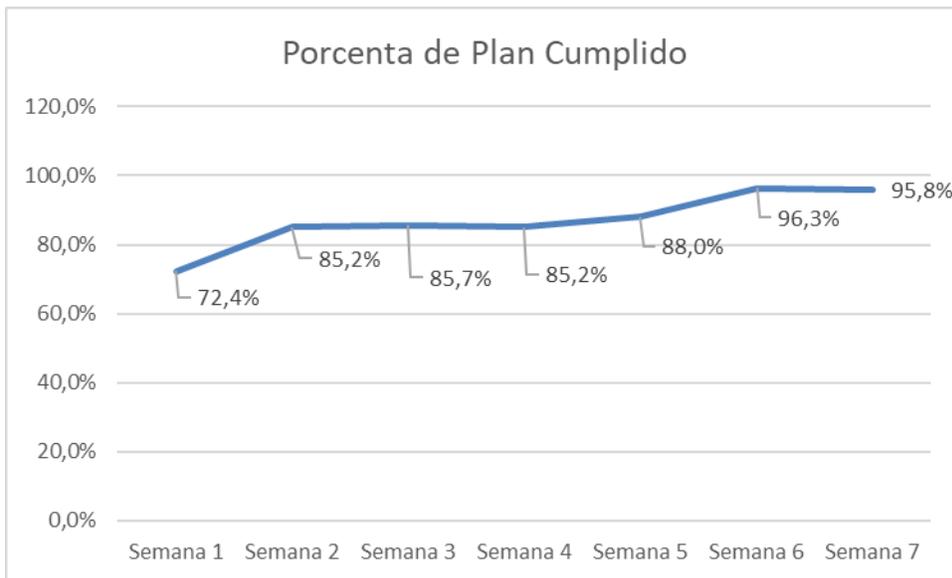
4.1.1 Porcentaje de Plan Completado (PPC)

Tabla 4.2 Tabla del Porcentaje de Plan Completado

| Porcentaje de Plan Cumplido | |
|-----------------------------|-------|
| Semana 1 | 72,4% |
| Semana 2 | 85,2% |
| Semana 3 | 85,7% |
| Semana 4 | 85,2% |
| Semana 5 | 88,0% |
| Semana 6 | 96,3% |
| Semana 7 | 95,8% |

Fuente: Elaboración propia

Figura 4.1 Resumen del porcentaje de Plan Completado



Fuente: Elaboración propia

En esta figura se puede apreciar una tendencia positiva tras la aplicación de las mejoras, la primera semana con el porcentaje más bajo de todas, esto es debido a que se desarrolló un paro nacional, a pesar de esto tiene un porcentaje de plan completado cercano al 80%, esto demuestra que gracias a la planificación que se llevaba semanas atrás basadas en LPS, las eventualidades como esta, afectan en menor medida a la obra.

Posteriormente se ve un aumento de los porcentajes de cumplimiento del plan, llegan hasta un valor muy cercano al 100% en la última semana de recolección de datos.

4.1.2 Porcentaje de cumplimiento de cada subcontratista

Tabla 4.3 Resumen del porcentaje de Plan Completado por cada subcontratista

| SUBCONTRATISTA | ACT. PLANIFICADAS | ACT, CUMPLIDAS | % |
|-----------------------------------|-------------------|----------------|------|
| SUBCONTRATISTA 1 - ELECTRICO | 22 | 21 | 95% |
| SUBCONTRATISTA 2-MAMPOSTERIA | 39 | 31 | 79% |
| SUBCONTRATISTA 3 - MOBILIARIO | 24 | 21 | 88% |
| SUBCONTRATISTA 4 - HIDROSANITARIA | 23 | 17 | 74% |
| SUBCONTRATISTA 5 - RFV | 39 | 34 | 87% |
| SUBCONTRATISTA 6 - ARQUITECTOS | 19 | 19 | 100% |
| SUBCONTRATISTA 7-PUERTAS | 7 | 7 | 100% |
| SUBCONTRATISTA 8 - VENTANAS | 14 | 14 | 100% |
| SUBCONTRATISTA 9 - DOMÓTICA | 2 | 2 | 100% |

Fuente: Elaboración propia

En esta tabla 4.3 se puede observar en la columna de la izquierda las actividades planificadas, en la columna del centro las actividades que se han cumplido y a la derecha medido en porcentaje el cumplimiento. El subcontratista 4 es el que tiene el porcentaje más bajo de cumplimiento. Le sigue el subcontratista 2 que fue al que más le afectó el paro nacional, si no se toma en cuenta esa semana, el cumplimiento de este subcontratista mejora significativamente.

