

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

**Aplicación del last planner system en los procesos estructurales del edificio
multifamiliar Mónaco en Monserrate, Trujillo**

Línea de investigación: Ingeniería de la Construcción. Ingeniería Urbana. Ingeniería Estructural

Sub línea de investigación: Gestión de Proyectos de Construcción

Autores:

Velasquez Cruz, Carlos Manuel

Zavaleta Távara, Sergio Matías

Jurado Evaluador:

Presidente : Hurtado Zamora, Oswaldo
Secretario : Galvez Paredes, Jose Alcides
Vocal : Medina Carbajal, Lucio Sigifredo

Asesor:

Merino Martinez, Marcelo Edmundo

Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-4733-4959>

TRUJILLO - PERÚ

2024

Fecha de Sustentación: 2024/11/11

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

**Aplicación del last planner system en los procesos estructurales del edificio
multifamiliar Mónaco en Monserrate, Trujillo**

Línea de investigación: Ingeniería de la Construcción. Ingeniería Urbana. Ingeniería Estructural

Sub línea de investigación: Gestión de Proyectos de Construcción

Autores:

Velasquez Cruz, Carlos Manuel

Zavaleta Távara, Sergio Matías

Jurado Evaluador:

Presidente : Hurtado Zamora, Oswaldo
Secretario : Galvez Paredes, Jose Alcides
Vocal : Medina Carbajal, Lucio Sigifredo

Asesor:

Merino Martinez, Marcelo Edmundo

Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-4733-4959>

TRUJILLO - PERÚ

2024

Fecha de Sustentación: 2024/11/11

Aplicación del last planner system en los procesos estructurales del edificio multifamiliar Mónaco en Monserrate, Trujillo

INFORME DE ORIGINALIDAD

4%

INDICE DE SIMILITUD

4%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

1%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

hdl.handle.net

Fuente de Internet

4%

ing. Merino Martinez Marcelo

Excluir citas Activo

Excluir bibliografía Activo

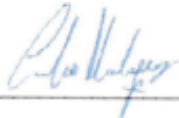
Excluir coincidencias < 1%

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

Yo, **Merino Martínez Marcelo**, docente del Programa de Estudio de Ingeniería Civil de la Universidad Privada Antenor Orrego, asesor de la tesis de investigación titulada **"Aplicación del last planner system en los procesos estructurales del edificio multifamiliar Mónaco en Monserrate, Trujillo"**, de los autores **Velasquez Cruz Carlos Manuel** y **Zavaleta Távara Sergio Matías**, dejo constancia de lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud del 4%. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software Turnitin el día 04 de noviembre del 2024.
- He revisado con detalle dicho reporte de la tesis **"Aplicación del last planner system en los procesos estructurales del edificio multifamiliar Mónaco en Monserrate, Trujillo"**, y no se advierte indicios de plagio.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las normas establecidas por la Universidad.

Ciudad y fecha: Trujillo, 04 de noviembre del 2024



Br. Velasquez Cruz Carlos Manuel
DNI: 72741383



Br. Zavaleta Távara Sergio Matías
DNI: 72189303



Merino Martínez Marcelo Edmundo
DNI: 17983739

Código ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4733-4959>



DEDICATORIA

A mi madre, Carol Cruz, por ser una mujer luchadora y muy fuerte que a pesar de las dificultades nunca se rindió por darme una educación y salud, por su apoyo constante y amor infinito en cada momento de mi vida y por siempre motivarme a nunca rendirme.

A mi abuelita, Panchita, como le digo de cariño, por haber sacado a esta familia adelante con mucho esfuerzo, amor y trabajo.

A Princesa, mi hija perruna, por siempre alegrar mis días y ahora acompañarme desde el cielo.

Velasquez Cruz, Carlos Manuel

A mi madre, Silvia Távara, por su amor incondicional y por las fuerzas que siempre me brinda para salir adelante, ella es el soporte principal en mi vida.

A mi padre, Jovani Zavaleta, por darme el ejemplo de perseverancia y resiliencia ante cualquier dificultad que la vida pueda presentar.

A mi hermano, Pierre Zavaleta, por ser mi ejemplo a seguir y siempre brindarme consejos.

A mi pareja, Alexa Vásquez, quien estuvo conmigo dándome fuerzas y confianza en los momentos que lo necesitaba.

Zavaleta Távara, Sergio Matías

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, a Dios, por darme la dicha de vivir y poder cumplir todos los retos y sueños que me propuse en la vida.

A mi madre Carol Cruz por siempre apoyarme, amarme y acompañarme en estos 5 años de mi vida universitaria.

Al Ing. Marlon Farfán por su inquebrantable respaldo tanto metodológico como profesional, el cual ha sido esencial para orientarnos a lo largo de todo el proceso de desarrollo de esta investigación.

A mi compañero de tesis, Sergio Zavaleta, por haber forjado una buena amistad, por siempre apoyarme y respaldar su confianza en mí.

Velasquez Cruz, Carlos Manuel

A Dios Todopoderoso, que hizo posible todo esto, por estar conmigo siempre a pesar de cada adversidad, a él se lo debo toda mi gratitud.

Al Ing. Marcelo Merino quien fue nuestro asesor y nos guio y orientó con mucha paciencia y compromiso durante todo el procedimiento de nuestro informe de tesis.

