UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL

**Implementación de un plan de mejora para la planificación de proyectos de
vivienda masiva**

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR(ES)

Caillaux Arias, Fiorella Arleen (0000-0002-1917-2107)

Fernandez Arana, Romeo Euclides (0000-0002-1583-1945)

ASESOR

Rodriguez Dionisio, Sandra (0000-0002-5308-6923)

Lima, Marzo del 2020

DEDICATORIAS

A mi madre, padre y abuelos por ser mis ejemplos directos de éxito. Por ser mi motivación para la superación constante y seguir el camino a la excelencia personal y profesional a lo largo de toda mi vida.

F. Caillaux

A mi familia por todo su apoyo incondicional y a nuestra alma mater por incentivarnos en nuestro desarrollo profesional.

R. Fernandez

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a los docentes de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas y en especial a la Ing. Sandra Rodriguez Dionisio, asesora de nuestra tesis, por su guía y apoyo en el transcurso del desarrollo de nuestra investigación.

Asimismo, a nuestros compañeros, amigos e ingenieros por el aporte de sus conocimientos y experiencias.

RESUMEN

El sector inmobiliario es uno de los sectores con mayor crecimiento en la actualidad y para satisfacer la demanda se presentan proyectos cada vez más complejos y que requieren un flujo de producción cada vez mayor.

Así, la presente investigación plantea una propuesta de mejora en la planificación para proyectos de vivienda masiva con el fin de optimizar los plazos de ejecución. Para ello se obtuvo la información del proceso de planeamiento y control de los plazos de tres proyectos de vivienda masiva, en esta información se pudo conocer el organigrama, los responsables, herramientas de planificación recomendada por Project Managment Institute (PMI) usadas y el flujo de información de sus entregables. Adicionalmente, se obtuvo información de las principales causas de demoras en la ejecución de cada uno de los proyectos.

En base a lo investigado se plantea una propuesta de mejora para la planificación y control del plazo, la cual será implementada en un proyecto de vivienda masiva tanto como para la etapa de planificación como para la etapa de ejecución y control.

Palabras clave: Vivienda masiva; herramientas de planificación; plazo; propuesta de mejora; planeamiento; control; ejecución; Project Management Institute; causas de demora.

IMPLEMENTATION OF AN IMPROVEMENT PLAN FOR PLANNING MASSIVE HOUSING PROJECTS

ABSTRACT

Nowadays the real estate have present a fast growing and have increase its demand. In order to achieve this demand, also have to increase the development of big projects that requires to stablish more parameters for the production.

This investigation proposes a plan for improve the planning of massive housing projects in order to optimize the execution deadlines. For this, the investigation shows information of the planning process and control of the deadlines of three massive housing projects. Included in this information are the organizational chart, the stakeholders, planning tools recommended by the Project Management Institute (PMI) and the flow of information. Additionally, were identified the main causes of delays in the execution of each of the projects.

Based on all this information, is elaborate a plan for planning and control times in massive housing projects. This plan will be implemented in an actual massive housing project.

Keywords: Massive housing; planning tools; deadlines; plan for improve; planning; control; execution; Project Management Institute; causes of delay.

TABLA DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	II
RESUMEN	III
ABSTRACT	IV
ÍNDICE DE TABLAS	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS	IX
INTRODUCCIÓN	1
REALIDAD PROBLEMÁTICA	2
FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	3
HIPOTESIS.....	4
OBJETIVO GENERAL	4
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	4
INDICADORES DE LOGRO DE LOS OBJETIVOS.....	4
METODOLOGÍA.....	5
CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO	6
1.1 ESTADO DEL ARTE.....	6
1.2 CONCEPTOS BÁSICOS DE UN PROYECTO.....	8
1.3 PROJECT MANAGMENT INSTITUTE (PMI)	9
1.4 GESTIÓN DEL TIEMPO	11
1.5 HERRAMIENTAS DE PLANIFICACIÓN Y CONTROL.....	11
CAPÍTULO 2. PROCESO CONVENCIONAL PARA LA PLANIFICACIÓN DE PROYECTOS MASIVOS.....	17
2.1 ANÁLISIS DEL PROYECTO MASIVO A.....	17
2.1.1 Descripción de la empresa.....	17
2.1.2 Descripción del proyecto y alcance	17
2.1.3 Planificación del proyecto	18
2.1.4 Herramientas de planificación y control.....	21
2.1.5 Identificación de problemas y puntos de mejoras	22
2.1.6 Análisis de las causas de incumplimiento y demoras.....	24
2.2 ANÁLISIS DEL PROYECTO MASIVO B.....	25

2.2.1	Descripción de la empresa.....	25
2.2.2	Descripción del proyecto y alcance	25
2.2.3	Planificación del proyecto	26
2.2.4	Herramientas de planificación y control.....	28
2.2.5	Identificación de problemas y puntos de mejora	29
2.2.6	Análisis de incumplimiento y demora del proyecto B	31
2.3	ANÁLISIS DEL PROYECTO MASIVO C	32
2.3.1	Descripción de la empresa.....	32
2.3.2	Descripción del proyecto y alcance	32
2.3.3	Planificación del proyecto	32
2.3.4	Herramientas de planificación y control.....	34
2.3.5	Identificación de problemas y puntos de mejora	35
2.3.6	Análisis de incumplimiento y demoras del proyecto C.....	36
2.4	ANÁLISIS DE LAS PRINCIPALES CAUSAS DE DEMORAS EN LA EJECUCIÓN DE LOS PROYECTOS	37
CAPÍTULO 3. PROPUESTA DE MEJORA PARA LA PLANIFICACION DE PROYECTOS MASIVOS.....		39
3.1	PROPUESTA DE MEJORA EN LA ETAPA DE PLANEAMIENTO	39
3.2	PROPUESTA DE MEJORA EN LA ETAPA DE EJECUCIÓN.....	49
CAPÍTULO 4. IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA DE MEJORA PARA LA PLANIFICACION DE PROYECTOS MASIVOS.....		55
4.1	IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA EN LA ETAPA DE PLANEAMIENTO	55
4.2	IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA EN LA ETAPA DE EJECUCIÓN.....	65
4.3	ANÁLISIS DEL PLAN DE MEJORA IMPLEMENTADO	69
4.3.1	Consultas realizadas a los proyectistas	69
4.3.2	Resultados de la división de actividades	70
4.3.3	Resultado de las reuniones con SC.....	70
4.3.4	Impacto de la propuesta de mejora en el cronograma de ejecución	70
4.3.5	Costo de la implementación de la propuesta de mejora en el proyecto.....	71
CONCLUSIONES		72

RECOMENDACIONES	73
REFERENCIAS	74
ANEXOS	76

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Indicadores de logro	4
Tabla 2: Datos de la empresa A.....	17
Tabla 3: Descripción del proyecto A.....	17
Tabla 4: Resumen de PPC's proyecto A	23
Tabla 5: Datos de la empresa B.....	25
Tabla 6: Descripción del proyecto B	25
Tabla 7: Resumen de PPC's proyecto B	30
Tabla 8: Datos de la empresa C.....	32
Tabla 9: Descripción del proyecto C	32
Tabla 10: Actividades por responsable de ejecución.....	57
Tabla 11: Dimensionamiento de cuadrilla y recursos	58
Tabla 12: Dimensionamiento de cuadrilla.....	58
Tabla 13: Resumen de cantidad de restricciones.....	67
Tabla 14: Impacto de la propuesta de mejora en el cronograma	71
Tabla 15: Costo de la implementación de la propuesta de mejora	71
Tabla 16: Incidencia del costo de la propuesta respecto al presupuesto de obra.....	71

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Perspectivas sobre la variación en el nivel de operaciones en las empresas del sector construcción.....	1
Figura 2: Presupuesto final de proyectos de vivienda masiva.....	2
Figura 3: Impacto de adicionales y retrabajos	3
Figura 4: Ciclo de vida de un proyecto.....	9
Figura 5: Inicio del proyecto	10
Figura 6: Cronograma general de proyecto	13
Figura 7: Relación entre cronograma general y lookahead	14
Figura 8: Organigrama de obra del proyecto A.....	19
Figura 9: Flujograma para la planificación del cronograma general del proyecto A	20
Figura 10: Flujograma de planificación del cronograma detallado del proyecto A	21
Figura 11: Flujograma de control del cronograma en la ejecución de obra A	22
Figura 12: Análisis de las causas de incumplimientos y demoras del proyecto A.....	24
Figura 13: Organigrama de obra del proyecto B	26
Figura 14: Flujograma para la planificación del cronograma general del proyecto B	27
Figura 15: Flujograma de planificación del cronograma detallado del proyecto B	28
Figura 16: Flujograma de control del cronograma en la ejecución de obra B.....	29
Figura 17: Análisis de las causas de incumplimientos y demora del proyecto B.....	31
Figura 18: Organigrama de obra del proyecto C	33
Figura 19: Flujograma de planificación del cronograma detallado del proyecto C	34
Figura 20: Flujograma de control del cronograma en la ejecución de obra C.....	35
Figura 21: Resumen de causas de demoras en los proyectos A, B y C	37
Figura 22: Gráfico de Pareto de las causas de incumplimientos	38
Figura 23: Organigrama de obra propuesto	40
Figura 24: Flujograma de la etapa de planificación de proyectos de vivienda masiva	41
Figura 25: Cronograma general planificado propuesto	42
Figura 26: Lista de actividades detallada propuesto.....	43
Figura 27: Actividades por responsable de ejecución propuesto	45
Figura 28: Sectorización de una vivienda multifamiliar	47
Figura 29: Propuesta de mejora en la etapa de ejecución.....	49
Figura 30: Propuesta de formato de control de ratios.....	50
Figura 31: Propuesta de lookahead.....	50

Figura 32: Propuesta para las causas de incumplimiento	51
Figura 33: Propuesta de formato de log de consultas iniciales	52
Figura 34: Formato de restricciones propuesto	52
Figura 35: Gestión de restricciones propuesto	53
Figura 36: Propuesta de plan semanal	53
Figura 37: Propuesta de plan diario	54
Figura 38: Cronograma general planificado	55
Figura 39: Cantidad de consultas iniciales	56
Figura 40: Secuencia de sectorización de la etapa de casco.....	60
Figura 41: Secuencia de sectorización de albañilería.....	61
Figura 42: Programación de solaqueo en fachada	62
Figura 43: División de actividades de la cuadrilla de albañilería.....	63
Figura 44: Planificación de ejecución de la SC de sellos CF	64
Figura 45: Porcentaje de plan cumplido de la implementación.....	66
Figura 46: Plan diario	68
Figura 47: Comparación de consultas realizadas en los proyectos	69
Figura 48: Resultados de la mejora por la división de actividades	70

INTRODUCCIÓN

Debido a la aun alta demanda de la construcción, principalmente en el sector inmobiliario, se desarrollan proyectos que cada vez más exigen un mayor control y optimización en los procesos.

Figura 1: Perspectivas sobre la variación en el nivel de operaciones en las empresas del sector construcción

De acuerdo con la figura 1, se compara la variación de operaciones del 2do bimestre del 2018 y el 2do bimestre del 2019, donde el sector inmobiliario es la que cuenta con mayor nivel crecimiento respecto a las demás.

Actualmente, las empresas cuentan con sistemas de gestión más eficientes con la finalidad de minimizar las incertidumbres que se puedan generar en la etapa de construcción, así como asegurar el cumplimiento de los plazos y costos del proyecto.

De esta manera, ante el desarrollo de nuevos proyectos de construcción cada vez más exigentes, es necesario integrar planes de mejora de acuerdo a la naturaleza del proyecto de construcción.

REALIDAD PROBLEMÁTICA

Actualmente, en el Perú la construcción de vivienda masiva o vivienda social ha venido aumentando en la última década, esto gracias a que se tiene apoyo político como la ley 27506 aprobada en setiembre 2018 donde se impulsa el financiamiento de programas de vivienda social generando así mayor construcción de este tipo de viviendas.

Debido a la alta demanda y aumento de construcción de este tipo de viviendas, se impulsa el desarrollo de proyectos de viviendas masivas, que se caracterizan por tener más de 5000 viviendas, edificios similares y áreas de habilitación urbana.

Los principales problemas a los que se enfrenta la construcción es la falta de una planificación adecuada que tenga en cuenta la particularidad de cada tipo de proyecto, falta de información e incompatibilidades que generan retrabajos, adicionales, observaciones que afectan al costo y cronograma del proyecto.

Así, podemos constatar, de acuerdo con la información de los siguientes proyectos, la brecha que existe entre el presupuesto y el costo final del proyecto.

Figura 2: Presupuesto final de proyectos de vivienda masiva

Fuente: Propia, 2020

De los proyectos descritos se observa que los adicionales representaron entre el 1.4% y 2.5% y los retrabajos del 3.00% al 6.00% del total, estos adicionales y retrabajos son producidos por alcances que no fueron definidos en la etapa de planificación y trabajos que no se realizaron de manera adecuada.

De la misma manera, los adicionales y retrabajos impactan en el cronograma inicial del proyecto, como se puede observar en la Gráfico 2.

Figura 3: Impacto de adicionales y retrabajos

Fuente: Propia, 2020

Se puede observar que las ampliaciones de plazo podrían llegar hasta el mes y medio, lo cual para este tipo de proyectos pueda resultar crítico debido a los trenes de trabajos y entregas ya establecidos.

Por lo mencionado, es importante optimizar y mejorar la planificación de los proyectos de vivienda masiva enfocándonos en las actividades críticas con el fin de optimizar los plazos de ejecución.

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Será posible que a través de la implementación de un plan de mejora en la planificación de proyectos de vivienda masiva se optimice los plazos?

HIPOTESIS

Mediante la implementación de un plan de mejora en la etapa de planificación de proyectos de vivienda masiva se optimizará los plazos de ejecución

OBJETIVO GENERAL

Optimizar el plazo de ejecución en proyectos de vivienda masiva mediante la implementación de un plan de mejora.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Identificar las características y estructura de los proyectos de viviendas masivas mediante la recolección de datos.

Determinar los factores críticos de acuerdo a las herramientas de gestión.

Determinar el flujograma de la planificación tradicional

Elaborar el flujograma de la mejora del proceso de implementación

INDICADORES DE LOGRO DE LOS OBJETIVOS

Tabla 1: Indicadores de logro

	OBJETIVO	INDICADORES DE LOGRO
1	Identificar las características y estructura de los proyectos de viviendas masivas mediante la recolección de datos.	Analizando los datos obtenidos de proyectos de vivienda masiva se determinará las características
2	Determinar las actividades críticas de acuerdo a las herramientas de gestión.	Analizando los datos mediante las herramientas del sistema de gestión se determinará las actividades críticas
3	Determinar el flujograma de la planificación tradicional	Analizando los datos obtenidos se realizará un flujograma de la planificación tradicional

4	Elaborar el flujograma de la mejora del proceso de implementación	Plantear un esquema de un plan de mejora en la etapa de planificación
---	---	---

METODOLOGÍA

En el presente capítulo mencionaremos los procesos a seguir para desarrollar lograr el objetivo de la tesis.

En primer lugar, se definen los tipos de proyectos de construcción y como parte de ella los proyectos de vivienda masiva. Se analiza las principales características de acuerdo al alcance, costo, tiempo de ejecución, ambiente de trabajo, materiales y lotes de producción.

Por otro lado, se definen las principales herramientas de gestión y metodologías que actualmente se aplican en los proyectos de construcción, los cuales tienen como finalidad controlar y optimizar los costos y tiempos de ejecución.

Con la información obtenida acerca del tipo y características del proyecto, documentaremos el proceso actual de la gestión de una construcción de vivienda masiva. Esta información es un punto de partida para determinar el estado actual y proponer un plan de mejora para la planificación.

Finalmente se implementará el plan de mejora y se validará mediante la recolección de datos y juicio de expertos.

CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO

En este capítulo se definirán conceptos básicos necesarios para comprender el resto del estudio. Se detallará el origen y procedimientos para generar las herramientas de planificación que se presentarán en la etapa de análisis. Finalmente se explicará cómo se elabora el presupuesto de un proyecto y como se controla el cumplimiento de este.

1.1 ESTADO DEL ARTE

Muhammad Bilal, Lukumon O. Oyedele, Habeeb O. Kusimo, Hakeem A. Owolabi, Lukman A. Akanbi, Anuoluwapo O. Ajayi, Olugbenga O. Akinade, Juan Manuel Davila Delgado, in the Journal Investigation about Building Engineering: “Investigating profitability performance of construction projects using big data: A project analytics approach”, mencionan que es necesario mejorar la manera de planificar los proyectos debido a las variabilidades que existen entre lo planificado y lo ejecutado y que estos dependen del tiempo de ejecución. Así establecen que las mayores rentabilidades se desarrollan en proyectos de 2 a 3 años, mientras que en proyectos mayores a los 4 años exhiben ganancias menores debido a que los proyectos de la larga duración son más susceptibles a sobrecostos y tiempo.