Los subcontratistas que más actividades acumulan son el subcontratista 2 y RFV

4.1.3 Razones de no cumplimiento

Tabla 4.4 Razones de no cumplimiento

| Razones de no cumplimiento | Semana 1 | Semana 2 | Semana 3 | Semana 4 | Semana 5 | Semana 6 | Semana 7 | Total |
|----------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-------|
| Preguntas sin respuesta | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Planos o espec. incomp. | 0 | 1 | 1 | 0 | 2 | 0 | 0 | 4 |
| Coord. y comunic. plan | 0 | 3 | 2 | 2 | 1 | 1 | 0 | 9 |
| Cambios al trabajo | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Otros tareas | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Req. de informacion | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Muestras | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Material | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| Equipo | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Mano de obra | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| Espacio | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Subcont | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Cuadrilla | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Equipo / Material | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Condic. Fisicas | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |

Fuente: Elaboración propia

Figura 4.2 Resumen de las Razones de No Cumplimiento

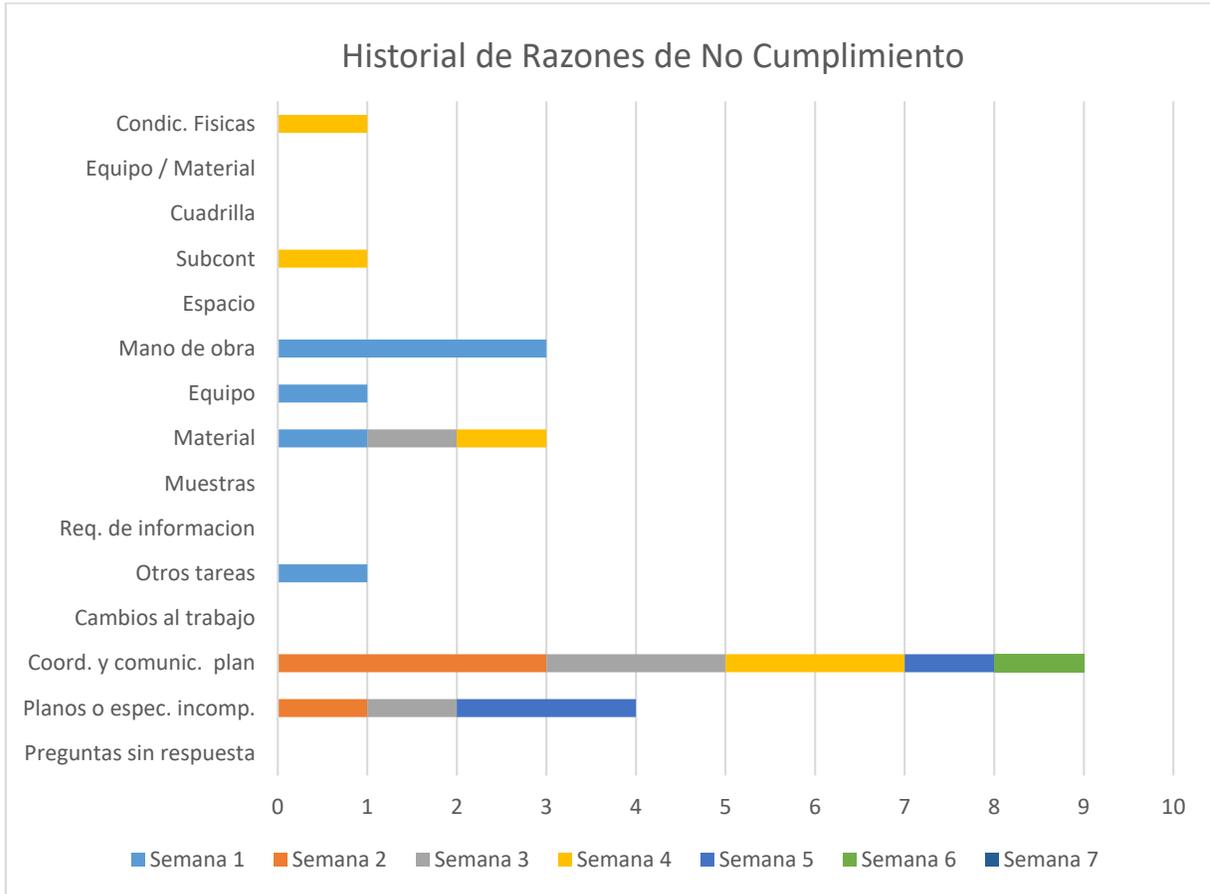


Fuente: Elaboración propia

Se puede ver que la razón de no cumplimiento que más se repite es la de Coordinación y comunicación del plan, con un total de 9 veces, es la más común y generalmente se da debido a que para poder realizar ciertas actividades se necesita que dos o más equipos definan detalles constructivos, sin embargo, no se coordinan esas reuniones y al final de la semana las actividades no se realizan.

La segunda razón más repetida es la de Planos o especificación incompletas, esto generalmente debido a que no se han definido detalles en las actividades. Material y Mano de Obra con 3 ocasiones, finalmente están los subcontratistas o proveedores, otras tareas y condiciones físicas.

Figura 4.3 Resumen del historial de razones de no cumplimiento



Fuente: Elaboración propia

5 Conclusiones y recomendaciones

Durante el proceso de aprendizaje en el proyecto Torres del Bosque se observó que existían algunos errores en la aplicación de *Last Planner System*, el primero era que no se hacía una revisión de las restricciones, el segundo era que la persona encargada de llevar la reunión no anotaba en el plan semanal todas las actividades y finalmente no se usaba la plantilla de Excel, sino que iba anotando en una página en blanco. Al iniciar a dirigir las reuniones el autor de este trabajo, grababa las reuniones en un audio para posteriormente escuchar toda la junta y tener tiempo de ordenar y anotar las actividades en las plantillas de Excel con el objetivo de corregir esos errores de las juntas de aprendizaje.