Al Ing. Luis Cabrejos quien es el dueño del proyecto y permitió que podamos hacer un estudio de investigación y por toda la información que se nos fue accesible.

A mi compañero de tesis, Carlos Velasquez, por depositar su confianza para ser tu compañero de tesis y poder lograr esta meta juntos.

Zavaleta

Távora,

Sergio

Matía

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo determinar la aplicación de la metodología last planner system en los procesos estructurales del edificio multifamiliar Mónaco ubicado en Monserrate, Trujillo. El estudio toma como punto de partida la puesta en práctica de la herramienta last planner system para el control, ejecución, seguimiento y administración de las actividades en los diversos procesos estructurales. De esta manera, busca verificarse a través de una mejor planificación y una mayor productividad. Como primer punto, se plantea y se desarrolla el plan maestro direccionado al armazón estructural y sus partidas respectivas, buscando que las actividades se organicen en un esquema general de inicio a fin. Asimismo, se desarrollan los LookAhead mensuales, teniendo en cuenta el cronograma del avance real y programado, detallando las actividades realizadas con sus plazos correspondientes. Continuando con el estudio, se realizan los planes semanales enfocados en periodos más cortos a lo largo del proyecto, generando un mayor detalle de las actividades a ejecutar. Por otra parte, se logra identificar las restricciones en cada proceso estructural, abordando estrategias de solución para mitigar estas limitaciones mediante un análisis y un formato de restricciones. Finalmente, se logra calcular el porcentaje del plan de cumplimiento (PPC) de las partidas estructurales semanalmente mediante la fórmula (%) provista, buscando así que se evidencie una mejoría en la planificación y ejecución de las actividades estructurales a través de la aplicación de esta herramienta lean construction.

Palabras claves: last planner system, plan maestro, LookAhead, planes semanales, restricciones, estrategias de solución, PPC.

ABSTRACT

The purpose of this research work is to determine the application of the last planner system methodology in the structural processes of the Monaco multifamily building located in Monserrate, Trujillo. The study takes as a starting point the implementation of the last planner system tool for the control, execution, follow-up and administration of the activities in the different structural processes. In this way, it seeks to be verified through better planning and higher productivity. As a first point, the master plan is proposed and developed, directed to the structural framework and its respective items, seeking that the activities are organized in a general scheme from start to finish. Likewise, the monthly LookAheads are developed, taking into account the actual and programmed progress schedule, detailing the activities carried out with their corresponding deadlines. Continuing with the study, weekly plans are made focused on shorter periods throughout the project, generating a greater detail of the activities to be executed. On the other hand, it is possible to identify the restrictions in each structural process, addressing solution strategies to mitigate these limitations through an analysis and a format of restrictions. Finally, the percentage of the compliance plan (PPC) of the structural items is calculated weekly using the formula (%) provided, seeking to show an improvement in the planning and execution of the structural activities through the application of this lean construction tool.

Keywords: last planner system, master plan, LookAhead, weekly plans, constraints, solution strategies, PPC.

PRESENTACIÓN

Señores miembros del jurado,

En cumplimiento y conforme lo estipula las normas establecidas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Privada Antenor Orrego y el reglamento interno de la Facultad de Ingeniería; Programa de Estudios de Ingeniería Civil, pongo a vuestra consideración, el presente trabajo de investigación denominado: “APLICACIÓN DEL LAST PLANNER SYSTEM EN LOS PROCESOS ESTRUCTURALES DEL EDIFICIO MULTIFAMILIAR MÓNACO EN MOSERRATE, TRUJILLO”. Con la finalidad de obtener el título profesional de Ingeniero Civil.

Atentamente:

Br. Velasquez Cruz, Carlos Manuel

Br. Zavaleta Távara, Sergio Matías

TABLA DE CONTENIDO

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
RESUMEN	iii
ABSTRACT	iv
PRESENTACIÓN	v
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Problema de la investigación	1
1.1.1. Realidad Problemática	1
1.1.2. Enunciado del problema	2
1.2. Objetivos	3
1.2.1. Objetivo General	3
1.2.1. Objetivos Específicos	3
1.3. Justificación del estudio	3
II. MARCO DE REFERENCIA	5
2.1. Antecedentes del Estudio	5
2.2. Marco Teórico	7
2.2.1. Modelo Tradicional	7
2.2.2. Filosofía Lean	8
2.2.3. Filosofía Lean Production o Lean Manufacturing	9
2.2.4. Filosofía Lean Construction	12
2.2.5. Last Planner System	13
2.2.6. Productividad de obras	24
2.3. Marco Conceptual	25
2.4. Sistema de Hipótesis	27
2.5. Variable e indicadores	27
2.5.1. Variable	27
2.5.2. Operacionalización de variables	27

III. METODOLOGÍA EMPLEADA	29
3.1. Tipo y Nivel de investigación	29
3.1.1. Tipo de Investigación	29
3.1.2. Nivel de Investigación	29
3.2. Población y Muestra de Estudio.....	29
3.2.1. Población	29
3.2.2. Muestra de Estudio	29
3.3. Diseño de Investigación.....	29
3.4. Técnicas e Instrumentos de Investigación	30
3.5. Procesamiento y Análisis de Datos.....	30
IV. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	32
4.1. Análisis e Interpretación de Resultados	32
4.2. Información del Proyecto	32
4.3. Aplicación del last planner system	34
V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	138
CONCLUSIONES	143
RECOMENDACIONES.....	144
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	145
ANEXOS.....	150