Rafiq Muhammad Choudhry, Hamza Farooq Gabriel, Mustafa Kamal Khan and Salman Azhar, in the Journal Investigation about Causes of Discrepancies between Design and Construction in the Pakistan Construction Industry, investiga las principales causas de discrepancias que existen entre la etapa de diseño y la construcción en relación a los detalles, materiales y calidad de la construcción. Los resultados obtenidos indican que las causas más incidentes son la la falta de información del diseño del proyecto, poco tiempo para el diseño del proyecto y la falta de mano de obra calificada. Los autores recomiendan que los datos del diseño deben proporcionarse en la etapa inicial del proyecto, permitiendo a los diseñadores preparar los planos de manera adecuada, así como los involucrados puedan verificar la información de los planos y especificaciones. Finalmente se debe asegurar y verificar que se trabaje con la mano de obra calificada que requiera el proyecto.

Gaurav S. Narlawar, N. B. Chaphalkar, Sayali Sandbhor, in the Paper Investigation about Time and Resource Management of Residential Apartment Construction using Building

Information Modeling, mencionan que ante el aumento de proyectos de edificios residenciales es necesario usar herramientas más avanzadas como el BIM con el fin de mejorar los cálculos en la construcción, minimizar las interferencias de diseño, falta de comunicación, sobrecostos, retrabajos, etc. La investigación está enfocada en comprender la importancia de la gestión de recursos en la construcción de departamentos residenciales, estudiar las características y beneficios del BIM en la construcción, así como analizar el costo y tiempo necesarios para la construcción. De acuerdo a la investigación se concluye que el BIM a través de modelos 3D nos proporciona una herramienta de visualización para resolver problemas antes de la ejecución del proyecto, y que es necesario desarrollar la herramienta del modelo BIM 4D con el fin de evitar errores manuales de la programación tradicional, así como el de controlar y optimizar el tiempo de ejecución del proyecto. Finalmente, el desarrollo de la herramienta BIM 5D permite la estimación del costo del proyecto de cualquier elemento del proyecto.

Sayed Behbood Hosaini, Sandeep Singla, in the Journal Investigation about Significant Factors of Delay in Construction Projects in Afghanistan, investiga los factores que causan que los proyectos no concluyan en el tiempo planificado generando así desprestigio de la empresa y sobrecostos. De acuerdo al análisis de los datos y las mayores incidencias, se evidencia que los principales factores que ocasionan los retrasos son la planificación y programación. Los autores recomiendan tener en cuenta la experiencia y el conocimiento de los involucrados en esta etapa del proyecto.

Agnieszka Leśniak, Marzena Lendo-Siwicka, in the Journal Investigation about Value engineering method in Polish construction, desarrolla la ingeniería de valor (VE) como un método para eliminar costos innecesarios, pero sin reducir la calidad del producto, el objetivo de la ingeniería de valor es lograr reducir el costo manteniendo la adecuada funcionalidad, especificaciones y estética del producto. Los autores concluyen que se debe aplicar la VE desde la etapa de planificación, buscando soluciones creativas y nueva tecnología con el fin de optimizar el diseño y los costos.

R. Trach, K. Pawluk, M. Lendo-Siwicka in the Journal Investigation about Causes of rework in construction projects in Ukraine, mencionan que el desarrollo de los proyectos se encuentra limitado por los costos y retrabajos que generan efectos negativos como el exceso del tiempo de ejecución del proyecto y del presupuesto. Los autores concluyen que los principales factores de los problemas son los cambios en el diseño del proyecto

(37% del retrabajo), la falta de coordinación y mala comunicación (31.3% del retrabajo), aspectos que se tienen que mejorar en la etapa de planificación para mitigar los problemas posteriores.

1.2 CONCEPTOS BÁSICOS DE UN PROYECTO

a. Proyecto

Se define proyecto como un esfuerzo temporal con el objetivo de crear un producto, servicio donde se obtiene un resultado único, así mismo la gestión de proyectos cuenta con áreas de conocimiento necesarios para el desarrollo adecuado los cuales son:

- Gestión de la integración
- Gestión del alcance del proyecto
- Gestión del tiempo del proyecto
- Gestión del costo del proyecto
- Gestión de los recursos humanos del proyecto
- Gestión de la comunicación del proyecto
- Gestión de las adquisiciones del proyecto
- Gestión de los interesados del proyecto

b. Proyecto de vivienda masiva

En la actualidad, los proyectos de vivienda masiva no se han definido propiamente en los manuales de gestión y se confunden con los proyectos de vivienda de interés social. Sin embargo, estos no necesariamente se refieren a lo mismo. Un proyecto de vivienda de interés social se enfoca en la construcción de viviendas de bajo costo de construcción cuyo propietario final son familias de bajos recursos. Regularmente son impulsados por el estado, los cuales cuentan con precios más accesibles. Por otro lado, los proyectos de vivienda masiva son proyectos con un lote de producción diario definido (cantidad de departamentos), se desarrolla a lo largo de periodos de entre 1 a 10 años y en múltiples etapas dependiendo de la cantidad de viviendas a entregar y el precio de venta es definido de acuerdo al precio del mercado. Realizar una cantidad de departamentos diarios genera que la construcción se industrialice y se puedan optimizar costos.

Para lograr el lote de producción diario de una determinada cantidad de departamentos los proyectos de vivienda masiva tienen la característica de usar encofrados modulares que permiten realizar la construcción de los departamentos monolíticamente; es decir, los muros y los techos se vacían al mismo tiempo. Esto permite reducir costos en cuadrillas de encofrado, vaciado de concreto, colocación de acero, etc.

1.3 PROJECT MANAGMENT INSTITUTE (PMI)

El Project Management Institute (PMI) considera la gestión de proyectos como la aplicación de conocimientos, integración de áreas y aplicación de herramientas con la finalidad de cumplir con los objetivos de un proyecto. Para ello divide el ciclo de un proyecto en 4 etapas mostradas en la figura 4.

Figura 4: Ciclo de vida de un proyecto

Fuente: PMBOK

De la misma manera, el PMI establece un grupo de procesos los cuales son, el inicio, planificación, ejecución, control y cierre,

c. Inicio

Esta primera etapa es definitiva para poder distribuir correctamente los esfuerzos en cumplir los objetivos del proyecto. Aquí se define el alcance, cuales son el entregable o entregables finales del proyecto. Es importante en esta etapa

comunicar a todas las partes involucradas el alcance para poder establecer roles, compromisos y responsabilidades. El inicio del proyecto marca el inicio de la vida del proyecto. Es el proceso seguido de la gestión presupuestal y que se adjudique la buena pro del proyecto. En la figura 5 se puede apreciar la ubicación cronológica donde se considera el Inicio del proyecto.

Figura 5: Inicio del proyecto

Fuente: Manual de gestión de proyectos GyM

d. Planificación

En esta fase primero se establecen fechas de entregables, hitos, definidos por el cliente. Estos hitos generalmente se incluyen en el contrato. Luego se calculan tiempos de ejecución a cada actividad para lograr cumplir con la entrega de estos hitos y en consecuencia el alcance final del proyecto. Para ello se deben considerar que se deben tener las 7 restricciones que son la mano de obra, equipos, materiales, información, externos, seguridad y actividades previas.

e. Ejecución

La ejecución del proyecto se basa en todos lineamientos establecidos en la planificación realizando cambios o implementando lo que no se haya considerado durante esa etapa.

f. Control

Fase en la cual se identifica si la ejecución está yendo de acuerdo a lo planificado y se toman medidas correctivas o de mejora para asegurar u optimizar lo planificado.

g. Cierre

El cierre del proyecto es cuando se cumple con la entrega del producto o cesan los trabajos por diferentes motivos. En esta etapa se registran y analizan todos los resultados reales del proyecto para así poder definir las ganancias o pérdidas finales; además se deben registrar las lecciones aprendidas.

1.4 GESTIÓN DEL TIEMPO

No todas las empresas constructoras en el Perú tienen un sistema de gestión integrado donde estén definidos los procedimientos para la gestión del tiempo. Regularmente aplican una mistura de conceptos y herramientas para poder planificar y controlar los proyectos. Dos grandes fuentes de esta mistura son la filosofía Lean del Lean construction Institute (LCI) y el Project Management Institute (PMI). Combinar las buenas prácticas y metodologías de estos dos referentes genera que se gestionen los proyectos de manera eficiente.

El LCI Es un enfoque que se le da a la gestión de proyectos dirigiéndolo a construir “sin perdidas” optimizando procesos y asegurando que los flujos de producción no paren. Considera dos tipos de planificación, la planificación tradicional o push y la planificación Pull.

- **Planificación Push-Empuje**

Se establecen los plazos en función a lo que se puede producir para así satisfacer lo que se pueda de la demanda, sin importar que se generen inventarios, se tengan tiempos muertos o cuellos de botella.

- **Planificación Pull**

Se establecen los plazos en función a lo que se requiere (demanda), evita generar inventarios, tiempos muertos o cuellos de botellas optimizando recursos y teniendo una secuencia lógica de producción.

1.5 HERRAMIENTAS DE PLANIFICACIÓN Y CONTROL

El PMI ha desarrollado el Project Management Body of Knowledge donde desarrollan las buenas prácticas para lograr una óptima gestión de proyectos.

Estas dos instituciones, el PMI y el LCI, son compatibles entre sí. Como resultado de esta mistura se tienen las herramientas de planificación y control que se desarrollarán a lo largo del estudio.

a. Herramientas de planificación

- Master Plan o cronograma general.

Herramienta de planificación donde primero se identifican los hitos del proyecto. Se representa gráficamente la secuencia y duración de actividades necesarias para poder cumplir los entregables en las fechas representadas por estos hitos. Las actividades que se muestran en este cronograma son las siguientes:

- Actividades que pertenecen al proceso constructivo
- Actividades que no necesariamente estén dentro del alcance (las realiza el cliente o un tercero) pero pueden afectar actividades que si están dentro del alcance.

La duración de las actividades se definirá por cualquiera de las siguientes maneras:

- Experiencia de ejecución de otros proyectos (ratios y rendimientos históricos)
- Cantidad de recursos disponibles (mano de obra, equipos, materiales)
- Velocidad de ejecución de los recursos (capacidad, rendimiento, potencia)

Después se deben secuenciar las actividades de manera lógica, evidenciando la dependencia entre las mismas y asignándoles sus duraciones. En la figura 6 se observa un ejemplo de cronograma general.

Figura 6: Cronograma general de proyecto

Fuente: Propia, 2020

- Lookahead

El lookahead es un cronograma donde se muestran las actividades a ejecutar en un plazo de 3 a 8 semanas. Para elaborar este cronograma se usa la información ya desarrollada en el cronograma general y de haber alguna actividad no identificada se adiciona al lookahead para poder tener un control de la ejecución de la misma. La cantidad de semanas que se muestre en este cronograma dependerá de la capacidad como proyecto de poder tener todo listo para iniciar una nueva actividad; es decir, capacidad de levantar alguna restricción (adquisición de materiales, ingreso de mano de obra calificada, procesos de seguridad, etc). En la figura 7 podemos observar la relación del cronograma general y el desarrollo del lookahead.

Figura 7: Relación entre cronograma general y lookahead

Fuente: Propia, 2020

- Plan semanal

Listado de actividades que se ejecutarán en la semana con su respectiva secuencia y duración. Estas actividades se extraen del lookahead analizando previamente que tan posible es que se logre la ejecución de la misma. En este plan se identifican actividades a detalla y de ser necesario se adicionan actividades contributarias que podrían afectar el cumplimiento de las actividades productivas.

- Plan diario

Programa en el cual se muestra el detalle de las actividades a desarrollar en el día a día; detalles como cantidad de personas, zona específica de trabajo, subcontrata e incluso nivel de riesgo de la actividad. Este tiene como objetivo evitar interferencias entre las actividades y controlar que lo que se definió que se ejecutaría en el plan semanal y lookahead se llegue a ejecutar.

a. Herramientas de control

- Identificación de Ruta crítica

Durante la elaboración del cronograma general es importante que se identifique la ruta crítica del proyecto y se controle la ejecución de la misma con la finalidad de poder cumplir con los plazos establecidos en ese cronograma. La ruta crítica está compuesta por todas aquellas actividades que de retrasarse afectan directamente el fin del proyecto o el cumplimiento de un hito; es decir, las actividades cuya holgura es igual a 0. Al estar identificada la ruta crítica se tiene que realizar un control de avance y cumplimiento de la misma.

- Análisis de restricciones

El análisis de restricciones es una herramienta de control y seguimiento al cumplimiento de las herramientas de planificación. En este análisis se identifica cuáles son las posibles causas para incumplir una actividad para poder gestionar los medios necesarios para que se cumpla la actividad de acuerdo a la programación. Regularmente estas restricciones pueden ser las siguientes:

1. Mano de obra: falta de mano de obra especializada, demoras en el ingreso del personal, cuadrillas incompletas.
2. Materiales: demora en adquisiciones o despachos de materiales, materiales específicos, etc.
3. Equipos: Falta de equipos, equipos especializados, demoras en mantenimiento de equipos, etc.
4. Condiciones externas: factores climáticos, horarios de trabajo limitados, etc
5. Actividades previas: Demoras en ejecución de trabajos anteriores o por retrabajos, liberación de trabajo por parte de supervisión o calidad.
6. Condiciones de seguridad: Falta de condiciones de seguridad para el personal.
7. Información: Falta de planos, detalles o respuestas a consultas por parte del cliente.

- Porcentaje de plan completado (PPC)

Formato en el cual se identifican las actividades que no se lograron cumplir, es importante no solo identificar estos incumplimientos sino también las causas de incumplimiento. Identificando las causas de incumplimiento se pueden elaborar estrategias y acciones correctivas para poder reprogramar la actividad y poder cumplir con ella lo antes posible. Esta herramienta no solo mide el avance sino la efectividad y confiabilidad del plan semanal. El porcentaje meta del proyecto estará definido por la capacidad de levantamiento de las restricciones del proyecto, es decir mientras mayor sea la efectividad mayor será el porcentaje meta establecido.

Este porcentaje se halla con la siguiente formula:

$$PPC = \frac{\text{Cantidad de actividades cumplidas}}{\text{Cantidad total de actividades}}$$

- Curva S

Es una herramienta donde se observa de manera gráfica la distribución de costos acumulados a lo largo del proyecto, la importancia se centra en que podemos observar al corte de una fecha el avance y el costo de acuerdo a lo planificado.

CAPÍTULO 2. PROCESO CONVENCIONAL PARA LA PLANIFICACIÓN DE PROYECTOS MASIVOS

Este capítulo tiene como objetivo presentar 3 proyectos como fuente de análisis para posteriormente en el capítulo 5 analizarlos con la finalidad de elaborar un plan de mejora para la planificación de proyectos de vivienda masiva de manera general. Ya que se quiere implementar un plan de mejora que sea aplicable a cualquier proyecto de vivienda masiva, los proyectos a analizar serán de 3 diferentes empresas. Las empresas no serán nombradas para mantener en reserva la información brindada, pero si se describirá un breve contexto de las mismas para poder realizar un correcto análisis considerando también este factor.

2.1 ANÁLISIS DEL PROYECTO MASIVO A

2.1.1 Descripción de la empresa

Empresa constructora con experiencia de más de 80 años en el rubro. Cuenta con un Sistema de gestión propio donde ha aplicado conceptos de Lean construction y buenas prácticas del PMBOK. Ha realizado múltiples proyectos de vivienda masiva.

Tabla 2: Datos de la empresa A

Tipo de empresa	Inmobiliaria
Tamaño de la empresa	Grande
Experiencia	80 años
Sistema de gestión	Sí

Fuente: Propia, 2020

2.1.2 Descripción del proyecto y alcance

Tabla 3: Descripción del proyecto A

Ubicación	Callao
Alcance	<ul style="list-style-type: none">• Edificio de 15 pisos (120 departamentos)

	<ul style="list-style-type: none"> • Casa Club (incluye Gimnasio, tienda y zona de parrilla) • Cisterna • Piscina • Redes interiores • Estacionamientos a nivel • Accesos interiores
Presupuesto (sin igv incl. adicionales)	S/ 15, 130, 000.00
Tiempo de ejecución	12 meses

Fuente: Propia, 2020

2.1.3 Planificación del proyecto

Para identificar el proceso de planificación que se empleó en el proyecto A se solicitaron testimonios a miembros del staff de ejecución del proyecto, quienes facilitaron la información. Así, en la figura 8 se observa el organigrama del proyecto que consta de las siguientes áreas:

- Residencia: responsable del proyecto.
- Oficina técnica: responsable de la gestión de los contratos, control de costos, gestión de control de cambios (RFI's), especificaciones técnicas y planos del proyecto.
- Producción: responsable de la ejecución y control de avance de la obra, programación y control de actividades.
- Calidad: responsable de la revisión y liberación de las actividades.
- Seguridad: responsable del sistema de seguridad, salud ocupacional y medio ambiente de la obra.
- Administración: responsable de la gestión de la documentación, almacén y pagos de los trabajadores de la obra.