Durante la primera semana se definieron dos mejoras, las reuniones de revisión de los días martes y los cambios en las plantillas de Excel. No se incluyeron las reuniones virtuales debido a los posibles problemas de conexión que podría significar conectarse a una reunión desde un teléfono.

Las reuniones de revisión sirvieron para presionar los subcontratistas a cumplir con sus compromisos además de solventar ese momento cualquier restricción o problema que podría estar retrasando el inicio de alguna actividad. Normalmente los últimos planificadores contestaban las llamadas, con ciertas excepciones.

Cuando se inició la implementación de las mejoras de *Last Planner System* se evidenció que los subcontratistas tenían un buen porcentaje de asistencia, entendían de que se trataba este sistema de planificación y asumían el compromiso con el desarrollo de la metodología, esto se demuestra con el alto porcentaje de restricciones liberadas y el porcentaje de plan cumplido, de acuerdo con la bibliografía revisada.

Sin embargo, también se evidenciaron problemas, relacionado con las Causas de No Cumplimiento, la más reiterada es la de “Coordinación y comunicación del plan”, cuando se necesita una reunión entre dos o más equipos para cumplir con alguna actividad, ninguno de los dos sub contratistas tiene la iniciativa de contactar al otro responsable por lo que al final de la semana no se cumplía con la actividad. La siguiente CNC más repetida es “Planos o

especificaciones incompletas” donde el problema está relacionado con los últimos planificadores que no tienen los planos definitivos.

Las actividades que tienen más retrasos son las de colocación de puertas, instalación de domótica en departamentos y la conexión de desagües. Las dos primeras son provocadas por problemas de coordinación, es decir, no hay espacio para trabajar, no se han concluido otras actividades, no han solicitado la logística para el uso de grúas. Y la conexión de desagües con retrasos por problemas de diseño.

Respecto a los cambios de Excel dieron más facilidad y rapidez para recolectar información durante las reuniones ya que se quitaron algunos campos que no aportaban en nada o en algunos casos era hasta repetitivo.

En conclusión, los datos del porcentaje de plan cumplido corroboran que las dos mejoras aplicadas en la metodología *Last Planner System* en el proyecto Torres del Bosque aportan a los subcontratistas y al encargado de llevar a cabo LPS, a los últimos planificadores se les recuerda y ayuda las llamadas entre semana y al administrador de la metodología le facilita la recolección de información durante las reuniones.

Se recomienda realizar en la obra las reuniones diarias de pie, según Pons y Rubio (2019) esta actividad se debe realizar al finalizar del día entre todos los últimos planificadores y el responsable de la metodología, la junta debe durar entre 5 y 10 minutos, se hace una actualización de los estados de los trabajos para lograr un mejor seguimiento.