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de Variables.....	28
Tabla 2 Dimensiones, indicadores e instrumentos de la Variable.....	32
Tabla 3 Partidas de estructura involucradas en el proyecto Mónaco.....	35
Tabla 4 Resumen del concreto utilizado en las partidas estructurales del proyecto	36
Tabla 5 Resumen del encofrado utilizado en las partidas estructurales del proyecto.....	36
Tabla 6 Resumen del acero utilizado en las partidas estructurales del proyecto.....	37
Tabla 7 Disposición de calzaduras para cada sector según niveles.....	41
Tabla 8 Metrado del solado para el proyecto Mónaco.....	42
Tabla 9 Resumen de metrado de concreto y encofrado de las vigas de cimentación.....	44
Tabla 10 Cantidad de concreto y encofrado para la platea de cimentación.....	45
Tabla 11 Resumen de metrado de concreto y encofrado de los muros de contención.	46
Tabla 12 Cantidad de concreto y encofrado de placas según sectores para el sótano.	47
Tabla 13 Cantidad de concreto y encofrado de placas según sectores para el primer piso. 48	
Tabla 14 Cantidad de concreto y encofrado de placas según sectores para el 2do al 10vo piso.....	49
Tabla 15 Cantidad de concreto y encofrado de placas según sectores para la azotea.	49
Tabla 16 Cantidad de concreto y encofrado de vigas según sectores para el sótano.	50
Tabla 17 Cantidad de concreto y encofrado de vigas según sectores para el primer piso... 51	
Tabla 18 Cantidad de concreto y encofrado de vigas según sectores del 2do al 10mo piso.	52
Tabla 19 Cantidad de concreto y encofrado de vigas según sectores de la azotea.....	53
Tabla 20 Metrado de losas macizas y aligeradas para todos los niveles del proyecto.	54
Tabla 21 Metrado de escaleras de la azotea al piso 10.	55
Tabla 22 Tren de actividades de las partidas de estructuras.....	67
Tabla 23 APU – Concreto de viga de cimentación.	71
Tabla 24 APU – Encofrado de viga de cimentación.	71
Tabla 25 APU – Concreto de placas y columnas.	72

Tabla 26 <i>APU – Encofrado de placas y columnas.</i>	72
Tabla 27 <i>APU – Concreto de vigas.</i>	73
Tabla 28 <i>APU – Encofrado de vigas.</i>	73
Tabla 29 <i>APU – Concreto de losas macizas.</i>	74
Tabla 30 <i>APU – Encofrado de losas macizas.</i>	74
Tabla 31 <i>APU – Concreto de losas aligeradas.</i>	74
Tabla 32 <i>APU – Encofrado de losas aligeradas.</i>	75
Tabla 33 <i>APU – Acero para vigas de cimentación.</i>	76
Tabla 34 <i>APU – Acero para placas y columnas.</i>	76
Tabla 35 <i>APU – Acero para vigas.</i>	76
Tabla 36 <i>APU – Acero para losas macizas.</i>	77
Tabla 37 <i>Plan semanal correspondiente a la semana 1.</i>	78
Tabla 38 <i>Plan semanal correspondiente a la semana 2.</i>	78
Tabla 39 <i>Plan semanal correspondiente a la semana 3.</i>	79
Tabla 40 <i>Plan semanal correspondiente a la semana 4.</i>	80
Tabla 41 <i>Plan semanal correspondiente a la semana 5.</i>	80
Tabla 42 <i>Plan semanal correspondiente a la semana 6.</i>	81
Tabla 43 <i>Plan semanal correspondiente a la semana 7.</i>	81
Tabla 44 <i>Plan semanal correspondiente a la semana 8.</i>	82
Tabla 45 <i>Plan semanal correspondiente a la semana 9.</i>	83
Tabla 46 <i>Plan semanal correspondiente a la semana 10.</i>	83
Tabla 47 <i>Plan semanal correspondiente a la semana 11.</i>	84
Tabla 48 <i>Plan semanal correspondiente a la semana 12.</i>	85
Tabla 49 <i>Plan semanal correspondiente a la semana 13.</i>	85
Tabla 50 <i>Plan semanal correspondiente a la semana 14.</i>	86
Tabla 51 <i>Plan semanal correspondiente a la semana 15.</i>	87
Tabla 52 <i>Plan semanal correspondiente a la semana 16.</i>	87
Tabla 53 <i>Plan semanal correspondiente a la semana 17.</i>	88