Figura 8: Organigrama de obra del proyecto A

Fuente: Propia, 2020

Además, tomando en cuenta que la empresa constructora cuenta ya con un sistema de gestión establecido, se usó información de su manual de gestión junto con los testimonios se tiene como producto las siguientes figuras 9 y 10 donde se muestran los pasos aplicados a la planificación del proyecto A.

Figura 9: Flujograma para la planificación del cronograma general del proyecto A

Fuente: Propia, 2020

Figura 10: Flujograma de planificación del cronograma detallado del proyecto A

Fuente: Propia, 2020

De acuerdo a la figura 10, se requiere información de oficina técnica en la definición de las actividades que se realizarán por casa o subcontratas, a partir de ellas se realizarán las estimaciones de tiempo para el cronograma de obra.

2.1.4 Herramientas de planificación y control

Luego de la reunión de compromisos, con los plazos definidos se inicia con la aplicación de las herramientas de planificación, estas ya han sido definidas y explicadas en el marco teórico. En este proyecto se han usado las siguientes herramientas de planificación y control.

- Cronograma general presentado en el programa Project.
- Tren general de actividades (El lote de producción establecido es de dos departamentos por día)
- Lookahead (horizonte de 3 semanas)
- Plan diario
- Análisis de restricciones
- Porcentaje de plan cumplido
- Curva S

Para controlar y verificar que se esté ejecutando de acuerdo a lo planificado, dentro de las reuniones semanales se presentan todas estas herramientas y se toman medidas para llegar a cumplir con los objetivos del proyecto como se detalla en la figura 11.

Figura 11: Flujograma de control del cronograma en la ejecución de obra A

Fuente: Propia, 2020

2.1.5 Identificación de problemas y puntos de mejoras

Para identificar las causas por las cuales no se llegó a cumplir la planificación se ha realizado un resumen de todos los PPC’s presentados en las reuniones semanales del proyecto. El resumen se muestra en la tabla 4.

Tabla 4: Resumen de PPC's proyecto A

Mes	Semana	Hasta el día	OBRA TOTAL						
			Tareas Programadas		Tareas Realizadas		Confiabilidad (PPC)		
			Sem	Acum	Sem	Acum	Sem	Acum	Meta
Nov-15	Sem 46	15/11/2015	11	11	10	10	91%	91%	90%
Nov-15	Sem 47	22/11/2015	13	30	9	19	47%	63%	90%
Nov-15	Sem 48	29/11/2015	13	43	8	27	62%	63%	90%
Dic-15	Sem 49	6/12/2015	25	68	22	49	88%	72%	90%
Dic-15	Sem 50	13/12/2015	19	87	18	67	95%	77%	90%
Dic-15	Sem 51	20/12/2015	17	104	16	83	94%	80%	90%
Dic-15	Sem 52	27/12/2015	6	110	6	89	100%	81%	90%
Ene-16	Sem 1	3/01/2016	6	116	6	95	100%	82%	90%
Ene-16	Sem 2	10/01/2016	11	127	10	105	91%	83%	90%
Ene-16	Sem 3	17/01/2016	11	138	10	115	91%	83%	90%
Ene-16	Sem 4	24/01/2016	12	150	12	127	100%	85%	90%
Ene-16	Sem 5	31/01/2016	12	162	12	139	100%	86%	90%
Feb-16	Sem 6	7/02/2016	15	177	14	153	93%	86%	90%
Feb-16	Sem 7	14/02/2016	19	196	19	172	100%	88%	90%
Feb-16	Sem 8	21/02/2016	37	233	35	207	95%	89%	90%
Feb-16	Sem 9	28/02/2016	30	263	29	236	97%	90%	90%
Mar-16	Sem 10	6/03/2016	37	300	33	269	89%	90%	90%
Mar-16	Sem 11	13/03/2016	45	345	42	311	93%	90%	90%
Mar-16	Sem 12	20/03/2016	57	402	51	362	89%	90%	90%
Mar-16	Sem 13	27/03/2016	39	441	39	401	100%	91%	90%
Abr-16	Sem 14	3/04/2016	42	483	38	439	90%	91%	90%
Abr-16	Sem 15	10/04/2016	52	535	47	486	90%	91%	90%
Abr-16	Sem 16	17/04/2016	51	586	48	534	94%	91%	90%
Abr-16	Sem 17	24/04/2016	46	632	41	575	89%	91%	90%
May-16	Sem 18	1/05/2016	33	665	30	605	91%	91%	90%
May-16	Sem 19	8/05/2016	37	702	33	638	89%	91%	90%
May-16	Sem 20	15/05/2016	36	738	34	672	94%	91%	90%
May-16	Sem 21	22/05/2016	44	782	38	710	86%	91%	90%
May-16	Sem 22	29/05/2016	40	822	27	737	68%	90%	90%
Jun-16	Sem 23	5/06/2016	52	874	44	781	85%	89%	90%
Jun-16	Sem 24	12/06/2016	66	940	52	833	79%	89%	90%
Jun-16	Sem 25	19/06/2016	68	1008	48	881	71%	87%	90%
Jun-16	Sem 26	26/06/2016	74	1082	62	943	84%	87%	90%
Jul-16	Sem 27	3/07/2016	61	1143	57	1000	93%	87%	90%
Jul-16	Sem 28	10/07/2016	64	1207	60	1060	94%	88%	90%
Jul-16	Sem 29	17/07/2016	63	1270	60	1120	95%	88%	90%
Jul-16	Sem 30	24/07/2016	79	1349	73	1193	92%	88%	90%
Jul-16	Sem 31	31/07/2016	63	1412	60	1253	95%	89%	90%
Ago-16	Sem 32	7/08/2016	66	1478	64	1317	97%	89%	90%
Ago-16	Sem 33	14/08/2016	80	1558	78	1395	98%	90%	90%
Ago-16	Sem 34	21/08/2016	83	1641	77	1472	93%	90%	90%
Ago-16	Sem 35	28/08/2016	95	1736	87	1559	92%	90%	90%
Set-16	Sem 36	4/09/2016	70	1806	66	1625	94%	90%	90%
Set-16	Sem 37	11/09/2016	93	1899	90	1715	97%	90%	90%
Set-16	Sem 38	18/09/2016	105	2004	97	1812	92%	90%	90%

Fuente: Propia, 2020

Como se puede apreciar en la tabla 4, a partir de la semana 22 y por un periodo de 5 semanas se tiene una drástica baja del porcentaje de plan cumplido. En aquella semana se incrementaron las actividades de acabados, las cuales en el proyecto las ejecutan las subcontratas. Con estos datos se presenta en la figura 12 donde se puede apreciar que la mayor causa de incumplimiento de lo planificado es incumplimiento de subcontratas (38%), errores de programación (22%) y falta de ingeniería (21%).

Figura 12: Análisis de las causas de incumplimientos y demoras del proyecto A

Fuente: Propia, 2020

2.1.6 Análisis de las causas de incumplimiento y demoras

- **Subcontratas:** En el proyecto se subcontratan los trabajos de instalaciones y todos los acabados. Las subcontratas de instalaciones tuvieron mayor participación durante la ejecución del casco por lo cual de fallar un día, se retrasaría todo el tren. Por ello, estas subcontratas son subcontratas seleccionadas al inicio del proyecto y con alcances definidos contractualmente que al incumplir con la programación el impacto de la paralización del tren de actividades se traslada directo a la subcontrata. Por ello, estas subcontratas no suelen incumplir con la programación, además de tener una cuadrilla constante en obra. A diferencia de las subcontratas de acabados, que al tener mayor variabilidad y depender del cumplimiento de actividades previas suelen incurrir en incumplimientos y reprogramaciones aumentando sus cuadrillas para poder cumplir las nuevas programaciones. Muchas veces la capacidad de recuperación de las subcontratistas de acabados no es tan rápida, generando así que trabajos posteriores se retrasen y la cantidad de trabajos a ejecutar por día aumenten con la finalidad de no modificar las fechas fin de cada actividad.
- **Programación:** Se incurre en una mala programación cuando se proyectan actividades a ejecutarse sin haberse levantado oportunamente las restricciones para poder ejecutarlas.

- Ingeniería: El incumplimiento de la programación a causa de falta de ingeniería es debido a que no se tienen los detalles suficientes (planos y/o especificaciones técnicas) o existen incompatibilidades. La falta de ello no permite realizar la actividad programada, por ejemplo: se programa la instalación de cerámico, pero para iniciar se requieren los planos de emplantillado de cerámico.

2.2 ANÁLISIS DEL PROYECTO MASIVO B

2.2.1 Descripción de la empresa

Empresa constructora del rubro inmobiliario con más de 20 años de experiencia, principalmente en proyectos de sociales y vivienda masiva. Actualmente cuenta con un sistema de integrado de gestión donde aplica conceptos de Lean construction y buenas prácticas del PMBOK.

Tabla 5: Datos de la empresa B

Tipo de empresa	Inmobiliaria
Tamaño de la empresa	Mediana
Experiencia	20 años
Sistema de gestión	Sí

Fuente: Propia, 2020

2.2.2 Descripción del proyecto y alcance

Tabla 6: Descripción del proyecto B

Ubicación	Santa Anita
Alcance	<ul style="list-style-type: none"> • 02 edificios de 20 pisos y 160 departamentos cada uno • Cisterna • Pórtico de ingreso • Humedal • Redes interiores • Estacionamientos a nivel
Presupuesto (sin igv incl. adicionales)	S/ 19, 588, 156.00
Tiempo de ejecución	17 meses

2.2.3 Planificación del proyecto

El proyecto B cuenta con una etapa de planificación inicial con el objetivo de optimizar el costo y el tiempo de ejecución, así como de compatibilizar la información de los planos mediante herramientas BIM.

Adicionalmente se forma el equipo de obra encargada de la ejecución del proyecto, de acuerdo al organigrama de la figura N°13.

Figura 13: Organigrama de obra del proyecto B

Fuente: Propia, 2020

Las responsabilidades de las áreas son las siguientes:

- Jefe de obra: responsable del proyecto.
- Oficina técnica: responsable de la gestión de los contratos, órdenes de servicio y control de costos.
- Analista BIM: gestión de control de cambios (RFI's), especificaciones técnicas, planos del proyecto y gestión BIM.
- Producción: responsable de la ejecución y control de avance de la obra, programación y control de actividades, gestión de materiales de obra.
- Calidad: responsable de la revisión y liberación de las actividades.

- Seguridad: responsable del sistema de seguridad, salud ocupacional y medio ambiente de la obra.
- Administración: responsable de la gestión de la documentación, almacén y pagos de los trabajadores de la obra.

Posteriormente, mediante un acta de transferencia, se hace entrega al equipo de obra la planificación inicial, el consolidado del expediente técnico y consideraciones adicionales que se tomaron en cuenta para la ejecución del proyecto.

Finalmente, de acuerdo a la información entregada, el equipo de obra es la encargada de realizar el presupuesto y cronograma final de obra la cual será presentada a la gerencia mediante un acta de reunión de compromisos.

En las figuras 14 y 15 se muestra el flujo de procesos para la planificación de proyecto del proyecto B.

Figura 14: Flujograma para la planificación del cronograma general del proyecto B

Figura 15: Flujograma de planificación del cronograma detallado del proyecto B

2.2.4 Herramientas de planificación y control

Las herramientas de planificación usadas en el proyecto son las siguientes:

- Cronograma Master presentado en el Excel.
- Look Ahead (horizonte de 4 semanas).
- Programación semanal
- Plan diario

Herramientas de control

- Análisis de restricciones
- Porcentaje de plan cumplido (PPC)

En la figura 16 se detalla el control y seguimiento del cronograma de obra con el fin de cumplir con los plazos establecidos.

Figura 16: Flujograma de control del cronograma en la ejecución de obra B

Fuente: Propia, 2020

2.2.5 Identificación de problemas y puntos de mejora

Se analizará el PPC acumulado y las principales causas de incumplimientos en el proyecto de acuerdo a la Tabla 7. El PPC meta está establecido en un 95% de acuerdo al estándar de la empresa y basado en las experiencias de proyectos anteriores.

Tabla 7: Resumen de PPC's proyecto B

SEMANA N°	FECHA DE SEMANA		PROGRAMADO	EJECUTADO	PPC		PPC META (%)
					SEM (%)	ACUM(%)	
42	15/10/2018	20/10/2018	40	39	97%	100%	95%
43	22/10/2018	27/10/2018	48	47	97%	96%	95%
44	29/10/2018	3/11/2018	60	59	98%	97%	95%
45	5/11/2018	10/11/2018	61	60	98%	97%	95%
46	12/11/2018	17/11/2018	45	45	99%	97%	95%
47	19/11/2018	24/11/2018	46	46	99%	97%	95%
48	26/11/2018	1/12/2018	47	47	99%	98%	95%
49	3/12/2018	8/12/2018	48	48	99%	98%	95%
50	10/12/2018	15/12/2018	107	106	99%	98%	95%
51	17/12/2018	22/12/2018	138	137	99%	98%	95%
52	24/12/2018	29/12/2018	99	99	100%	98%	95%
1	31/12/2018	5/01/2019	100	95	95%	98%	95%
2	7/01/2019	12/01/2019	234	197	84%	95%	95%
3	14/01/2019	19/01/2019	234	197	84%	93%	95%
4	21/01/2019	26/01/2019	224	220	98%	94%	95%
5	28/01/2019	2/02/2019	234	230	98%	95%	95%
6	4/02/2019	9/02/2019	244	235	96%	95%	95%
7	11/02/2019	16/02/2019	304	280	92%	94%	95%
8	18/02/2019	23/02/2019	250	245	98%	95%	95%
9	25/02/2019	2/03/2019	256	250	98%	95%	95%
10	4/03/2019	9/03/2019	284	272	96%	95%	95%
11	11/03/2019	16/03/2019	211	201	95%	95%	95%
12	18/03/2019	23/03/2019	372	335	90%	95%	95%
13	25/03/2019	30/03/2019	408	376	92%	94%	95%
14	1/04/2019	7/04/2019	310	301	97%	95%	95%
15	8/04/2019	14/04/2019	414	399	96%	95%	95%
16	15/04/2019	21/04/2019	253	235	93%	95%	95%
17	22/04/2019	28/04/2019	299	275	92%	94%	95%
18	29/04/2019	5/05/2019	316	287	91%	94%	95%
19	6/05/2019	11/05/2019	357	339	95%	94%	95%
20	12/05/2019	19/05/2019	392	360	92%	94%	95%
21	20/05/2019	26/05/2019	341	325	95%	94%	95%
22	27/05/2019	1/06/2019	383	366	96%	94%	95%
23	3/06/2019	13/06/2019	383	366	96%	94%	95%
24	10/06/2019	15/06/2019	258	243	94%	94%	95%
25	17/06/2019	22/06/2019	316	308	97%	94%	95%
26	24/06/2019	30/06/2019	316	290	92%	94%	95%
27	1/07/2019	7/07/2019	305	290	95%	94%	95%
28	8/07/2019	14/07/2019	335	323	96%	94%	95%
29	15/07/2019	21/07/2019	337	322	96%	95%	95%
30	22/07/2019	28/07/2019	174	168	97%	95%	95%
31	29/07/2019	4/08/2019	136	132	97%	95%	95%
32	5/08/2019	11/08/2019	170	165	97%	95%	95%
33	12/08/2019	18/08/2019	128	118	92%	95%	95%
34	19/08/2019	25/08/2019	63	57	90%	95%	95%
35	26/08/2019	1/09/2019	92	84	91%	95%	95%
36	2/09/2019	8/09/2019	92	84	91%	95%	95%
37	9/09/2019	15/09/2019	92	84	91%	94%	95%
38	16/09/2019	22/09/2019	97	89	92%	94%	95%
39	23/09/2019	29/09/2019	43	43	100%	94%	95%
40	23/09/2019	29/09/2019	26	26	100%	94%	95%
41	23/09/2019	29/09/2019	22	22	100%	95%	95%
42	30/09/2019	6/10/2019	21	21	100%	95%	95%
43	30/09/2019	6/10/2019	24	23	96%	95%	95%

Fuente: Propia, 2020

2.2.6 Análisis de incumplimiento y demora del proyecto B

En la figura 17 se detallan las causas del incumplimiento de lo planificado, en este caso tenemos que las principales causas son debido a los Subcontratistas 48%, externos 20% y programación 17%.