Otra recomendación es hablar en las reuniones únicamente sobre la planificación, ya que se pasa la mayoría del tiempo definiendo temas arquitectónicos o detalles constructivos y esto hace que la reunión se alargue demasiado.

Con el fin de que la persona encargada de la gestión esté al tanto de las actividades y su estado, sería óptimo que además de asistir a las 2 reuniones semanales, también esté presente diariamente en la obra.

También se recomienda mostrar en las reuniones semanales con un proyector las actividades que se están anotando en el plan digital para que los subcontratistas puedan verificar la información que se está generando.

6 Bibliografía

- Alaracon, L., & Pellicer, E. (2011). La gestión de la obra desde la perspectiva del último planificador. *Revista de obras públicas*, 35-44. https://www.researchgate.net/publication/318682002_La_gestion_de_la_obra_desde_la_perspectiva_del_ultimo_planificador
- Alvarez, G. (2019). Análisis de la productividad en una edificación en altura a través de la implementación de Last Planner System. <https://repositorio.upeu.edu.pe/handle/20.500.12840/2870>
- Andrade, M., & Arrieta, B. (2011). Last planner en subcontrato de empresa constructora. *Scielo*, 36-52.
- Cabrera, J. (2020). Caso de aplicación de Last Planner System en Barcelona. *Escola de Camins*. <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/190671/Trabajo%20de%20Fin%20de%20Master.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Cantú, A., López, M., & Peirone, P. (2018). Análisis de los factores que afectan la productividad de obras civiles. *Rebid*, 1-6. https://bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/10948/cantut09.pdf
- Carrasco, V., & Cueva, J. (2017). Desarrollo y evaluación del método integral CPM/Last Planner para la planificación, control de construcciones y el manejo de la incertidumbre. <https://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/6986>
- Carrasco, V., Cuesta, D., & Molina, J. (2022). Implementación de Last Planner System dentro de un ambiente virtual. <https://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/11601>
- Choccata, W. (3 de Marzo de 2021). *Konstruedu*. <https://konstruedu.com/es/blog/lean-construction-last-planner-system-lps-o-sistema-del-ultimo-planificador>
- González, R., Choclán, F., & Soler, M. (2014). Introducción a la metodología BIM. *Dialnet*, 4-10. https://www.researchgate.net/publication/284159764_INTRODUCCION_A_LA_METODOLOGIA_BIM
- Gosalves, J. (2016). BIM en 8 puntos. *es.bim*. https://cbim.mitma.es/recursos_cbim/bb_gt2_personas_sg_2.1_difusion.pdf

- Gutierrez, C. (2017). Implementación del sistema last planner system en una edificación en altura en una empresa constructora.
- Gutiérrez-Loria, M., & Moria-Chavarría, I. (2021). Planificación de operaciones de construcción. *Tecnología en marcha*, 176. https://revistas.tec.ac.cr/index.php/tec_marcha/article/view/5155
- Herman, B. (2000). *The last planner system of production control*. Birmingham: The University of Birmingham. <https://lean-construction-gcs.storage.googleapis.com/wp-content/uploads/2022/09/08152942/the-last-planner-system-of-production-control-ballard2000-dissertation.pdf>
- Hernan, P., Sánchez, O., & José, G. (2014). Filosofía Lean Construction para la gestión de proyectos de construcción: Una revisión actual. *Dialnet*. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6684752>
- Herrera, R., & Reyes, C. (2016). Los pros y contras al implementar el sistema Last Planner System en un proyecto de edificación: un caso de estudio. *Dialnet*, 91-104. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6089823.pdf>
- Hoyos, M., & Botero, L. (2018). Evolución e impacto mundial del Last Planner System: una revisión de la literatura. *Redalyc*, 188-213. <https://www.redalyc.org/journal/852/85259531012/85259531012.pdf>
- Karin, P. (15 de 04 de 2022). *Konstruedu*. <https://konstruedu.com/es/blog/planificacion-tradicional-vs-planificacion-con-last-planner-system#:~:text=El%20sistema%20Last%20Planner%20System,que%20puedan%20darse%20a%20futuro>
- Koskela, L. (1999). Management of production in construction: A theoretical view. *University of Salford*. <https://usir.salford.ac.uk/id/eprint/9429/>
- Martínez, D. (2019). Mejoramiento de la planificación y control en las obras civiles con el método Last Planner System. <http://repositorio.uees.edu.ec/bitstream/123456789/3048/1/TESIS%20CORREGIDA%20RTOGRAFIA.pdf>