Tabla 54 <i>Plan semanal correspondiente a la semana 18.</i>	88
Tabla 55 <i>Plan semanal correspondiente a la semana 19.</i>	89
Tabla 56 <i>Plan semanal correspondiente a la semana 20.</i>	90
Tabla 57 <i>Plan semanal correspondiente a la semana 21.</i>	91
Tabla 58 <i>Plan semanal correspondiente a la semana 22.</i>	91
Tabla 59 <i>Plan semanal correspondiente a la semana 23.</i>	92
Tabla 60 <i>Plan semanal correspondiente a la semana 24.</i>	93
Tabla 61 <i>Plan semanal correspondiente a la semana 25.</i>	93
Tabla 62 <i>Plan semanal correspondiente a la semana 26.</i>	94
Tabla 63 <i>Plan semanal correspondiente a la semana 27.</i>	95
Tabla 64 <i>Plan semanal correspondiente a la semana 28.</i>	95
Tabla 65 <i>Plan semanal correspondiente a la semana 29.</i>	96
Tabla 66 <i>Plan semanal correspondiente a la semana 30.</i>	96
Tabla 67 <i>Plan semanal correspondiente a la semana 31.</i>	97
Tabla 68 <i>Plan semanal correspondiente a la semana 32.</i>	98
Tabla 69 <i>Lista de restricciones.</i>	101
Tabla 70 <i>Incidencia según el tipo de restricción.</i>	102
Tabla 71 <i>Incidencia según la naturaleza de la restricción.</i>	103
Tabla 72 <i>Formato de restricciones.</i>	107
Tabla 73 <i>Porcentaje de Plan Cumplido para la Semana 1.</i>	120
Tabla 74 <i>Porcentaje de Plan Cumplido para la Semana 2.</i>	121
Tabla 75 <i>Porcentaje de Plan Cumplido para la Semana 3.</i>	121
Tabla 76 <i>Porcentaje de Plan Cumplido para la Semana 4.</i>	122
Tabla 77 <i>Porcentaje de Plan Cumplido para la Semana 5.</i>	122
Tabla 78 <i>Porcentaje de Plan Cumplido para la Semana 6.</i>	123
Tabla 79 <i>Porcentaje de Plan Cumplido para la Semana 7.</i>	123
Tabla 80 <i>Porcentaje de Plan Cumplido para la Semana 8.</i>	124
Tabla 81 <i>Porcentaje de Plan Cumplido para la Semana 9.</i>	124

Tabla 82 <i>Porcentaje de Plan Cumplido para la Semana 10.</i>	124
Tabla 83 <i>Porcentaje de Plan Cumplido para la Semana 11.</i>	125
Tabla 84 <i>Porcentaje de Plan Cumplido para la Semana 12.</i>	126
Tabla 85 <i>Porcentaje de Plan Cumplido para la Semana 13.</i>	126
Tabla 86 <i>Porcentaje de Plan Cumplido para la Semana 14.</i>	127
Tabla 87 <i>Porcentaje de Plan Cumplido para la Semana 15.</i>	127
Tabla 88 <i>Porcentaje de Plan Cumplido para la Semana 16.</i>	128
Tabla 89 <i>Porcentaje de Plan Cumplido para la Semana 17.</i>	129
Tabla 90 <i>Porcentaje de Plan Cumplido para la Semana 18.</i>	129
Tabla 91 <i>Porcentaje de Plan Cumplido para la Semana 19.</i>	130
Tabla 92 <i>Porcentaje de Plan Cumplido para la Semana 20.</i>	131
Tabla 93 <i>Porcentaje de Plan Cumplido para la Semana 21.</i>	131
Tabla 94 <i>Porcentaje de Plan Cumplido para la Semana 22.</i>	132
Tabla 95 <i>Porcentaje de Plan Cumplido para la Semana 23.</i>	133
Tabla 96 <i>Porcentaje de Plan Cumplido para la Semana 24.</i>	133
Tabla 97 <i>Porcentaje de Plan Cumplido para la Semana 25.</i>	134
Tabla 98 <i>Porcentaje de Plan Cumplido para la Semana 26.</i>	134
Tabla 99 <i>Porcentaje de Plan Cumplido para la Semana 27.</i>	135
Tabla 100 <i>Porcentaje de Plan Cumplido para la Semana 28.</i>	136
Tabla 101 <i>Porcentaje de Plan Cumplido para la Semana 29.</i>	136
Tabla 102 <i>Porcentaje de Plan Cumplido para la Semana 30.</i>	137
Tabla 103 <i>Porcentaje de Plan Cumplido para la Semana 31.</i>	138
Tabla 104 <i>Porcentaje de Plan Cumplido para la Semana 32.</i>	139
Tabla 105 <i>Resumen del Porcentaje de Plan Cumplido.</i>	140
Tabla 106 <i>Resumen acumulado del Porcentaje de Plan Cumplido.</i>	145