Figura 17: Análisis de las causas de incumplimientos y demora del proyecto B

Fuente: Propia, 2020

Las principales causas por la que los subcontratistas generan retrasos son por falta de definición del alcance o alcance limitado, demora en la llegada de los materiales de los contratistas y demoras en los tiempos de ejecución. Como ejemplo tenemos las demoras en la llegada de los tableros de distribución necesarias para iniciar las pruebas eléctricas en las torres, también demoras y re trabajos por las partidas de solaqueo.

Asimismo, los retrasos producidos por externos (proyectistas), debido a las demoras en respuestas de las consultas enviadas por parte de la obra el cual dilata la ejecución de las partidas. Como ejemplo tenemos las demoras en las respuestas a las interferencias detectadas en la platea del edificio los cuales retrasaron el inicio del mismo.

Finalmente, las programaciones muy optimistas generan incumplimientos en la programación.

2.3 ANÁLISIS DEL PROYECTO MASIVO C

2.3.1 Descripción de la empresa

La empresa constructora está dedicada al rubro de la construcción inmobiliaria con una experiencia de 50 años, aún no ha implementado un sistema de gestión integrado.

Tabla 8: Datos de la empresa C

Tipo de empresa	Inmobiliaria
Tamaño de la empresa	Mediana
Experiencia	50 años
Sistema de gestión	No

Fuente: Propia, 2020

2.3.2 Descripción del proyecto y alcance

Tabla 9: Descripción del proyecto C

Ubicación	Breña
Alcance	<ul style="list-style-type: none">• Etapa 1: 01 edificio• 76 departamentos• Pórtico de ingreso• Cisterna
Presupuesto	S/. 3, 378, 277.01
Tiempo de ejecución	12 meses

Fuente: Propia, 2020

2.3.3 Planificación del proyecto

La planificación del proyecto se basa en datos históricos de la empresa, esta empresa desarrolla proyectos propios, es decir no tiene un cliente externo por lo cual también define sus propios plazos de entrega. El equipo de proyecto recibe el presupuesto final elaborado por el equipo de presupuestos de su oficina. Luego de recibir el presupuesto del proyecto, con datos históricos definen su cronograma base el cual usan a lo largo de todo el proyecto como guía de ejecución. Su organigrama de obra es reducido pues solo cuentan con un

Residente, ingeniero de producción, ingeniero de seguridad e ingeniero de calidad de acuerdo a la figura N°18.

Figura 18: Organigrama de obra del proyecto C

Fuente: Propia, 2020

Las responsabilidades de las áreas son las siguientes:

- Gerente de proyectos: responsable de la obra con el cliente.
- Residente de obra: responsable de la ejecución del proyecto.
- Analista de costos: responsable del control de costos y reporte operativo.
- Producción: responsable de la ejecución y control de avance de la obra, programación y control de actividades, gestión de materiales de obra, gestión de contratos.
- Calidad: responsable de la revisión y liberación de las actividades.
- Seguridad: responsable del sistema de seguridad, salud ocupacional y medio ambiente de la obra.

El control de costos, contrataciones y presupuestos se centraliza en oficina principal donde también ven otros proyectos en paralelo, en la figura N°19 se muestra el flujograma para la planificación del proyecto.

Figura 19: Flujograma de planificación del cronograma detallado del proyecto C

Fuente: Propia, 2020

2.3.4 Herramientas de planificación y control

En cuanto a las herramientas de planificación definidas en el marco teórico, este proyecto solo hace uso del cronograma general y tren de actividades. Para llevar a cabo estos dos solo se basa de rendimientos históricos. El 85% de sus actividades son realizadas por personal propio de la empresa. y el 15% se subcontratan, estos son los trabajos con vidrios y trabajos de exteriores. En la figura N°20 podemos observar el flujograma para el control de avance en obra.

Figura 20: Flujograma de control del cronograma en la ejecución de obra C

Fuente: Propia, 2020

2.3.5 Identificación de problemas y puntos de mejora

Ya que no se cuentan con registros o herramientas de control de donde identificar los problemas que se presentaron en la obra, solo se mencionarán los problemas indicados por miembros del equipo de obra.

- Falla de planta de concreto
- Falta de suministro de materiales de subcontrata de ventanas
- Falta de personal de subcontrata de exteriores.

2.3.6 Análisis de incumplimiento y demoras del proyecto C

- Falla de planta de concreto: El proyecto cuenta con una planta de concreto propia, la cual muchas veces falla por problemas de mantenimiento o demoras en los suministros de materiales. Este problema puede llegar a ser crítico ya que se pierden días de ejecución de casco los cuales suelen ajustar la etapa de acabados ya que son irrecuperables en la etapa de casco¹.
- Falta de suministro de materiales de subcontrata de ventanas, la producción de ventanas que tiene la subcontrata es de 3 meses por lo que si se solicita algún adicional o se requiere que se empiece antes de lo programado a instalar las mismas se debió prever 3 meses de anticipación.
- Falta de personal de subcontrata de trabajos externos, según el cronograma del proyecto estos trabajos los realicen fechas próximas al final del proyecto, por diferentes motivos uno de ellos permisos de vías. Al tener los tiempos limitados la subcontrata debe traer gran cantidad de personal, incluso más a lo requerido regularmente para poder cumplir con la fecha de entrega y ejecutar los trabajos de manera más rápida.

¹ En este tipo de proyectos el lote de producción es definido por la cantidad de encofrado que se tiene disponible. Al perder un día de vaciado de concreto sería difícil recuperarlo a menos que se consiguiera otro juego de encofrado y se dupliquen las cuadrillas solo por un día (el día perdido)

2.4 ANALISIS DE LAS PRINCIPALES CAUSAS DE DEMORAS EN LA EJECUCIÓN DE LOS PROYECTOS

De acuerdo al análisis de los 3 proyectos estudiados, tenemos las causas de incumplimiento más incidentes en cada uno de los proyectos, el resumen de los mismos se observa en la figura 21.

Figura 21: Resumen de causas de demoras en los proyectos A, B y C

Proyecto A	Proyecto B	Proyecto C
<ul style="list-style-type: none">• Planificación constante• Causas de incumplimiento<ul style="list-style-type: none">• Subcontratas 38%• Programación 22%• Ingeniería 21%	<ul style="list-style-type: none">• Planificación constante• Causas de incumplimiento<ul style="list-style-type: none">• Subcontratas 48%• Externos 20%• Programación 17%	<ul style="list-style-type: none">• Planificación solo en etapa inicial• Causas de incumplimiento<ul style="list-style-type: none">• Subcontratas• Suministro de materiales propios

Fuente: Propia, 2020

En la figura 22 se muestra un diagrama Pareto de las mismas donde controlando el 80% del total de causas de incumplimiento podremos mejorar los tiempos de ejecución de cualquier proyecto de vivienda masiva. Es importante destacar que los factores más comunes de incumplimiento y demora en la ejecución del proyecto son la programación, la ingeniería y las subcontratas.

Figura 22: Gráfico de Pareto de las causas de incumplimientos

Fuente: Propia, 2020

De esta manera se tiene el punto de partida de los aspectos que se deben tomar en cuenta para plantear las mejoras para proyectos de vivienda masiva.

CAPÍTULO 3. PROPUESTA DE MEJORA PARA LA PLANIFICACION DE PROYECTOS MASIVOS

En este capítulo se busca generar un plan para mejorar la planificación de cualquier proyecto de edificaciones masivas. Este plan de mejora se aplicará en dos etapas del proyecto, la etapa de planeamiento y la de ejecución. Se llegará a proponer el paso a paso de la planificación en estas dos etapas, tomando como referencia lo estudiado en los proyectos del capítulo 2.

3.1 PROPUESTA DE MEJORA EN LA ETAPA DE PLANEAMIENTO

De acuerdo a lo analizado en el capítulo anterior, mejorando el cumplimiento y los plazos de la programación, ingeniería y subcontratas se podrán mejorar y/o asegurar los plazos de ejecución de cualquier proyecto de vivienda masiva. Para ello, tomando en cuenta las mejores prácticas de planificación de los proyectos A, B y C (figura 9,13 y 16) e incluyendo pasos enfocados a reducir estas 3 causas de incumplimiento se propone el organigrama (figura 23) y el flujograma de planificación (figura 24).

Figura 23: Organigrama de obra propuesto

Fuente: Propia, 2020

- Residencia: responsable del proyecto.
- Jefe de Oficina Técnica: responsable de la gestión de los contratos, control de costos, gestión de control de cambios (RFI's), especificaciones técnicas y planos del proyecto.
- Modelador BIM: responsable de realizar los modelos BIM y las compatibilizaciones de la información.
- Jefe de Producción: responsable de la ejecución y control de avance de la obra, programación y control de actividades.
- Ingeniero de Habitación Urbana: responsable del control y ejecución de las obras exteriores (Parques, redes de agua, desagüe, canalizaciones eléctricas, etc)
- Jefe de Calidad: responsable de la revisión y liberación de las actividades.
- Seguridad: responsable del sistema de seguridad, salud ocupacional y medio ambiente de la obra.
- Administración: responsable de la gestión de la documentación, almacén y pagos de los trabajadores de la obra.
- Asistentes: apoyo en las responsabilidades de los jefes del área-

Se sugiere el organigrama propuesto para la ejecución de proyectos de vivienda masiva con el fin de tener un adecuado seguimiento y control del flujo de información. La cantidad de profesionales necesarios será de acuerdo a las necesidades y envergadura de cada proyecto

Figura 24: Flujoograma de la etapa de planificación de proyectos de vivienda masiva

Fuente: Propia, 2020

Como se puede ver en el flujoograma, los pasos enfocados a mejorar las causas de incumplimiento se han pintado de marrón. Este flujoograma está partiendo con las tareas que hace el área de producción, pero antes de ello se debe tener listo el presupuesto meta (elaborado por el área de oficina técnica).

Pasos del Flujoograma de la etapa de planificación de proyectos de vivienda masiva.

- Paso 1: Cronograma general planificado

Este cronograma o Master Plan es el documento donde se tienen los entregables por especialidades y los hitos importantes del proyecto, lo recibe el área de producción de oficina técnica, residencia o equipo de presupuestos ya que en el están las fechas de hitos pactados con el cliente. Se tiene un ejemplo de este cronograma en la figura 25.

Figura 25: Cronograma general planificado propuesto

Item	Descripcion	2020												2021				
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY
	ETAPA 1																	
1	OBRAS PRELIMINARES Y PROVISIONALES																	
	1.1 Obras Preliminares	X	X	X														
	1.2 Obras Provisionales	X	X	X	X	X	X	X										
2	EDIFICIO 1																	
2.1	Movimiento de tierras				X	X												
2.2	Estructura					X	X	X										
2.3	Arquitectura							X	X	X								
2.4	Acabados								X	X	X	X						
3	EDIFICIO 2																	
3.1	Movimiento de tierras						X	X										
3.2	Estructura							X	X	X								
3.3	Arquitectura									X	X	X						
3.4	Acabados											X	X	X	X	X		
4	OBRAS EXTERIORES																	
4.1	Redes Exteriores							X	X									
4.2	Portico de ingreso									X	X	X						
4.3	Estacionamientos										X	X	X	X	X	X		
4.5	Parques											X	X	X	X	X		
	Entrega de la etapa																X	

Fuente: Propia, 2020

- Paso 2: Generación de lista de actividades detalladas

Para cada especialidad se realiza un listado de actividades detalladas, para ello se requiere de la experiencia del área de producción para tener en claro los procesos constructivos. Revisando planos y el presupuesto meta el área de producción elabora la lista. En la figura 26 se tiene un ejemplo de listado de actividades para la especialidad de estructuras.

Figura 26: Lista de actividades detallada propuesto

ESTRUCTURA
Habilitado de acero
Trazos y nivelación de topografía sector
Colocación de acero en muros
Colocación de IIEE, IIS y Gas en muros
Encofrado de muros y losa
Colocación de acero en losa
Colocación de IIEE, IIS y Gas en losa
Vaciado de muros y losa
Acabado de losa
Desencofrado de muros y losa
Curado de muros y losa
Resanes de cangrejeras y segregaciones (REPARACION)
Armado andamio perimetral
Escalera
Trazos y nivelación de topografía escalera
Anclaje y colocación de acero en escalera
Colocación de concreto caja escalera
Encofrado de pasos y contrapasos escalera
Colocación de acero pasos y contrapasos escalera
Colocación de concreto pasos y contrapasos escalera
Acabado de pasos de escalera
Desencofrado de pasos y contrapasos escalera
Perforación en muros
Colocación de mallas anti caídas

Fuente: Propia, 2020

- Paso 3: Revisión de planos y especificaciones técnicas (EETT)

Se incluye esta actividad durante la planificación con la finalidad de identificar incompatibilidades, optimización de recursos o falta de información con la suficiente anticipación para obtener una respuesta por parte de los especialistas. Regularmente este paso se realiza en la etapa presupuestal y en plena ejecución. En la etapa presupuestal, dependiendo del tipo de presupuesto que se haya realizado, se pueden obviar la identificación de las incompatibilidades o falta de información por inexperiencia del presupuestador en cuanto a procesos constructivos o conocimientos de las especialidades. Identificar esto en la etapa de ejecución es el momento inoportuno ya que se cuenta con poco tiempo para realizar las consultas a los especialistas y que generen una respuesta.

- Paso 4: Consultas a especialista.

Una vez identificada la consulta por parte del área de producción será el área de oficina técnica y con el apoyo del modelador BIM la encargada de elaborar la consulta a especialista para mantener un flujo de comunicación ordenado, además de que de generarse algún cambio ellos tendrán el conocimiento para poder incluirlo como adicional o deductivo.

- Paso 5: Actualización de la información.

Una vez absuelta la consulta el área de oficina técnica deberá actualizar la información recibida en planos o especificaciones técnicas para su correcta difusión a los involucrados (áreas de producción, calidad, subcontratistas, etc).

- Paso 6: Separar actividades por responsable de ejecución.

Si no hubiera algún adicional de actividades producto del paso 5, con la lista de actividades generada por producción, oficina técnica agrupará las actividades en partidas y definirá que se subcontratará y qué se realizará por casa. Algunos criterios para definir ello son los siguientes:

- ✓ Capacidad de la empresa de contratación de personal experimentado.
- ✓ Reducir riesgos de mala ejecución o exceso de desperdicios.
- ✓ Continuidad de trabajos.

Con estos criterios para este tipo de proyectos presentamos una recomendación de partidas a subcontratar y comentarios al respecto en la figura 27.

Figura 27: Actividades por responsable de ejecución propuesto

PARTIDA	CASA	SC	COMENTARIOS
MOVIMIENTO DE TIERRAS Y PLATAFORMADO		X	Se requiere de maquinarias y personal especializado para operar estos equipos por cortos plazos discontinuos
ENCOFRADO DE PLATEA	X		
COLOCACIÓN DE ACERO PLATEA	X		
COLOCACIÓN DE CONCRETO PLATEA	X		
ENCOFRADO	X		
COLOCACIÓN DE ACERO	X		
COLOCACIÓN DE CONCRETO	X		
IISS	X		
IIIE	X		
IIIGG	X		
ACI		X	Se requiere de material con altos estándares de calidad para el cual se requiere de personal calificado por cortos plazos discontinuos
BLOQUETAS DE CONCRETO	X		
DRYWALL	X		
ENCHAPE	X		
SELLOS CORTAFUEGO		X	Se requiere de material con altos estándares de calidad para el cual se requiere de personal calificado por cortos plazos discontinuos
PAPEL MURAL	X		
PINTURA	X		
CARPINTERÍA METÁLICA		X	Se traslada el riesgo de post ventas al subcontratista
PUERTAS CORTAFUEGO		X	Se requiere de material con altos estándares de calidad para el cual se requiere de personal calificado por cortos plazos discontinuos
VENTANAS Y MAMPARAS		X	Se requiere de material con altos estándares de calidad para el cual se requiere de personal calificado por cortos plazos discontinuos
PUERTAS		X	Se traslada el riesgo de post ventas al subcontratista
CONTRAZOCALO Y RODON		X	Se traslada el riesgo de post ventas al subcontratista
PUERTAS DE MELAMINE		X	Se traslada el riesgo de post ventas al subcontratista
SOLAQUEO DE FACHADA	X		
CONTRAZOCALOS CEMENTO PULIDO	X		
PISOS AREA COMUN	X		
PISO LAMINADO	X		
INTERCOMUNICADORES		X	Si se adquiere solo el suministro, de instalarse mal se perdería la garantía de los equipos.
MUEBLES DE MELAMINE		X	Se traslada el riesgo de post ventas al subcontratista
TERMAS DE GAS		X	Si se adquiere solo el suministro, de instalarse mal se perdería la garantía de los equipos.
PASTELERO	X		
MALLAS ANTICÁIDAS		X	Se requiere de material con altos estándares de calidad para el cual se requiere de personal calificado por cortos plazos discontinuos

Fuente: Propia, 2020

- Paso 7: Sectorización

La sectorización de este tipo de proyectos está definida por la cantidad de departamentos en la planta típica. Los departamentos al ser típicos facilitan las actividades de casco de estos (colocación de acero, encofrado, concreto); por lo que, si se tienen plantas simétricas solo haría falta definir cantidad de días en los que se requiere culminar el casco y dividir la cantidad de departamentos en los días. Por ejemplo, si se requiere culminar un piso compuesto por 8 departamentos en 4 días los sectores estarían compuestos por 2 departamentos diarios.