- Miller & co. (2018). Las curvas de decisión. <https://millercoiberica.com/curvas-de-decision-bim-como-afecta-una-mala-decision-segun-la-etapa-del-proyecto-en-que-se-genera/>
- National institute of buiding sciences. (2007). National BIM Standards Part 1: Overview, principales and methodologies. *National institute of buidin sciences*, 6-24. https://buildinginformationmanagement.files.wordpress.com/2011/06/nbimsv1_p1.pdf
- Orihuela, P., & Orihuela, J. (2010). Aplicaciones del Lean Design a proyectos inmobiliarios de vivienda. <http://www.consortio-ramses.com/descargas/Aplicaciones%20del%20Lean%20design%20a%20proyectos%20inmobiliarios%20de%20mi%20vivienda.pdf>
- Orihuela, P., & Ulloa, K. (2011). La planificación de las obras y el sistema last planner. *Motiva*, 4. http://www.motiva.com.pe/articulos/La_Planificacion_Obras_Sistema_LastPlanner.pdf
- Orihuela, P., Cachaya, L., & Edinson, R. (2015). Gestión visual del sistema last planner mediante modelado BIM. *Sibragec Elagec*. http://www.motiva.com.pe/articulos/Gestion_Visual_BIM_aplicada_LastPlanner.pdf
- Pacheco, R. (2017). Comparación del sistema tradicional vs la implementación del BIM en la etapa de diseño y seguimiento en la ejecución. <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/7616/1/T-UCSG-PRE-ING-IC-177.pdf>
- Palacios, C. (2015). Factores que dificultan la implementación de la metodología Last Planner. *preGestion*. <http://pregestion.com/factores-que-dificultan-la-implementacion-de-la-metodologia-last-planner/>
- Picchi, F., & Agopyan, V. (1993). Sistemas de qualidade na construcao de edificios. *Boletim Técnico Da Escola Politécnica Da Universidade de Sao Paulo*. <http://www.consortio-ramses.com/descargas/Aplicaciones%20del%20Lean%20design%20a%20proyectos%20inmobiliarios%20de%20mi%20vivienda.pdf>
- Pons, J. (24 de Julio de 2014). *Juanfelipepons.com*. <https://es.slideshare.net/juanfelipeponsachell1/last-planner-system>
- Pons, J. F. (2020). Por qué falla la gestión tradicional de proyectos: claves para el éxito. *Sigurat*. <https://www.e-zigurat.com/blog/es/aspectos-gestion-tradicional-proyectos-fallida/>

- Pons, J., & Rubio, I. (2019). *Lean construction y la planificación colaborativa. Metodología del last planner system*. Valladolid: Gráficas hispania Valladolid.
<https://www.riarte.es/handle/20.500.12251/1064>
- Ponz, J., Cerveró, F., & Alarcón, L. (2013). Caso de estudio Last Planner System. 177.
https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/29693/LPS%20Un%20Caso%20de%20estudio_%20Sanchis%20Mestre%20Inmaculada.pdf?sequence=1
- Porraz, H., Sánchez, O., & Galvis, J. (2014). Filosofía Lean Construction para la gestión de proyectos de construcción : una revisión actual. *Dialnet*, 32-53.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6684752>
- Pumasupa, K. (2022). Planificación tradicional vs Planificación con Last Planner System. *Konstruedu*.
<https://konstruedu.com/es/blog/planificacion-tradicional-vs-planificacion-con-last-planner-system#:~:text=El%20sistema%20Last%20Planner%20System,que%20puedan%20darse%20a%20futuro.>
- Richert, T., & Vargas, A. (25 de Julio de 2022). *Lean Construction Blog*.
<https://leanconstructionblog.com/What-is-the-Last-Planner-System-Que-es-el-Last-Planner-System.html>
- Umstot, D., & Fauchier, D. (2017). *Lean Project Delivery: Building Championship project teams*. California: CreateSpace Independent Publishing Platform.
https://books.google.com.ec/books/about/Lean_Project_Delivery.html?id=c5UvtAEACAAJ&redir_esc=y
- Zorrilla, L., & Jesús, S. (2014). *Metodología de control de productividad en la mano de obra en proyectos de construcción*. Lima.
https://www.lareferencia.info/vufind/Record/PE_c9527769d4c454b71c3a96aef540169e/Description#tabnav