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Ciclo de los 5 principios Lean.</i>	10
Figura 2 <i>Metodología del last planner system.</i>	14
Figura 3 <i>Esquema del debe - se hará - se puede.</i>	15
Figura 4 <i>Fotografía de una sesión de planificación a largo plazo.</i>	16
Figura 5 <i>Plan maestro realizado para el proyecto multifamiliar Mónaco.</i>	18
Figura 6 <i>Ejemplo de sesión de planificación Pull de una fase.</i>	19
Figura 7 <i>Formato de Lookahead (planificación a medio plazo).</i>	20
Figura 8 <i>Formato de Weekly Plan (planificación a corto plazo).</i>	21
Figura 9 <i>Ejemplo de plantilla para gestionar las restricciones.</i>	23
Figura 10 <i>Fórmula para hallar el PPC.</i>	24
Figura 11 <i>Ubicación del proyecto multifamiliar Mónaco</i>	34
Figura 12 <i>Plan Maestro de la partida de Estructuras del proyecto Multifamiliar Mónaco.</i> ...	39
Figura 13 <i>Sectorización de las calzaduras en el proyecto Mónaco</i>	41
Figura 14 <i>Plano del área del solado para sectorización.</i>	42
Figura 15 <i>Sectorización de vigas de cimentación en la cimentación.</i>	43
Figura 16 <i>Sectorización de la Platea de cimentación.</i>	44
Figura 17 <i>Sectorización de muros de contención en el sótano.</i>	45
Figura 18 <i>Sectorización de placas y columnas en el sótano</i>	46
Figura 19 <i>Sectorización de placas y columnas en el primer piso.</i>	47
Figura 20 <i>Sectorización de placas y columnas del 2do al 10vo piso.</i>	48
Figura 21 <i>Sectorización de vigas en el sótano.</i>	50
Figura 22 <i>Sectorización de vigas del 2do al 10mo piso.</i>	51
Figura 23 <i>Sectorización de losas en el sótano.</i>	53
Figura 24 <i>Sectorización de losas desde el 2do al 8vo piso</i>	54
Figura 25 <i>Sectorización de escaleras del sótano al piso 10.</i>	55
Figura 26 <i>LookAhead correspondiente al mes de enero y febrero del Edificio Multifamiliar Mónaco.</i>	58

Figura 27 <i>LookAhead</i> correspondiente al mes de marzo del Edificio Multifamiliar Mónaco.	61
Figura 28 <i>LookAhead</i> correspondiente al mes de Abril del Edificio Multifamiliar Mónaco. ..	61
Figura 29 <i>LookAhead</i> correspondiente al mes de Mayo del Edificio Multifamiliar Mónaco..	63
Figura 30 <i>LookAhead</i> correspondiente al mes de Junio del Edificio Multifamiliar Mónaco..	64
Figura 31 <i>LookAhead</i> correspondiente al mes de Julio del Edificio Multifamiliar Mónaco...	65
Figura 32 <i>LookAhead</i> correspondiente al mes de Agosto del Edificio Multifamiliar Mónaco.	66
Figura 33 Cantidad de concreto utilizado en placas y columnas por sectores.	67
Figura 34 Cantidad de encofrado utilizado en placas y columnas por sectores.	68
Figura 35 Cantidad de concreto utilizado en vigas por sectores.	68
Figura 36 Cantidad de encofrado utilizado en vigas por sectores.	69
Figura 37 Cantidad de concreto utilizado en losas.	69
Figura 38 Detalle porcentual según el tipo de restricción.	103
Figura 39 Número de incidencias según la naturaleza de la restricción.....	104
Figura 40 Detalle porcentual según la naturaleza de la restricción.	105
Figura 41 Porcentaje de plan de cumplimiento (%)	142
Figura 42 Cantidad de PPC por rangos de %.....	144
Figura 43 PPC acumulado.	146

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Problema de la investigación:

1.1.1. Realidad Problemática

A nivel global, según Equipar (2022) la industria de la construcción logrará consolidarse como una fuente sustentable impulsando el crecimiento económico en la etapa de postpandemia. Durante el 2024, se prevé un crecimiento global en el sector constructivo del 2% teniendo una variación entre un 1.8% de acuerdo a las economías avanzadas y en un 2.2% según los mercados emergentes (Crédito y Caución, 2024). Es por ello que China ha optado por abordar varios desafíos con el objetivo de promover el uso de tecnologías, sistemas y herramientas innovadoras para eliminar demoras, prevenir costos adicionales y garantizar la calidad en los proyectos de construcción (Xiuyu y Yan, 2023).

Pese a estas cifras prometedoras, esta industria se ha reconocido también como uno de los sectores de mayor riesgo en la etapa temprana de planificación. El poco interés por aumentar la productividad laboral se vuelve más incidente requiriendo de un espacio más amplio en las agendas políticas de los gobiernos. Si la economía global igualara la productividad del sector constructivo, su valor agregado aumentaría en \$1,6 billones, contribuyendo alrededor del 2% a la economía global anual. Esto implicaría que el valor de la construcción pudiera aumentar casi en un 50% si se utilizara los mismos recursos (Pons y Rubio, 2021).

Como resultado, la competencia laboral actual demanda procesos cada vez más sistemáticos, eficientes y estandarizados. Por lo tanto, es imprescindible para las empresas adoptar estas tecnologías innovadoras si desean evitar el riesgo de quedar rezagadas o desactualizadas en el mercado laboral (Pons y Rubio, 2021).

La implementación del last planner system se enfoca directamente en analizar, identificar y resolver restricciones que limiten nuestro ITE (Inventario de trabajo ejecutable) con la finalidad de mantener un flujo de trabajo continuo sin interrupciones reduciendo la

tasa de incertidumbre de las tareas a ejecutar, agilizando procesos y produciendo menos desperdicios (Perez, 2023).

A nivel nacional, se evidencia que los avances en las técnicas de planificación, control e indicadores, las aplican sólo un pequeño número de empresas constructoras en sus operaciones, a pesar de que existe una gran variedad de literatura sobre Lean Construction y last planner system (Chuquilín, 2020). La ausencia de normas en la gestión de proyectos puede llegar a provocar una planificación deficiente, lo que resulta en un aumento del costo de las obras en un 98%, lo que a su vez conduce a que más del 50% de los problemas se repitan durante la ejecución de los proyectos (Yesa, 2020).