- Paso 8: Dimensionamiento de cuadrilla y recursos

Con la sectorización definida, se requiere metrar cada actividad a ejecutar con el personal de casa. Teniendo los metrados se definen los recursos que se requieren (m² de encofrado, kg acero, m³ concreto, etc) y a su vez estos metrados servirán para dimensionar las cuadrillas. Los sectores tendrán metrados muy similares, solo se diferenciarán por las áreas de área común del edificio que se incluyen en los sectores. Para dimensionar las cuadrillas se requiere el metrado y el ratio meta que se obtiene del presupuesto meta. Con estos dos valores se tendrá una cantidad de horas total para la actividad, esto dividido entre la duración de la actividad y el jornal de un trabajador se obtiene la cantidad de personas que se requiere en un día. Luego de definir la cantidad de las personas en la cuadrilla se analiza el detalle de los trabajos para definir la cantidad de personal por categoría.

- Paso 9: Optimización de secuencia constructiva.

Luego de tener la sectorización y dimensionamiento de cuadrilla es importante definir la secuencia constructiva para cada actividad. La secuencia constructiva te asegurará de no tener tiempo perdido en esperas, transporte o reprogramaciones de último minuto por actividades en paralelo en una misma área. Recopilando las buenas prácticas de los proyectos estudiados para definir la secuencia constructiva de las actividades más significativas se debe tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Actividades de casco (acero, encofrado, concreto, instalaciones): para definir el sentido del sector de vaciado se debe tomar en cuenta la geometría del edificio para secuenciar de tal manera que el último sector de un piso realice

el menor recorrido de transporte de encofrado del extremo a extremo del sector uno del siguiente piso de acuerdo a la figura 28.

Figura 28: Sectorización de una vivienda multifamiliar

Fuente: Propia

- Actividades de albañilería: Los sectores de casco desaparecen en la ejecución de actividades de albañilería, el ritmo regular para ello son dos departamentos al igual que en la etapa de casco, pero los sectores no suelen ser los mismos. Es decir, suponiendo que en planta los departamentos con numeración 1 y 2 forman parte del sector 1 de casco, en la etapa de albañilería estos dos no necesariamente se ejecutan al mismo tiempo, podría ejecutarse el departamento 1 con el 4 sin mayor problema.
- Actividades de acabados interiores: Al igual que albañilería inicialmente se programa la ejecución de dos departamentos diarios, pero estos no necesariamente siguen la sectorización del casco.
- Actividades de acabados exteriores (fachada): Dependiendo de la partida se deberá secuenciar de tal manera que no afecten las actividades de acabados de interiores. Por ejemplo, la colocación de ventanas debe avanzarse de manera horizontal al igual que el interior, pero el solaqueo de fachada deberá secuenciarse de acuerdo con la geometría del edificio y considerando los largos de andamios.

- Paso 10: División de actividades productivas.

Si bien para el dimensionamiento de cuadrillas se ha evaluado las actividades productivas, es necesario hacer un nuevo análisis a fondo de ellas sin necesariamente modificar la cantidad de personas de la cuadrilla, pero si la tarea de cada uno de ellos. Por ejemplo, suponiendo que se tiene la partida de colocación de acero para la cual

considerando el metrado y el ratio meta se determinó que se requieren 6 operarios. Analizando a fondo la partida se tiene las actividades de prearmado, colocación de núcleos de columnas, colocación de acero de muros y colocación de mallas y refuerzos de losa. Para cumplir ellas se puede asignar 2 operarios solo al prearmado y el resto a las otras actividades considerando que el prearmado se realiza fuera del edificio (no se perdería tiempo en movilización de personal).

- Paso 11: Asignar tiempos de ejecución de trabajos de subcontratistas.

Regularmente se coloca como avance mínimo diario 2 departamentos al día.

- Paso 12: Gestionar reuniones con subcontratistas (SC):

En esta reunión de subcontratas se debe presentar la lista de actividades con su secuenciamiento. Los subcontratistas al tener mayor experiencia en su partida comentarán o propondrán mejoras ya sea añadiendo actividades al cronograma, mejorando el secuenciamiento o proponiendo un mejor ritmo de producción (generalmente 2 departamentos diarios). Con ello se podría mejorar el tren de actividades generando el compromiso de cumplimiento de cada subcontratista, ingreso en la fecha programada y respetando fechas de entrega.

- Paso 13: Optimización de plazos de ejecución.

Si bien el ritmo general de este tipo de proyectos es 2 departamentos diarios, hay partidas y específicamente subcontratas cuyo ritmo de producción es mayor. Por ejemplo, la instalación de drywall, dependiendo de la cantidad de metros cuadrados la instalación de drywall en interior de departamentos se podría ejecutar un piso diario con una cuadrilla mínima de 2 personas. Así en la reunión con los subcontratistas se establecen los nuevos ritmos de trabajo de cada subcontrata para plasmarlo en el cronograma detallado.

- Paso 14: Cronograma detallado de obra
- Paso 16: Cronograma detallado aprobado de obra

3.2 PROPUESTA DE MEJORA EN LA ETAPA DE EJECUCIÓN

Con el mismo objetivo de reducir las demoras por ingeniería, programación y subcontratas se propone un flujograma incluyendo pasos para controlarlas en la etapa de ejecución (figura 29).

Figura 29: Propuesta de mejora en la etapa de ejecución

Fuente: Propia, 2020

Dentro del flujograma de control se ha incluido la revisión de control de ratios con los capataces. Esta revisión deberá ser semanal, en la figura 29 se propone un formato con esta información. Una vez se tenga la información deberá transferírsela a oficina técnica para que ellos evalúen y verifiquen que los costos se encuentren correctamente asignados.

Pasos del flujograma en la etapa de ejecución en proyectos de vivienda masiva

- Paso 1: Cronograma detallado de obra
- Paso 2: Revisión de ratios

Esta revisión deberá ser semanal, en la figura 30 se propone un formato con esta información. Una vez se tenga la información deberá transferírsela a oficina técnica para que ellos evalúen y verifiquen que los costos se encuentren correctamente asignados

Figura 30: Propuesta de formato de control de ratios

PARTIDAS	FRENTE DE TRABAJO	CUADRILLA			META
		N°OPERARIOS	N°OFICIALES	N°AYUDANTE	
N° partida de control	NOMBRE DE PARTIDA				
	METRADO				
	HH				
	RATIO				

Fuente: Propia, 2020

- Paso 3: Elaboración de lookahead

Para elaborar el lookahead el área de producción toma la información del cronograma detallado correspondientes a la semana por iniciar y un horizonte de mínimo 3 semanas, se proponen 3 de semanas para este tipo de proyectos por la facilidad de levantar restricciones en ese tiempo de acuerdo al planteamiento de la figura 31. Sin embargo, si algún proyecto tuviera mayor dificultad para levantar restricciones el horizonte se podría ampliar para un mayor control.

Figura 31: Propuesta de lookahead

Item	Descripción de la actividad	EMPRESA	SEMANA 1							SEMANA 2							SEMANA 3						
			04/12	05/12	06/12	07/12	08/12	09/12	10/12	11/12	12/12	13/12	14/12	15/12	16/12	17/12	18/12	19/12	20/12	21/12	22/12	23/12	24/12
			LU	MA	MI	JU	VI	SA	DO	LU	MA	MI	JU	VI	SA	DO	LU	MA	MI	JU	VI	SA	DO
ETAPA 1																							
1	OBRAS PRELIMINARES Y PROVISIONALES																						
1.1	Actividad 1	EMPRESA A	X																				
1.2	Actividad 2	EMPRESA A	X	X																			
1.3	Actividad 3	EMPRESA A		X	X	X	X	X	X														
1.4	Actividad 4	EMPRESA A						X	X	X	X												
1.5	Actividad 5	EMPRESA A								X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
1.6	Actividad 6	EMPRESA A																X	X	X	X	X	X
2	EDIFICIO 1																						
2.1	Actividad 1	EMPRESA B		X	X	X	X																
2.2	Actividad 2	EMPRESA B						X	X	X	X	X	X	X									
2.3	Actividad 3	EMPRESA B										X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
2.4	Actividad 4	EMPRESA B																					
2.5	Actividad 5	EMPRESA B																X	X	X	X	X	X
2.6	Actividad 6	EMPRESA B																		X	X	X	X

Fuente: Propia, 2020

- Paso 4: Porcentaje de plan cumplido.

En este paso se evaluará el cumplimiento de las actividades programadas para la semana anterior. Se propone tener como porcentaje aceptable 95%. Para todos los

casos a las actividades no cumplidas se deberá detallar la causa de incumplimiento, en la figura 32 se propone la clasificación de causas de incumplimiento, esto con la finalidad de posteriormente de ser necesario obtener una estadística de las causas de incumplimiento más repetitivas a lo largo del proyecto.

Figura 32: Propuesta para las causas de incumplimiento

CAUSAS DE INCUMPLIMIENTO	SEMANAS										SUMA TOTAL
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	
PROGRAMACIÓN	8	6	6			3	2	2	2	1	22.73%
SUBCONTRATAS	4	6	2	7	2	2		6	4	2	26.52%
INGENIERÍA	3	8	3	5	9	8	1				28.03%
CLIENTE							4			5	6.82%
LOGÍSTICA		5			4			3			9.09%
SUPERVISIÓN			2				2				3.03%
ADMINISTRACION											0.00%
SSOMA											0.00%
CALIDAD											0.00%
OFICINA TECNICA			5								3.79%
JEFATURA DE OBRA											0.00%

Fuente: Propia, 2020

- Paso 5: Replanteo del lookahead

Se replantea el lookahead en función a las actividades no cumplidas la semana anterior. En este lookahead se deben reprogramar las actividades no cumplidas de tal manera que no se perjudique el tren de actividades; es decir, teniendo como ejemplo la actividad de instalación de papel colomural. Inicialmente se debían cumplir 8 departamentos por semana, si en la semana posterior a la que se plantea en el lookahead no se cumplió con ninguno de los departamentos, en la semana que se presenta el lookahead se deben culminar 16 departamento.

- Paso 6: Revisión de plano con capataces y Subcontratas

Este paso se ha incluido en la etapa inicial y también se incluye en la etapa de ejecución. Durante la reunión semanal los encargados deberán de revisar los planos de detalles de las actividades a ejecutar en el horizonte de 3 semanas de encontrar incompatibilidades generarán las consultas. Se elaborarán una lista de consultas y quien se encargará de consolidarlas será oficina técnica. En la figura 32 se propone un formato de log de consultas iniciales.

Figura 33: Propuesta de formato de log de consultas iniciales

Nº	Grupo	Especialidad	Consulta	Imagen	Fecha	RESPUESTAS.	ARCHIVO DE REFERENCIA

Fuente: Propia, 2020

- Paso 7: Consulta a especialistas

Con la lista de consultas presentadas en el formato propuesto en la figura 32 oficina técnica dará seguimiento a las respuestas de especialistas.

- Paso 8: Actualización de la información

Una vez absueltas las consultas, oficina técnica deberá actualizar planos y difundir los cambios a todas las áreas involucradas (residencia, calidad, producción).

- Paso 9: Presentación del lookahead en reunión de capataces y Subcontratas

Se presentará el lookahead a todos los capataces, con la finalidad que programen los recursos necesarios para poder cumplir con la programación presentada para las siguientes 3 semanas; las actividades programadas para la semana inmediata no deberían tener restricciones por haberse presentado en lookaheads anteriores siguiendo todos estos 12 pasos. De encontrarse restricciones se registrarán en un formato de restricciones propuesto en la figura 34.

Figura 34: Formato de restricciones propuesto

Frente	Responsable de Identificación	Estado	Edificio	Nombre de tarea	Descripción de la Restricción	'Fecha de Solicitud'	Fecha Requerida	Responsable del Levantamiento	Tipo de Restricción	Fecha Compromiso	Fecha de Reprogramación

Fuente: Propia, 2020

- Paso 10: Gestión de restricciones

En este paso el área de producción, usando el formato de la figura 33, gestionará el levantamiento de las restricciones con cada uno de los responsables. Para ello debe seguir el flujo mostrado en la figura 35.

Figura 35: Gestión de restricciones propuesto

Fuente: Propia, 2020

- Paso 11: Plan semanal

El plan semanal debe extraerse de lo programado en el lookahead, como se muestra en la figura 36. Este se debe presentar el último día de la semana anterior o el primer día de la semana y es importante difundirlo a todos los responsables para que se asegure su cumplimiento.

Figura 36: Propuesta de plan semanal

Item	Descripción de la actividad	EMPRESA	SEMANA 1					
			04/12	05/12	06/12	07/12	08/12	09/12
			LU	MA	MI	JU	VI	SA
	ETAPA 1							
1	OBRAS PRELIMINARES Y PROVISIONALES							
1.1	Actividad 1	EMPRESA A	X					
1.2	Actividad 2	EMPRESA A	X	X				
1.3	Actividad 3	EMPRESA A		X	X	X	X	X
1.4	Actividad 4	EMPRESA A						X
2	EDIFICIO 1							
2.1	Actividad 1	EMPRESA B		X	X	X	X	
2.2	Actividad 2	EMPRESA B						X

Fuente: Propia, 2020

- Paso 12: Plan diario

El plan diario reflejará las actividades programadas por día presentadas en el plan semanal como se detalla en la figura 37, el cual se elaborará un día antes. Este plan es importante para revisar a detalle la ubicación de cada cuadrilla y que estas no estén en simultáneo, así se evita esta simultaneidad por temas productivos y de seguridad. Esto reduce los tiempos muertos por esperas para tener las condiciones seguras de trabajo. Adicionalmente se puede complementar con información del tamaño de la cuadrilla, el metrado a realizar, el riesgo y el responsable de la ejecución de la actividad.

Figura 37: Propuesta de plan diario

Item	Actividad	Cuadrilla	Metrado	Lugar	Horario	Riesgo	Responsable
	ETAPA 1						
1	OBRAS PRELIMINARES Y PROVISIONALES						
1.2	Actividad 2	2	20m2	PISO 1	7:30-17:00	1	EMPRESA A
1.3	Actividad 3	1	50m2	PISO 2	7:30-17:01	2	EMPRESA B
2	EDIFICIO 1						
2.1	Actividad 1	5	20 und	PISO 3	7:30-17:00	2	EMPRESA C

Fuente: Propia, 2020

CAPÍTULO 4. IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA DE MEJORA PARA LA PLANIFICACION DE PROYECTOS MASIVOS

La propuesta de plan de mejora presentada en el capítulo 3 se ha implementado en un edificio del proyecto D que viene ejecutando la empresa constructora del proyecto A. El proyecto D consta de 6 edificios de 17 pisos (128 departamentos). Durante el 2019 se ejecutó el primer edificio y en la actualidad se viene ejecutando el segundo edificio al cual se ha aplicado la propuesta de mejora.

4.1 IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA EN LA ETAPA DE PLANEAMIENTO

1. Generar lista de actividades detalladas

Para elaborar el cronograma del proyecto D, el área de producción de acuerdo a experiencias en proyectos pasados propone el cronograma general por torre a residencia, residencia lo revisa y genera la reunión de aprobación con la empresa inmobiliaria. La empresa inmobiliaria aprueba el cronograma solo dando su aprobación para ejecutar el primer edificio. Conforme se va avanzando y se van vendiendo los departamentos se va aprobando los siguientes edificios. Para el segundo edificio del proyecto D, se aprobó el cronograma general mostrado en la figura 38.

Figura 38: Cronograma general planificado

Fuente: Propia, 2020

2. Generar lista de actividades detalladas

Para elaborar esta lista no solo se tiene la experiencia del área de producción en los procesos constructivos, sino que la empresa A al haber ejecutado anteriormente varios proyectos de este tipo tienen la información de aquellos proyectos. Recopilando esta información junto con la experiencia de los ingenieros de producción se genera el listado para el proyecto D. El listado se adjunta en el anexo 1.

3. Revisión de planos y especificaciones técnicas

Se le adicionó como tarea específica al ingeniero de producción revisar todos los planos 1 mes antes el inicio del movimiento de tierras del edificio. A su vez él revisaba los planos con los encargados de las instalaciones. Además, dentro del área de oficina técnica se tiene un encargado de usar la metodología BIM² para compatibilizar los planos y darle más información en 3D al ingeniero de producción encargado. Bajo esta revisión se generaron 71 consultas.