En octubre de 2022, la actividad generada por el sector constructivo experimentó un mayor alcance del 4,2% interanual, impulsado por la acción y ejecución de proyectos de obras públicas. Es decir, en el transcurso del anterior año, el sector logró registrar un crecimiento del 2,3%. Considerando un periodo de tiempo no fijo, el sector aumentó 1,6% con respecto a septiembre. En cuanto al tipo de obras, se observó que la construcción de edificios, servicios básicos, obras de infraestructura vial y proyectos de prevención de riesgos fueron los más realizados (Banco Central de Reserva del Perú, 2022).

A nivel local, el sector de construcción en la ciudad de Trujillo ha estado diferenciado por el surgimiento de nuevas empresas en el mercado. Aquellas que en su mayoría lamentablemente presentan una deficiente planificación, empezando desde una ausencia en el control y supervisión hasta resultados de bajos rendimientos, trabajando con materiales muy pobres en calidad y con trabajadores poco calificados y capacitados (Delgado y García, 2022).

Teniendo esto en cuenta, el presente informe va a estudiar cómo se aplicó el last planner system en los procesos estructurales del proyecto multifamiliar Mónaco, el cual cuenta con un sótano, diez pisos y una azotea. El alcance de esta investigación se centra en las partidas estructurales del edificio, tales como cimentaciones, placas, columnas vigas y losas, dejando de lado partidas que no pertenezcan al proceso estructural como arquitectura, instalaciones sanitarias y eléctricas. Además, se analizará el impacto de la

aplicación del last planner system en la correcta planificación y control del proyecto en estas partidas estructurales.

1.1.2. Enunciado del Problema

¿Cuál es la aplicación del last planner system en los procesos estructurales del edificio multifamiliar Mónaco en Monserrate, Trujillo?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

Aplicar el last planner system en los procesos estructurales del edificio multifamiliar Mónaco en Monserrate, Trujillo.

1.2.2. Objetivos Específicos

Realizar el plan maestro de los procesos estructurales del edificio multifamiliar Mónaco en Monserrate.

Realizar la planificación LookAhead de los procesos estructurales del edificio multifamiliar Mónaco en Monserrate.

Realizar los planes semanales de los procesos estructurales del edificio multifamiliar Mónaco en Monserrate.

Identificar las restricciones y las estrategias de solución de los procesos estructurales del edificio multifamiliar Mónaco en Monserrate.

Calcular el porcentaje de Plan de Cumplimiento (PPC) de los procesos estructurales a través la fórmula (%) del edificio multifamiliar Mónaco en Monserrate.

1.3. Justificación del Estudio

La presente investigación tiene como objetivo resolver problemas comunes en la realización de proyectos mediante la aplicación de estrategias de planificación. Uno de los problemas más frecuentes es la mala organización y gestión que se presentan en muchas obras, lo que ocasiona retrasos en los plazos de entrega y en la finalización de la obra. Estos retrasos pueden perjudicar a las personas, ya que a menudo planifican una mudanza u otras actividades según un cronograma establecido que no se cumple. Por lo tanto,

esperamos que la aplicación del last planner system pueda reducir el número de personas afectadas en este sentido.

Esta investigación también se realiza con el fin de reducir los retrasos o tiempos en obra mediante la optimización de costos en los procesos constructivos de todo el edificio multifamiliar. Esta optimización de costos ayudará a disminuir los gastos generales del proyecto. A través de esta investigación, se podrán determinar las principales estrategias a seguir para optimizar los costos sin afectar el buen desarrollo del proyecto

Esta investigación se justifica ambientalmente puesto que el LPS promueve prácticas de construcción más sostenible. Al reducir los retrasos, se disminuye la generación de residuos de construcción. Además, al acelerar la construcción, se reduce el consumo de energía y hay una mayor eficiencia en el uso de los recursos; factores que hacen que una construcción sea sostenible

Esta investigación también pretende enseñar a otros colegas que, con una adecuada estrategia de planificación y gestión, se pueden solucionar todas las restricciones que puedan aparecer, incluso antes de que aparezcan, sirviendo como un ejemplo para futuras obras o proyectos similares.

II. MARCO DE REFERENCIA

2.1. Antecedentes del Estudio

Como antecedente internacional tenemos a Bartolón Pérez (2020) de México, en su informe de tesis denominado “Filosofía Lean Construction y su impacto en la implementación en el desarrollo de proyectos de edificación”, en el cual propone sugerencias y métodos efectivos para reducir los obstáculos en la ejecución y potenciar los resultados positivos y beneficios propios de las compañías. Se llevó a cabo mediante la aplicación de una serie de encuestas, la primera de ellas se enfocó en los principios desarrollados por Dierkmann et al., mientras que la segunda se llevó a cabo utilizando el correo electrónico y contó con la colaboración del Instituto Lean Construction de México. Se obtuvo que prácticamente todas las empresas que participaron en las encuestas lograron alcanzar los resultados anticipados, y además, se identificaron ventajas adicionales al implementar los conceptos y recursos de Lean Construction en la gestión de sus proyectos. Finalmente, concluyó que estas herramientas logran optimizar la gestión de proyectos en sus procesos constructivos.