4. Consultas a especialistas

Se realizaron 71 consultas iniciales a especialistas, el resumen de consultas se puede ver en la figura 39, se siguió un formato simple para realizar las consultas en masa a los especialistas. Regularmente durante la ejecución estas consultas se realizan en formatos establecidos de acuerdo del SIG de la empresa (RFI³ o SI⁴) para lo cual se invierte mayor tiempo en elaboración del formato y en la respuesta a cada consulta independiente.

Figura 39: Cantidad de consultas iniciales

Especialidad	Casa club	Edificio	Estacionamientos	General	Obras Complementarias	Total general
ACI			1			1
Arquitectura	3	10	2	1	11	27
Estructuras	2	13			7	22
IIEE	2	4			3	9
IISS	1	1	1		5	8
Indeci	1					1
II.MM					3	3
Total general	9	28	4	1	29	71

Fuente: Propia, 2020

² BIM: Building Information Modeling

³ RFI: Request for information

⁴ SI: Solicitud de información

5. Actualización de la información

La actualización de los planos y especificaciones técnicas fue mucho más rápida al proceso regular durante la ejecución; ya que los mismos proyectistas enviaban los planos incluyendo todas las modificaciones que se consultaron. Facilitando así la actualización de planos para oficina técnica a quien le restaba difundir estas actualizaciones.

6. Separar actividades por responsable

Si bien en la figura 27 se propuso una lista a subcontratar en el proyecto D se ha subcontratado de acuerdo al cuadro mostrado en la tabla 10, debido a la capacidad de contratación de mano de obra.

Tabla 10: Actividades por responsable de ejecución

PARTIDA	CASA	SC
MOVIMIENTO DE TIERRAS Y PLATAFORMADO		x
ENCOFRADO DE PLATEA		x
COLOCACIÓN DE ACERO PLATEA		x
COLOCACIÓN DE CONCRETO PLATEA		x
ENCOFRADO	x	
COLOCACIÓN DE ACERO	x	
COLOCACIÓN DE CONCRETO	x	
IISS		x
IIEE		x
IIGG		x
ACI		x
ALBAÑILERÍA	x	
BLOQUETAS DE CONCRETO		x
DRYWALL		x
ENCHAPE		x
SELLOS CORTAFUEGO		x
PAPEL MURAL		x
PINTURA		x
CARPINTERÍA METÁLICA		x
PUERTAS CORTAFUEGO		x
VENTANAS Y MAMPARAS		x
PUERTAS		x
CONTRAZOCALO Y RODON		x
PUERTAS DE MELAMINE		x
SOLAQUEO DE FACHADA		x
CONTRAZOCALOS CEMENTO PULIDO		x
PISOS AREA COMUN		x

PISO LAMINADO		X
INTERCOMUNICADORES		X
MUEBLES DE MELAMINE		X
TERMAS DE GAS		X
PASTELERO		X
MALLAS ANTICAÍDAS		X

Fuente: Propia, 2020

7. Sectorización

La planta típica de este proyecto consta de 8 departamentos; por lo que se han definido 4 sectores para todas las actividades. Es decir, un avance de 2 departamentos diarios.

8. Dimensionamiento de cuadrilla y los recursos

Para evidenciar el proceso de dimensionamiento de cuadrilla del proyecto D se tomará de ejemplo el dimensionamiento de cuadrilla del encofrado. En la tabla 11 se tiene el cuadro resumen de cantidad de metrado total por los cuatro sectores que hacen un piso, asimismo la ratio meta y con ello se obtiene la cantidad de encofradores necesarios por sector.

Tabla 11: Dimensionamiento de cuadrilla y recursos

	S1	S2	S3	S4
Encofrado (m2)	605.77	524.13	568.18	497.12
Ratio meta (hh/m2)	0.33	0.33	0.33	0.33
Cuadrilla (personas)	24.99	21.62	23.44	20.51

Fuente: Propia, 2020

Como se puede apreciar, para cada sector se tiene una cantidad diferente de trabajadores además no se tiene establecida la categoría por lo que se analizó más a detalle el trabajo. Para ello se usó un plano por sector donde se marcó el trabajo de cada uno de los trabajadores, tomando como premisa que los operarios deberían encofrar 25 m2 y los oficiales menores metrados. El análisis del sector 1 se encuentra adjunto en el anexo 2. Se tiene como resultado para todos los sectores una cuadrilla de 23 trabajadores en la tabla 12.

Tabla 12: Dimensionamiento de cuadrilla

Operarios	16
Oficiales	5
Operario volante	1
Operario andamio	1

Fuente: Propia, 2020

9. Optimización de secuencia constructiva

Este paso se ha enfocado a las actividades de casco, albañilería, acabados interiores y acabados interiores, a continuación, la explicación de cómo se aplicó a ellas:

- Actividades de casco: se optimizó la secuencia de ejecución de los sectores ha sentido horario teniendo así el acarreo de encofrado de un piso a otro en la longitud más corta de la planta del edificio. La secuencia se indica en la figura 40 líneas abajo. Esto genera un ahorro en el tiempo de encofrado, si bien no implica una reducción de días ya que de igual manera solo se vacía un sector al día; si se tienen ahorro de horas máquina de la torre grúa, grupos electrógenos, horas hombre y además mejora la relación con los vecinos ya que se asegura que los vaciados culminen antes.
- Actividades de albañilería: La geometría del edificio tiene dos tipos de departamentos, los departamentos extremos y los departamentos centrales. Estos dos tipos son diferentes entre sí, por lo cual los detalles de albañilería también lo son. El ritmo de producción mínimo son 2 departamentos al día por lo cual es más eficiente realizar 2 departamentos iguales en un día, al día siguiente 2 iguales y recién al tercer día se tienen 2 diferentes departamentos a los del día anterior pero siempre iguales entre sí en un mismo día. En la figura 41 se tiene la secuencia, como se puede apreciar es diferente a la sectorización y secuencia de casco. Se llega a culminar la tarea más rápido ya que al ejecutar el segundo departamento del día el albañil solo replica lo que realizó para ejecutar el primer departamento (una curva de aprendizaje optimizada en un día) mejorando así su rendimiento en el día. Si bien esta partida se controla por la tarea de los dos departamentos diarios se tienen ahorros en horas máquina de las amoladoras y ahorro de material.

- Actividades de acabados interiores: Se siguió el mismo concepto y sectorización de albañilería.
- Actividades de acabados exteriores: Para secuenciar estas actividades se tuvo que realizar una reunión con el área de Obras exteriores para no interferir con sus trabajos (por seguridad no realizar actividades en paralelo en el mismo vertical). Todas las actividades de fachada se programaron en esta reunión y se realizaron programaciones con el plano en planta del edificio, un ejemplo es la figura 42 donde se muestra la programación para el solaqueo de fachada. Todos los trabajos de fachada siguen este concepto a excepción de la instalación de ventanas y mamparas que se instalan de manera horizontal ya que es el arranque de todos los acabados interiores cuyo avance es de manera horizontal.

Figura 40: Secuencia de sectorización de la etapa de casco

Fuente: Propia, 2020

Figura 41: Secuencia de sectorización de albañilería

Fuente: Propia, 2020

Figura 42: Programación de solaqueo en fachada

Fuente: Propia, 2020

10. División de actividades

La propuesta para la división de las actividades está enfocada en la partida de albañilería, donde se aplicó la división de actividades a detalle como la separación de las actividades en los derrames, diferenciando las puertas ventanas de las mamparas. Además, se incrementaron las actividades a las partidas de preparación de muros y resane de pisos con el fin de tener mayor control sobre el avance y rendimiento.

Figura 43: División de actividades de la cuadrilla de albañilería

Nro partida	Partida	Actividad	und	Ratio meta
XX	Preparación de muros	Amolado	hh/m2	0.12
		Resane y alineamiento de muros		
		Resane y alineamiento de muros de Area com		
		Preparación para papel mural		
		Levantamiento de observaciones		
XX	Derrames	Derrames de puertas y ventanas	hh/ml	0.4
		Derrames de mamparas		
XX	Resane de pisos	Amolado de pisos	hh/m2	0.175
		Solaqueo de pisos		

Fuente: Propia, 2020

11. Asignar tiempos de ejecución de subcontratas

Inicialmente se asigna un avance mínimo diario 2 departamentos al día.

12. Gestionar reuniones con subcontratistas

Se gestionó la reunión con subcontratistas de las partidas más incidentes, las partidas con menos incidencia aún no se habían definido. De la reunión se añadieron actividades; por ejemplo, la actividad de instalación de sellos cortafuego solo se había considerado una vez, pero el subcontratista recomendó dividirla de acuerdo a la ubicación del mismo (sellos debajo de enchape, en drywall, en tabiquería de concreto, etc). También se modificó el ritmo de producción de actividades analizando que por aumentar la producción de una actividad no se generen cuellos de botella, para lo cual algunas cuadrillas debían tener trabajos no continuos. En la figura 44 se muestra cómo se modificó la planificación incluyendo dos actividades; “Colocación de sello antes de pintura” e “Instalación de sellos cortafuego para muebles se cocina” en vez de una actividad general de “instalación de sellos cortafuego” como se consideró inicialmente.

Figura 44: Planificación de ejecución de la SC de sellos CF

ACTIVIDAD	SEM 02							
	L	M	X	J	V	S	L	M
	06-ene	07-ene	08-ene	09-ene	10-ene	11-ene	13-ene	14-ene
Colocación de sello antes de pintura	P15	P16	P17	P1				
Empaste grueso	P13-14-15	P13-14-15	P13-14-15	P13-14-15	P13-14-15	P13-14-15	P16-17-1	P16-17-1
Empaste fino	P13-14-15	P13-14-15	P13-14-15	P13-14-15	P13-14-15	P13-14-15	P16-17-1	P16-17-1
Secado	P13-14-15	P13-14-15	P13-14-15	P13-14-15	P13-14-15	P13-14-15	P16-17-1	P16-17-1
Lijado + 1er mano	P13-14-15	P13-14-15	P13-14-15	P13-14-15	P13-14-15	P13-14-15	P16-17-1	P16-17-1
Instalacion de puertas	P10	P11	P11	P12	P12	P13	P13	P14
Encintado para papel colomural	P15	P16	P17	P1				
Colocación equipos sanitarios	P9	P9	P10	P10	P10	P11	P11	P11
Pintura 1era mano de puertas	P8	P9	P10	P11	P12			
Colocación de escalera duplex	ESC 2	ESC 3	ESC 3	ESC 4	ESC 4	ESC 5	ESC 5	ESC 6
Esmerilado, masillado y base en escalera duplex	ESC 2	ESC 3	ESC 3	ESC 4	ESC 4	ESC 5	ESC 5	ESC 6
Instalación de ventanas y mampara	P12						P13	P14
Tarugado para Rollers	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15
2DA mano de pintura techos	P9	P9	P10	P10	P11	P11	P12	P12
Instalación de sellos cortafuego para muebles de cocina	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P1

Fuente: Propia, 2020

13. Optimización de tiempos de ejecución

Durante la reunión de subcontratistas se incluyeron las propuestas e inconvenientes que pudieran tener, así se modificaron los rendimientos de trabajo de cada subcontrata y se actualizó el cronograma con la información actualizada.

14. Cronograma detallado de obra

Como resultado del análisis y reunimos mostrados en los pasos anteriores, se tiene el cronograma general detallado de obra que será el punto de partida para la ejecución del proyecto, el cronograma se adjunta en el anexo 3.

15. Aprobación de cronograma

El cronograma anexado se aprobó por residencia y se espera cumplir con la fecha de entrega propuesta.

4.2 IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA EN LA ETAPA DE EJECUCIÓN

1. Cronograma detallado de obra

Este cronograma es el presentado en el anexo 3.

2. Revisión de ratios

Se aplicó el formato propuesto en la figura 30, este formato se elabora todos los lunes presentando el cierre de la semana anterior y se envía al área de oficina técnica para que verifique que los costos están correctamente direccionados.

3. Elaboración de lookahead

En este proyecto se trabaja con el horizonte propuesto de 3 semanas ya que en ese tiempo se pueden levantar las restricciones para cumplir las actividades programadas. El lookahead al igual que el formato de control de ratios se envía a oficina técnica.

4. PPC

El proyecto tiene como porcentaje aceptable 95%, el análisis de causa de incumplimiento desde que se inició el segundo edificio del proyecto se mejoró el porcentaje de cumplimiento con respecto al edificio 1. Este análisis se puede apreciar en la figura 45 donde la columna de la etapa 1 representan las causas de incumplimiento del edificio 1 donde no se aplicó esta propuesta de mejora y la etapa 2 corresponde al edificio donde ya se aplicó el plan de mejora propuesto.

La subcontratación, ejecución, equipos y logística son las causas de incumplimiento más incidentes de esta segunda etapa. En cuanto a la causa de ejecución es una consecuencia de las fallas de subcontratas, ya que se clasifica como incumplimiento de ejecución cuando se cumple una tarea por las actividades previas (que podrían estar a cargo de subcontratas). Equipos y Logística son una causa que no se había identificado en los proyectos analizados en el capítulo 2. En cuanto a logística se debe a un problema propio del proyecto ya que tiene demoras de pagos a proveedores. La causa “Equipos” es consecuencia del uso propio de los equipos menores, para los cuales se requiere mejorar los mantenimientos de los mismos. Ambas causas no forman parte del alcance de esta propuesta de mejora.

Figura 45: Porcentaje de plan cumplido de la implementación

CAUSAS DE INCUMPLIMIENTO	Etapas 1	Etapas 2
PROGRAMACIÓN	8	12
LOGISTICA	11	24
QA/AC	5	8
INGENIERÍA	31	5
SUPERVISIÓN/CLIENTES	3	4
EJECUCIÓN	34	23
SUBCONTRATAS	120	50
EQUIPOS	16	25
ADMINISTRACIÓN	8	0
ACTIVIDADES NO CUMPLIDAS	236	151
ACTIVIDADES TOTALES	6529	5378
PPC TOTAL	96%	97%

Fuente: Propia

5. Replanteo de lookahead

Se viene replanteando el lookahead tal cual se establece en la propuesta de mejora, en caso se tenga un incumplimiento las siguientes semanas se aumentan los avances programados de tal manera que se cumpla lo programado inicialmente y lo que no se llegó a cumplir.

6. Revisión de planos con capataces y subcontratas

Se trató de seguir este paso sin embargo no se logró tener muchas más consultas adicionales a las iniciales, esto también se debe a que al tener ya un edificio (todos los edificios tienen la misma planta típica) ejecutado muchas consultas son resueltas revisando como se ejecutó el edificio anterior.

7. Consulta a especialistas

Las consultas revisadas con los capataces y subcontratas son enviadas a oficina técnica, el cual se encarga de enviar a los proyectistas.

8. Actualización de la información

De acuerdo a la respuesta de los proyectistas, se actualizan los planos, alcance o EETT se a en la red y se informa a las áreas involucradas sobre los cambios que se realizaron.

9. Presentación del lookahead en reunión de capataces y subcontratas

Las reuniones con capataces se dan una vez por semana y se ha acordado que debe tener una duración de una hora exacta para no perder la objetividad de la reunión. Durante los primero 15 min se difunden temas de seguridad, observaciones, alguna capacitación, actividades críticas, acuerdos para brindar las condiciones de seguridad en campo y además se implementó que aleatoriamente durante 5 min uno exponga su procedimiento de trabajo al resto con la finalidad que todos puedan ser supervisores de medidas de seguridad de otras actividades. Los siguientes 15 min se destinan a revisar temas de calidad, observaciones, lecciones aprendidas, control de protocolos, etc. Finalmente se presenta el PPC de la semana anterior y el lookahead de la siguiente semana con la finalidad que los capataces se comprometan a cumplir con lo establecido en el lookahead y de no poder hacerlo indicar las razones que posteriormente se clasificará dentro del formato de restricciones.

10. Gestión de restricciones

Durante la presentación del lookahead se identifican restricciones y se llena el formato presentado en la figura 34 para que luego el área de producción se encargue de dar seguimiento a que los responsables de levantamiento levanten oportunamente su restricción. En la tabla 13 se presentan el resumen de cantidad de restricciones presentadas hasta la primera semana del 2020.

Tabla 13: Resumen de cantidad de restricciones

Tipo de restricción	Cuenta de Tipo de Restricción
Actividades Previas	6
Condiciones Externas	2
Equipos	2
Información	3
Materiales	7
Subcontratas	50
Total general	70

11. Plan semanal

El plan semanal está incluido dentro del lookahead presentado a los capataces por lo que la difusión y compromiso de ellos se da en esa reunión.

12. Plan diario

Para la elaboración del plan diario el área de producción usa como guía el plan semanal. Este plan diario asegura que se cumpla lo programado para la semana, pero además se ha enfocado a la seguridad lo que finalmente también ayuda a que se cumpla lo programado. Una buena práctica generada en el proyecto D es que la ubicación de cada actividad está a detalle, tiene un responsable y además se evalúa el nivel de peligrosidad de la actividad clasificándola dentro de la matriz de evaluación de riesgos, esto se puede ver en la figura 46.

Figura 46: Plan diario

PLAN DIARIO - FRENTE XX					RIESGO		PROBABILIDAD MEDIA				
					CONSECUENCIA	BAJA			ALTA		
						LEV E		2		3	
						MODERADA		4		6	
					SEVERA		3		9		
NOMBRE DE PROYECTO: XXX											
FECHA: 16.01.20											
ACTIVIDAD				CUADRI- LLA (NUME- RO DE	METRADO	LUGAR	HORARIO	RIESGO	RESPONSABLES		
EDIFICIO 3											
PINTURA											
EMPASTADO DE DEPARTAMENTOS				7		E3P13/14	7:30 - 17:00	3	XXX		
LIJADO Y PINTADO DE DEPARTAMENTOS				1		E3P12	7:30 - 17:00	3	XXX		
EMPASTADO DE PASADIZOS				1		E3P14	7:30 - 17:00	3	XXX		
MASILLADO Y PINTADO DE TECHOS (ACABADO)				2		E3P10/11	7:30 - 17:00	3	XXX		
SELLADO Y MASILLADO DE MARCOS DE PUERTAS				1		E3P10/11	7:30 - 17:00	3	XXX		
LIJADO Y PINTADO EN LATEX DE BAÑOS Y COCINAS				2		E3P6	7:30 - 17:00	3	XXX		
PINTADO DE OLEO EN BAÑOS Y COCINAS				2		E3P3	7:30 - 17:00	3	XXX		
ANDAMIO 1: EMPASTADO DE MUROS				2		E3	7:30 - 17:00	6	XXX		

4.3 ANÁLISIS DEL PLAN DE MEJORA IMPLEMENTADO

De acuerdo a la propuesta de mejora implementado en esta segunda etapa del proyecto D, se analizará los resultados obtenidos en comparación a la primera etapa de la misma con el fin de obtener el sustento de las hipótesis establecidas al inicio del capítulo.

4.3.1 Consultas realizadas a los proyectistas

Figura 47: Comparación de consultas realizadas en los proyectos

Fuente: Propia, 2020

De acuerdo a la figura 47 se puede observar impacto que genera incluir al ingeniero de producción en la revisión de los planos y EETT en la etapa de planificación. El tener mayor cantidad de consultas resueltas en la etapa inicial genera que disminuyan los retrasos en la ejecución causadas por las demoras en las respuestas de los especialistas. Así, optimizando el tiempo de las respuestas por los especialistas se mejorará la ejecución de las partidas de acuerdo al cronograma planificado.

4.3.2 Resultados de la división de actividades

Este paso se ha aplicado específicamente para las cuadrillas de albañilería. En la etapa 1 del proyecto D, esta partida terminaron perdiendo con respecto a lo presupuestado. Sin embargo, para el segundo edificio donde se aplicó esta división de actividades a detalle se obtuvo un mejor resultado. En la etapa 1, los derrames de puertas, ventanas y mamparas de un departamento lo realizaba un solo albañil. Sin embargo, en la etapa 2, se separó la ejecución teniendo un albañil para realizar mamparas y otro para solo puertas y ventanas. Asimismo, se aumentaron actividades a la preparación de muros y resane de pisos. En la figura 48 se observa el resultado de esta medida. Si bien la partida de derrames aún supera los resultados meta del proyecto se ha mejorado significativamente con respecto a la etapa 1 en donde no se aplicó este plan de mejora.

Figura 48: Resultados de la mejora por la división de actividades

					Etapa 1		Etapa 2		Ahorro en hh con respecto etapa 1
Nro partida	Partida	Actividad	und	Ratio meta	Actividades ejecutadas	Ratio obtenido	Actividades ejecutadas	Ratio obtenido	
XX	Preparación de muros	Amolado	hh/m2	0.12	x	0.134	x	0.11	755
		Resane y alineamiento de muros			x		x		
		Resane y alineamiento de muros de Area comu			x		x		
		Preparación para papel mural			x		x		
		Levantamiento de observaciones			x		x		
XX	Derrames	Derrames de puertas y ventanas	hh/ml	0.4	x	0.618	x	0.5	499
		Derrames de mamparas					x		
XX	Resane de pisos	Amolado de pisos	hh/m2	0.175	x	0.17	x	0.1	614.5
		Solaqueo de pisos					x		
									1,868.50

Fuente: Propia, 2020

4.3.3 Resultado de las reuniones con SC

De acuerdo a lo descrito, las reuniones con las SC se desarrollan en la etapa de planeamiento para definir y optimizar los tiempos de ejecución del proyecto, asimismo en la etapa de ejecución con el fin de controlar el avance y revisar la información requerida previa a su ejecución. Las medidas mencionadas tienen un impacto positivo en el cronograma del proyecto, disminuyendo así los incumplimientos en la ejecución de las partidas, el cual se ve reflejado en el gráfico 45.

4.3.4 Impacto de la propuesta de mejora en el cronograma de ejecución

De acuerdo a la implementación de la propuesta de mejora y teniendo en cuenta los cronogramas de obra planificado de la etapa 1 y 2 del proyecto D, podemos concluir que hasta el momento se optimizó 2 meses y medio del cronograma de ejecución de acuerdo a la tabla 14:

Tabla 14: Impacto de la propuesta de mejora en el cronograma

Cronograma real etapa 1	12 meses
Cronograma meta etapa 2	12 meses
Cronograma actualizado etapa 2	10.5 meses

Fuente: Propia, 2020

4.3.5 Costo de la implementación de la propuesta de mejora en el proyecto

De acuerdo a los requerimientos de la propuesta de mejora y para realizar un mejor control de los procesos implementados es necesario aumentar un asistente adicional al área de producción, el costo es reflejado en el cuadro 15.

Tabla 15: Costo de la implementación de la propuesta de mejora

Descripción	Cantidad	Unidad	PU	Subtotal (S/.)
Asistente de producción	12	mes	S/. 3,500.00	S/. 42,000.00
Alquiler de computadora	12	mes	S/. 125.00	S/. 1,500.00
TOTAL				S/. 43,500.00

Fuente: Propia, 2020

El ahorro generado por la optimización del cronograma se refleja en el costo del staff de la obra. Así, considerando un mes entre la etapa de planificación y cierre, tenemos una optimización de un mes y medio en los gastos generales que representa un ahorro de S/. 79,162.50. La incidencia del costo respecto al costo total es del 0.28% del proyecto y se muestra en la tabla 16.

Tabla 16: Incidencia del costo de la propuesta respecto al presupuesto de obra

DESCRIPCIÓN	COSTO
Costo de propuesta	S/. -43,500.00
Gastos generales	S/. 79,162.50
Ahorro	S/. 35,974.50
Incidencia	0.28%

Fuente: Propia, 2020

CONCLUSIONES

De acuerdo a las propuestas de mejora implementadas en la Etapa 2, tanto en la etapa de planificación como en la etapa de ejecución se logró reducir el tiempo de construcción de 12 meses a 9 meses y medio, logrando un ahorro en los gastos generales de S/. 79,162.50 y un ahorro neto de S/. 35,974.50 que equivale al 0.28% del presupuesto total.

Con la propuesta de mejora se logró aumentar la cantidad de consultas o RFI's en la etapa de planificación, así la ingeniería dejó de ser una de las principales causas de demoras en la ejecución del proyecto.

Para la etapa de planificación se realizaron reuniones con los subcontratas para revisar y definir el avance requerido con los cuales se pudieron optimizar el cronograma. Adicionalmente para la etapa de ejecución se integró a la subcontrata para la revisión de los planos y especificaciones técnicas de manera colaborativa logrando que la información requerida se encuentre al momento de la ejecución de las partidas.

Como resultado de la división de las partidas y actividades se logró mejorar los ratios en las partidas de albañilería lo cual impacta en el cronograma de la ejecución de la partida.

Como resultado de la implementación de la gestión de las restricciones se logró realizar el seguimiento y control de los responsables del levantamiento, asegurando así mantener la ejecución de las partidas en el tiempo previsto.

El proyecto consta de 6 edificios, y de acuerdo a optimización planteada se podría reducir el tiempo de ejecución de todo el proyecto de seis años a cinco años, donde se podría lograr un ahorro de S/. 179,872.50, además de los beneficios de finalizar el proyecto antes de la fecha pactada con el cliente.

RECOMENDACIONES

Para implementar una propuesta de mejora se recomienda contar primero con un sistema de gestión establecido por la empresa, ya que facilita el adecuado control y ejecución de los procesos.

Se debe tener en cuenta que la aplicación de los procesos y propuestas descritas en la presente investigación deben aplicarse de acuerdo al alcance y naturaleza de cada proyecto.

La presente investigación se observó la relevancia de las Subcontratas en el cronograma del proyecto, por lo que se recomienda profundizar el estudio en la gestión de las Subcontratas.

REFERENCIAS

Project Management Institute (2015). Project Management Institute: A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide) 5ª ed. Pennsylvania: PMI

CÁMARA PERUANA DE LA CONSTRUCCIÓN (CAPECO) (2015). XX Estudio: El Mercado de Edificaciones Urbanas en Lima Metropolitana y el Callao. Lima: CAPECO.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA (INEI). Censos Nacionales de Población y Vivienda, 1993 y 2017. (Consulta 20 de setiembre de 2019) (<https://www1.inei.gob.pe/prensa/noticias/inei-difunde-base-de-datos-de-los-censos-nacionales-2017-y-el-perfil-sociodemografico-del-peru-10935/>)

CÁMARA PERUANA DE LA CONSTRUCCIÓN (CAPECO). El sector construcción alcanzó su mejor desempeño en cinco años. (Consulta 22 de setiembre de 2019)

GHIO, Virgilio (2004) PRODUCTIVIDAD EN OBRAS DE CONSTRUCCIÓN. Lima PUPC- Fondo Editorial

EL PERUANO (2019) Sector construcción se dinamizará en el 2020 (Consulta: 15 de diciembre del 2019). (<https://elperuano.pe/noticia-sector-construccion-se-dinamizara-el-2020-87495.aspx>)

SEMANA ECONÓMICA (2019) Capeco: el sector construcción alcanzó su mejor desempeño en cinco años (Consulta: 15 de diciembre del 2019). (<http://semanaeconomica.com/article/sectores-y-empresas/conectividad/328785-capeco-el-sector-construccion-alcanzo-su-mejor-desempeno-en-cinco-anos/>)

LEAN CONSTRUCTION ENTERPRISE (2015) Last Planner (El último planificador) (consulta: 10 de diciembre de 2020) (<http://www.leanconstructionenterprise.com/documentacion/last-planner>)

FORSA (2017) Soluciones para edificaciones verticales (consulta: 5 de diciembre) (https://www.forsa.com.co/solucion-vivienda/sistema-trepante/#galeria_sistema-trepante)

Castro, J., Pajares, J. (2014). Propuesta e implementación de sectorización y trenes de trabajo para acabados interiores bajo la filosofía lean contruction, en obras de construcción de

viviendas (Tesis para Título de Ingeniero Civil). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú.

Huari, L, & Rojas, R. (2012). Propuesta de Guía Metodológica para la planificación y control de tiempo aplicada a la construcción de proyectos de edificaciones multifamiliares (tesis para optar por el título de Ingeniero Civil). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú.

Prudencio, M, & Unda, A. (2019). Optimización de la Gestión del Alcance para mitigar los cambios en Edificaciones (tesis para optar por el título de Ingeniero Civil). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú.

Fernandez, L (2017). Implementación BIM para la gestión del diseño en un proyecto de edificación multifamiliar (tesis para optar por el título de Ingeniero Civil). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.

ANEXOS

Anexo 1: Lista de actividades detalladas del proyecto

	PLATEA
1	TRAZO DE VIGAS DE CIMENTACIÓN
2	CORTE Y HABILITACIÓN DE ACERO DE PLATEA
3	EXCAVACIÓN LOCALIZADA DE VIGAS DE CIMENTACIÓN
4	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCAVADO
5	ENCOFRADO REIMETRAL DE PLATEA
6	TRAZO PARA REDES (ACI)
7	EXCAVACIÓN DE ZANJA PARA REDES (ACI Y VIGAS
8	COLOCACIÓN DE TUBERÍAS (ACI)
9	RELLENO Y COMPACTACIÓN DE ZANJAS
10	PRE-ARMADO DE ACERO VERTICAL (DETALLES)
11	COLOCACIÓN DE ACERO EN VIGAS CE CIMENTACIÓN
12	COLOCACIÓN DE MALLA INFERIOR DE ACERO EN PLATEA
13	VACIADO DE LOSA DE PIT DE ASCENSOR
14	COLOCACIÓN DE TUBERÍAS DE DESAGUE
15	PRUEBA DE ESTANQUEIDAD
16	ENCOFRADO DE MUROS PIT ASCENSOR
17	IIEE EN MALLA INFERIOR
18	IISS EN MALLA INFERIOR
19	COLOCACIÓN DE MALLA SUPERIOR DE ACERO EN
20	COLOCACIÓN DE ARRANQUE VERTICAL DE ACERO
21	COLOCACIÓN DE ISS
22	COLOCACIÓN DE IIEE
23	COLOCACIÓN DE GAS
24	VACIADO DE PLATEA
25	CURADO DE PLATEA
26	DESENCOFRADO DE PLATEA
27	RELLENO PERIMETRAL
	ESTRUCTURA
28	Habilitado de acero
29	Trazos y nivelación de topografía sector
30	Colocación de acero en muros
31	Colocación de IIEE, IISS y Gas en muros
32	Encofrado de muros y losa
33	Colocación de acero en losa
34	Colocación de IIEE, IISS y Gas en losa
35	Vaciado de muros y losa
36	Acabado de losa
37	Desencofrado de muros y losa
38	Curado de muros y losa
39	Resanes de cangrejas y segregaciones (REPARACION)
40	Armado andamio perimetral
	Escalera
41	Trazos y nivelación de topografía escalera
42	Anclaje y colocación de acero en escalera
43	Colocación de concreto caja escalera

44	Encofrado de pasos y contrapasos escalera
45	Colocación de acero pasos y contrapasos escalera
46	Colocación de concreto pasos y contrapasos escalera
47	Acabado de pasos de escalera
48	Desencofrado de pasos y contrapasos escalera
49	Perforación en muros
50	Colocación de mallas anti caídas
	Estructuras Varias
51	Colocación de acero MUROS en Parapetos
52	Encofrado de Parapetos
53	Vaciado de parapetos
54	Colocación de acero MUROS en sobre estructura
55	Colocación de IIEE MUROS en sobre estructura
56	Encofrado de MUROS Y LOSA en sobre estructura
57	Colocación de acero LOSA en sobre estructura
58	Vaciado de elementos sobre estructura
59	Desencofrado de elementos sobre estructura
60	Colocación de acero en portico
61	Encofrado de verticales de Pórtico
62	Vaciado de verticales de Pórtico
63	Encofrado de techo del pórtico
64	Armado de acero e instalaciones
65	Vaciado de techo del pórtico
	ACABADOS INTERIORES
66	Limpieza de tuberías eléctricas y comunicaciones
67	Instalación de Cajas eléctricas EN MUROS DE TABIQUERÍA
68	Preparacion de muros y cielos rasos (Amolado)
69	Trazo de tabiquerías de interiores
70	Colocación de varillas para anclajes
71	Instalación de tabiquería armada
72	Cableado electrico de departamento
73	Preparacion de muros y cielos rasos (Resane)
74	Derrames en puertas y ventanas
75	Instalación de montante de desagüe en baños INTERIORES
76	Instalación de montante de desagüe en cocinas
77	Trazo para colocacion de perfiles de drywall
78	Instalación de perfiles para drywall en baños y cocinas
79	Colocacion de mezcladoras en drywall
80	Prueba de agua
81	Instalación de planchas de drywall en cocinas
82	Instalación de planchas de drywall en baños
83	Instalación de extractores
84	Instalación de planchas de drywall en baños (contra cara de extractores)
85	Encofrado y vaciado de poyos
86	Colocacion de cinta y masilla
87	Trazo para enchapes
88	Enchape de baños y cocinas