Como antecedente internacional tenemos a Carrillo Carrillo (2022) de Colombia, en su informe de tesis denominado “Implementación Last Planner System (LPS) en el proyecto Urban Salitre Zürich E2, construido por Ménsula Ingenieros S. A.”, en el cual establece un plan de hitos, el flujo de trabajo (previo al consenso con el equipo) y los lotes de transferencia que se implementarán para realizar el seguimiento programático. El proceso se llevó a cabo mediante una serie de etapas, que incluyeron la determinación de las necesidades de gestión mediante entrevistas de éxito y desacierto, la capacitación de los profesionales involucrados, la estructuración y ajuste de la estrategia LPS, el seguimiento y control del plan de hitos con su retroalimentación e aplicación de procesos de mejora continua y la primera versión de la cartilla de implementación de last planner system. Como resultado, tras ocho meses de haber implementado de manera exitosa el sistema last planner (LPS) en el proyecto Urban Salitre Zürich E2, se evidenció un rendimiento

sobresaliente. Esto se manifestó en un Promedio de Avance de Construcción (PAC) del 76% y un retraso de +8,1 días con relación al cronograma original del proyecto y al inicio de la entrega a los propietarios. Finalmente, concluyó que una buena optimización en los procesos constructivos se basa en la programación del Last Planner System (LPS).

Como antecedente nacional tenemos a Reyna y Sales (2022) de Lima - Perú, en su informe de tesis en el cual buscan poner en desarrollo al Sistema Last Planner (LPS) durante la edificación de los módulos A, B y C de dicha institución educativa. Integraron 3 fases durante su desarrollo: la fase de inducción conformada por la capacitación del personal obrero y la elaboración de formatos LPS, fase de aplicación del last planner system conformada por la elaboración del Master Plan y Lookahead y la fase de evaluación de los resultados de los PPC y restricciones. Como resultados, se identificó a la falta de materiales como una de las causas de mayor incidencia de incumplimiento, con un total de 29.73% con respecto a las demás causas de incumplimiento. De la misma manera, junto a la curva S y a sus histogramas, se evidenció que se logró culminar los procesos al 100% con adelanto de 2 semanas. Finalmente, concluyeron que el empleo del Sistema Last Planner aumentó significativamente la confiabilidad de planificación en el proyecto de construcción del colegio.

Como antecedente nacional tenemos a Coveñas y Silva (2022) de Piura – Perú, en su informe tesis denominado “Implementación del Last Planner System para mejorar el cumplimiento de plazos de ejecución del proyecto hospital de Ayabaca, Piura - 2022”, en el cual buscan cumplir los plazos establecidos en el proyecto utilizando la herramienta del last planner system. Para esto, se tuvo que realizar la elaboración del plan maestro, los LookAhead y los planes semanales que servirían para optimizar la productividad. Como resultado, hubo una mejora en el cumplimiento de los plazos establecidos, alcanzando un porcentaje de plan cumplido del 79%, lo que significa que si existe una mejora en la productividad y un mayor control en el avance del proyecto.

Como antecedente local tenemos a Dávila y Pereda (2021) de Trujillo – Perú, en su informe de tesis denominado “Implementación del sistema Last Planner para la optimización

y control de obra de la vivienda multifamiliar Santa Eldemira - Trujillo - La Libertad”, en el cual buscan analizar los efectos que tendrá el sistema last planner durante la edificación de dicho proyecto. Se recopilaron datos provenientes directamente de la edificación. Además, se empleó el software Revit 2019 para generar un modelamiento y definir las divisiones por áreas de la vivienda objeto de estudio. Como resultado, se encontró que, en contraste con el enfoque tradicional, el programa de Gantt se limita a interpretar solo las actividades de acuerdo a la programación, mientras que el modelo Last Planner System no solo evalúa la programación de dichas actividades, sino que también permite realizar un seguimiento del desempeño de los equipos de trabajo. Finalmente, llegaron a la conclusión de que el empleo del LPS generó modificaciones sustanciales, como la identificación precisa de las pérdidas, la gestión de restricciones, la prevención de excesos en los procesos y trabajos adicionales, la mejora de la comunicación, y la reducción de transportes innecesarios, tiempos de espera y niveles de inventario por encima de lo necesario.

Como antecedente local tenemos a Moyano y Ventura (2019) de Trujillo – Perú, en su informe de tesis denominado “Evaluación de la Aplicación del Last Planner System en la construcción de edificios multifamiliares, en Trujillo. La Libertad”, en el cual buscan evaluar la aplicación del last planner system en la construcción de edificios multifamiliares, en Trujillo. La Libertad. Como resultado, obtuvieron que el índice de porcentaje del trabajo contributorio es elevado debido a que se genera por los transportes de materiales y este, se relaciona con trabajo no contributorio, debido a que el material está relacionado con la cantidad de viajes realizados y los tiempos de espera. Finalmente, llegaron a la conclusión de que es viable utilizar el sistema last planner en la ciudad de Trujillo y que las limitaciones más frecuentes que surgen en proyectos en esta área son la escasez de mano de obra para las cuadrillas, así como también la insuficiente cantidad de materiales y equipos, esto último varía de acuerdo a la zona donde se ubique el proyecto.