89	Fragua
90	Empaste grueso
91	Empaste fino
92	Secado
93	Lijado + 1er mano
94	Resane de pisos
95	Instalacion de puertas
96	Encintado para papel colomural
97	Colocación equipos sanitarios
98	Pintura 1era mano de puertas
99	Colocación de escalera duplex
100	Esmerilado, masillado y base en escalera duplex
101	Instalación de ventanas y mampara
102	2DA mano de pintura techos
103	2DA mano de pintura baños y cocinas - MASILLA
104	2DA mano de pintura baños y cocinas - LIJADO
105	2DA mano de pintura baños y cocinas - 2DA MANO OLEO
106	Instalación de muebles de cocina
107	Instalación de luminarias
108	Limpieza gruesa de dptos
109	Lijado, sellado + instalacion de papel
110	Plaqueteado de interruptor y tomacorrientes
111	Colocación de luz estroboscópica y sensor de humo
112	Instalacion de tablero general electrico
113	Instalacion de laminado
114	Colocación de cz + rodón
115	2da mano de pintura de puertas
116	Instalación de tableros postformados
117	Siliconeado de marcos de ventanas
118	Colocación de intercomunicadores
119	Colocacion de termas
120	Limpieza de ventanas (SE INICIA AL CULMINO DEL CIERRE DE PINTURA DE FACHADA)
121	Limpieza FINA antes de revisión de dptos
	FACHADA
122	Instalación de moquetas de bloquetas
123	Solaqueo de moquetas de bloquetas
124	Colocación de barandas metálicas
125	Enchape de balcones
126	CZ de cemento pulido
127	Nivelación de pisos (chemalisto+chemaweld)
128	Colocación de Ladrillo pastelero
129	Contrazocalo en fachada
130	Amolado, resane y solaqueo de fachada
131	Pintura de fachada
132	EJECUCION DE CONCENTRADOR ELECTRICO
133	EJECUCION DE MEDIDOR DE ENERGIA (F1, LT)
134	EJECUCION DE NICHOS DE GAS

135	ACABADO DE CONCENTRADOR ELECTRICO
136	COLOCACION DE BASE METALICA EN CONCENTRADOR ELECTRICO
137	CABLEADO DE CONCENTRADORES
138	CABLEADO DE MEDIDORES F1 Y LT
139	PRUEBAS DE HERMETICIDAD
140	CONEXIÓN DE GAS (RED PRINCIPAL A NICHOS)
141	Cimiento y sobrecimientos de jardines privados
142	Vaciado de losas de patios jardines privados
143	Colocacion de rejas + pintura de jardines privados
144	Colocacion de grass y tierra de chacra (frente a racinada y jardines privados)
PASADIZOS y ASCENSOR	
145	Resanes de muros - techos y derrames de AREAS COMUNES
146	Colocación de tabiquería
147	Amolado de ducto de ascensor
148	Instalacion de montante de gas
149	Colocacion de gabinetes Y MONTANTES iiee y comunicaciones
150	Instalacion de montantes Y MEDIDORES de agua (2 SEMANAS - MISMA CUADRILLA QUE COMTANTE DE DESAGUE)
151	Colocacion de perfiles de drywall
152	Colocación de planchas
153	Colocación sika-flex, cinta y masilla
154	Empaste grueso (3 PISOS EN UNA SEMANA, 2 PAREJAS X PISO)
155	Empaste fino
156	Lijado + 1er mano pintura
157	Enchape de piso
158	Fragua
159	Colocación de puertas de melamine
160	Cerramiento de drywall ascensor
161	Colocacion de puertas cortafuego
162	Dintel de drywall sobre puerta cortafuego
163	Masillado
164	Lijado de masilla
165	Pintura final y lev. Obs
166	Colocacion de equipos mecanicos en cuarto de maquinas
167	Colocacion de sensor de humo y alarmas CI
168	Colocacion de sensor de movimiento y luminarias
169	Colocacion de gabinetes ACI y extintores
170	Colocación de señáletica
171	Retoques finales de pintura
172	Encerado y limpieza
ESCALERAS	
173	Colocación de barandas
174	Esmerilado, masillado y base en barandas
175	Pintura de barandas
176	Amolado y resanes de escaleras

177	Empaste grueso + fino + 1era mano
178	Colocación de montante ACI
179	Colocación de luminarias
180	2da mano de pintura
181	Colocación de sellos cortafuego
182	Instalación de rejillas de inyección de aire
183	Limpieza gruesa de escaleras
184	Encerado
PORTICO DE INGRESO	
185	Resane de muros (revisar plomada de escuadras donde va enchape madera)
186	Empaste y primera mano de muros
187	Enchape de islas
188	Nivelación de pisos (chemalisto+chemaweld)
189	Instalación de enchape de madera en muro con Formica
190	Instalación de mampara de ingreso
191	Instalación de luminarias
192	Instalación de rejilla
193	Conexión de intercomunicadores
INSTALACION DE ASCENSOR	
194	INSTALACION
195	ARRANQUE DE GUIAS
196	INSTALACION DE CABINA Y GUIAS
197	MONTAJE SIN CUARTO DE MAQUINAS
198	PREVIA A LA PUESTA EN LENTA
199	PUESTA EN LENTA
200	INSTALACION DE PUERTAS DE PISO
201	PREVIA A LA PUESTA EN ALTA
202	PUESTA EN ALTA
203	AFINAMIENTO MECANICO ELECTRICO
204	CONTROL DE CALIDAD

Anexo 2: Propuesta de dimensionamiento de cuadrilla de encofrado

Anexo 3: Cronograma detallado de obra

- PLATEA

2DA ETAPA																															
CRONOGRAMA DETALLADO																															
ACTIVIDAD	L	M	X	J	V	S	L	M	X	J	V	S	L	M	X	J	V	S	L	M	X	J	V	S	L	M	X	J	V	S	L
	1/7/19	2/7/19	3/7/19	4/7/19	5/7/19	6/7/19	8/7/19	9/7/19	10/7/19	11/7/19	12/7/19	13/7/19	15/7/19	16/7/19	17/7/19	18/7/19	19/7/19	20/7/19	22/7/19	23/7/19	24/7/19	25/7/19	26/7/19	27/7/19	29/7/19	30/7/19	31/7/19	1/8/19	2/8/19	3/8/19	5/8/19
Edificio																															
PLATEA																															
trazo de vigas de cimentación			S1	S2	S3	S4	S5	S6																							
corte y habilitación de acero de platea	S1	S2	S3	S4	S5	S6																									
excavación localizada de vigas de cimentación					S1	S2	S3	S4	S5	S6																					
eliminación de material excavado						S1	S2	S3	S4	S5	S6																				
encofrado reimetral de platea						S1	S2	S3	S4	S5	S6																				
trazo para redes (aci)						S2																									
excavación de zanja para redes (aci y vigas							S3																								
colocación de tuberías (aci)									S3																						
relleno y compactación de zanjas										S3																					
pre-armado de acero vertical (detalles)								S1	S2	S3	S4	S5	S6																		
colocación de acero en vigas de cimentación									S1	S2	S3	S4	S5	S6																	
colocación de malla inferior de acero en platea											S1	S2	S3	S4	S5	S6															
vaciado de losa de pit de ascensor												S3																			
colocación de tuberías de desagüe											S1	S2	S3	S4	S5	S6															
prueba de estanqueidad												S1	S2	S3	S4	S5	S6														
encofrado de muros pit ascensor													S3																		
lee en malla inferior																S1	S2	S3	S4	S5	S6										
liss en malla inferior																S1	S2	S3	S4	S5	S6										
colocación de malla superior de acero en platea																	S1	S2	S3	S4	S5	S6									
colocación de arranque vertical de acero																		S1	S2	S3	S4	S5	S6								
colocación de liss																			S1	S2	S3	S4	S5	S6							
colocación de lee																				S1	S2	S3	S4	S5	S6						
colocación de gas																					S1	S2	S3	S4	S5	S6					
vaciado de platea																						S1									
curado de platea																							S1								
desenfofrado de platea																								S1							
relleno perimetral																									S1						

- ESTRUCTURAS

[illegible]

[illegible]

- ACABADOS

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

- FACHADA, PASADIZOS Y ASCENSOR

[illegible]

2DA ETAPA																													
CRONOGRAMA DETALLADO																													
ACTIVIDAD	FIN DE CRONO																												
		V	S	L	M	X	J	V	S	L	M	X	J	V	S	L	M	X	J	V	S	L	M	X	J	V	S	L	M
Edificio																													
FACHADA																													
Instalación de moquetas de bloques																													
Colocación de moquetas de bloques																													
Colocación de baldosas metálicas																													
Enchape de lasceras																													
C.T. de cemento pulido																													
Montar en piso																													
Colocación de Ladrillo pasadero																													
Construcción en fachada																													
Armado, revoque y chapisco de																													
Instalación de rejillas de aluminio																													
Plancha de fachada																													
aplicación de concentrador eléctrico																													
aplicación de modificador de energía (E.L.)																													
aplicación de nicho de gas																													
armado de concentrador eléctrico																													
colocación de base metálica en																													
concentrador eléctrico																													
cableado de concentradores																													
cableado de modificador (L y B)																													
pruebas de hermeticidad																													
conexión de gas (red principal a nicho)																													
conexión y cableado de gas (red principal a nicho)																													
validación de gases en punto de conexión																													
validación de gases en punto de conexión																													
Colocación de gas y tierra de chakra (fuente a fachada y jardines privados)																													
PASADIZOS Y ASCENSOR																													
Revoque de muros - techos y demores de PASADIZOS																													
Colocación de baldosas																													
Armado de ducto de ascensor																													
Instalación de montaje de gas																													
Colocación de gabinetes y MONTANTES sue y comunicaciones																													
Instalación de montantes y MEDIDORES de agua (2 SEMANAS)																													
MEMORIA CARGADA DEL CONDOMINIO																													
Colocación de perfiles de drywall																													
Colocación de placas																													
Colocación de alfileres, cinta y masilla																													
Empaste grueso (3 PASES EN UNA SEMANA, 2 PASES X PISO)																													
Empaste fino																													
Lijado a las manos pintura																													
Enchape de piso																													
Pintura																													
Colocación de puertas de metalame																													
Construcción de drywall ascensor																													
Colocación de puertas con rejas																													
armado																													
Lijado de masilla																													
Pintura final y los Ocos																													
Construcción de rejas para ascensor y																													
Colocación de gabinetes ACS y																													
Colocación de celosía																													
Revoque final de pintura																													
Encendido y limpieza																													

2DA ETAPA																																																				FIN REVISIÓN																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
CRONOGRAMA DETALLADO																																																				INICIACIÓN																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
ACTIVIDAD		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239	240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255	256	257	258	259	260	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270	271	272	273	274	275	276	277	278	279	280	281	282	283	284	285	286	287	288	289	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299	300	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319	320	321	322	323	324	325	326	327	328	329	330	331	332	333	334	335	336	337	338	339	340	341	342	343	344	345	346	347	348	349	350	351	352	353	354	355	356	357	358	359	360	361	362	363	364	365	366	367	368	369	370	371	372	373	374	375	376	377	378	379	380	381	382	383	384	385	386	387	388	389	390	391	392	393	394	395	396	397	398	399	400	401	402	403	404	405	406	407	408	409	410	411	412	413	414	415	416	417	418	419	420	421	422	423	424	425	426	427	428	429	430	431	432	433	434	435	436	437	438	439	440	441	442	443	444	445	446	447	448	449	450	451	452	453	454	455	456	457	458	459	460	461	462	463	464	465	466	467	468	469	470	471	472	473	474	475	476	477	478	479	480	481	482	483	484	485	486	487	488	489	490	491	492	493	494	495	496	497	498	499	500	501	502	503	504	505	506	507	508	509	510	511	512	513	514	515	516	517	518	519	520	521	522	523	524	525	526	527	528	529	530	531	532	533	534	535	536	537	538	539	540	541	542	543	544	545	546	547	548	549	550	551	552	553	554	555	556	557	558	559	560	561	562	563	564	565	566	567	568	569	570	571	572	573	574	575	576	577	578	579	580	581	582	583	584	585	586	587	588	589	590	591	592	593	594	595	596	597	598	599	600	601	602	603	604	605	606	607	608	609	610	611	612	613	614	615	616	617	618	619	620	621	622	623	624	625	626	627	628	629	630	631	632	633	634	635	636	637	638	639	640	641	642	643	644	645	646	647	648	649	650	651	652	653	654	655	656	657	658	659	660	661	662	663	664	665	666	667	668	669	670	671	672	673	674	675	676	677	678	679	680	681	682	683	684	685	686	687	688	689	690	691	692	693	694	695	696	697	698	699	700	701	702	703	704	705	706	707	708	709	710	711	712	713	714	715	716	717	718	719	720	721	722	723	724	725	726	727	728	729	730	731	732	733	734	735	736	737	738	739	740	741	742	743	744	745	746	747	748	749	750	751	752	753	754	755	756	757	758	759	760	761	762	763	764	765	766	767	768	769	770	771	772	773	774	775	776	777	778	779	780	781	782	783	784	785	786	787	788	789	790	791	792	793	794	795	796	797	798	799	800	801	802	803	804	805	806	807	808	809	810	811	812	813	814	815	816	817	818	819	820	821	822	823	824	825	826	827	828	829	830	831	832	833	834	835	836	837	838	839	840	841	842	843	844	845	846	847	848	849	850	851	852	853	854	855	856	857	858	859	860	861	862	863	864	865	866	867	868	869	870	871	872	873	874	875	876	877	878	879	880	881	882	883	884	885	886	887	888	889	890	891	892	893	894	895	896	897	898	899	900	901	902	903	904	905	906	907	908	909	910	911	912	913	914	915	916	917	918	919	920	921	922	923	924	925	926	927	928	929	930	931	932	933	934	935	936	937	938	939	940	941	942	943	944	945	946	947	948	949	950	951	952	953	954	955	956	957	958	959	960	961	962	963	964	965	966	967	968	969	970	971	972	973	974	975	976	977	978	979	980	981	982	983	984	985	986	987	988	989	990	991	992	993	994	995	996	997	998	999	1000	1001	1002	1003	1004	1005	1006	1007	1008	1009	1010	1011	1012	1013	1014	1015	1016	1017	1018	1019	1020	1021	1022	1023	1024	1025	1026	1027	1028	1029	1030	1031	1032	1033	1034	1035	1036	1037	1038	1039	1040	1041	1042	1043	1044	1045	1046	1047	1048	1049	1050	1051	1052	1053	1054	1055	1056	1057	1058	1059	1060	1061	1062	1063	1064	1065	1066	1067	1068	1069	1070	1071	1072	1073	1074	1075	1076	1077	1078	1079	1080	1081	1082	1083	1084	1085	1086	1087	1088	1089	1090	1091	1092	1093	1094	1095	1096	1097	1098	1099	1100	1101	1102	1103	1104	1105	1106	1107	1108	1109	1110	1111	1112	1113	1114	1115	1116	1117	1118	1119	1120	1121	1122	1123	1124	1125	1126	1127	1128	1129	1130	1131	1132	1133	1134	1135	1136	1137	1138	1139	1140	1141	1142	1143	1144	1145	1146	1147	1148	1149	1150	1151	1152	1153	1154	1155	1156	1157	1158	1159	1160	1161	1162	1163	1164	1165	1166	1167	1168	1169	1170	1171	1172	1173	1174	1175	1176	1177	1178	1179	1180	1181	1182	1183	1184	1185	1186	1187	1188	1189	1190	1191	1192	1193	1194	1195	1196	1197	1198	1199	1200	1201	1202	1203	1204	1205	1206	1207	1208	1209	1210	1211	1212	1213	1214	1215	1216	1217	1218	1219	1220	1221	1222	1223	1224	1225	1226	1227	1228	1229	1230	1231	1232	1233	1234	1235	1236	1237	1238	1239	1240	1241	1242	1243	1244	1245	1246	1247	1248	1249	1250	1251	1252	1253	1254	1255	1256	1257	1258	1259	1260	1261	1262	1263	1264	1265	1266	1267	1268	1269	1270	1271	1272	1273	1274	1275	1276	1277	1278	1279	1280	1281	1282	1283	1284	1285	1286	1287	1288	1289	1290	1291	1292	1293	1294	1295	1296	1297	1298	1299	1300	1301	1302	1303	1304	1305	1306	1307	1308	1309	1310	1311	1312	1313	1314	1315	1316	1317	1318	1319	1320	1321	1322	1323	1324	1325	1326	1327	1328	1329	1330	1331	1332	1333	1334	1335	1336	1337	1338	1339	1340	1341	1342	1343	1344	1345	1346	1347	1348	1349	1350	1351	1352	1353	1354	1355	1356	1357	1358	1359	1360	1361	1362	1363	1364	1365	1366	1367	1368	1369	1370	1371	1372	1373	1374	1375	1376	1377	1378	1379	1380	1381	1382	...</

- ESCALERA, PÓRTICO Y ASCENSOR

[illegible][illegible]