2.2. Marco Teórico

2.2.1. Modelo tradicional

Este método de construcción es comúnmente conocido como "in situ" y se emplea en la creación de elementos estructurales, instalaciones, acabados superficiales y cierres de una obra. En este proceso, se utilizan materiales en su estado original, y el diseño estructural se lleva a cabo de manera manual, lo que implica la necesidad de contar con mano de obra especializada (Salvatierra y Villavicencio, 2017).

Cuando se efectúan estas labores en el lugar de la construcción, nos referimos en su mayoría a la creación de uniones y juntas in situ. Para llevar a cabo estas construcciones, se emplean materiales que han sido utilizados durante décadas, tales como ladrillos, piedra, hormigón armado, mampostería, entre otros (Martín Ramón, 2021).

Entre las ventajas más destacables se incluyen: una gran libertad para diseñar el proyecto de construcción, mayor flexibilidad para adaptarse a imprevistos que puedan surgir durante el proceso de construcción, la posibilidad de trabajar con planos menos detallados, la capacidad de ajustar el diseño en función del tipo de estructura a construir y una inversión menor en equipos (Salvatierra y Villavicencio, 2017).

En cuanto a sus desventajas, se presentan en forma de un alto costo laboral, una mano de obra no calificada, una ejecución lenta del proceso y un consumo excesivo de materiales (Salvatierra y Villavicencio, 2017).

2.2.2. Filosofía Lean

La filosofía Lean es un enfoque o mentalidad que se desarrolla con el propósito de sensibilizar a las organizaciones acerca de los residuos que se generan en sus procesos de producción y guiarlas hacia la optimización del valor y la eliminación de esos residuos (Jones y Womack, 2012). Esta mentalidad se originó en Japón durante la segunda mitad del siglo XX, a través del Toyota Production System (TPS). Dicho sistema surgió como respuesta a la difícil situación que enfrentaba el país después de la Segunda Guerra Mundial. Kiichiro Toyoda, su

creador, desarrolló esta filosofía con el fin de hacer que su empresa fuera más competitiva (Socconini, 2019).

La metodología Lean es un proceso de transformación detallado y estructurado que busca crear valor adicional mediante la eliminación de residuos o ineficiencias y alcanzar la excelencia en la ejecución de la estrategia empresarial (García Ortega, 2021).

Su núcleo se encuentra en la satisfacción del cliente, aquel que adquiere o recibe el producto o servicio ofrecido. Esto se logra al entregarlo puntualmente y de acuerdo con sus preferencias en términos de calidad, cantidad, precio y ubicación, minimizando a su vez el uso de recursos como materiales, equipo, espacio, mano de obra y tiempo (García Ortega, 2021).

Como proceso de transformación, esta metodología implica romper con el pensamiento convencional y enfocarse en la acción y la agilidad de la organización para lograr mejoras continuas. En este proceso de cambio, se proporcionan a los empleados fundamentos y normas sociales claras, junto con prácticas efectivas destinadas a mejorar constantemente su desempeño hacia los objetivos, independientemente de su experiencia, inspiración o intuición (García Ortega, 2021).

2.2.3. Filosofía Lean Production o Lean Manufacturing

El término “lean”, que en español tiene una definición similar a esbelto, fue nombrado por primera vez por Womack en la década de 1980 cuando visitaba a Toyota, el fabricante de automóviles japonés. Escaló rápidamente convirtiéndose en una palabra globalmente utilizada para describir tanto el aumento del valor como la reducción del desperdicio (Quesada et al., 2018).

De esta manera, la metodología del Lean Manufacturing busca mejorar la calidad de los productos o servicios producidos y reducir los recursos necesarios para su fabricación, como el tiempo y costos. Esto se logra al detectar y eliminar los desperdicios o mudas que no aportan valor al proceso (González Correa, 2007).

2.2.3.1. Los principios Lean

Se determinó que el pensamiento Lean puede ser resumido en cinco principios fundamentales: definir con precisión el concepto de valor para cada producto específico, identificar el flujo de valor para cada producto, garantizar un flujo continuo del valor, permitir que el cliente atraiga el valor desde el fabricante (pull) y buscar la excelencia constante. Si estos principios se comprenden de manera clara y se conectan de manera coherente, los líderes podrán aprovechar plenamente las técnicas lean y mantener un progreso constante (Jones y Womack, 2012).

Figura 1

Ciclo de los 5 principios Lean.



Nota. Tomado de *Introducción a la metodología Lean*, por G. O. Beatriz, 2021.

2.2.3.2. Mudras o desperdicios

Como se señaló previamente, los desperdicios surgen de actividades que no contribuyen al logro del objetivo final y, en cambio, generan costos que deben ser asumidos por la entidad responsable de la producción. Estos

costos se reflejarán como precios en el mercado, que los clientes o consumidores de los productos de la empresa tendrán que abonar (Espinoza Navarro, 2020). Entre estos desperdicios tenemos:

- **Sobreproducción:** Cuando la fabricación de los productos es más de la necesaria de acuerdo a una orden previamente establecida, resulta una capacidad de inventario mayor a la que se tiene junto a sus costos relacionados por almacenamiento (Quesada et al., 2018).
- **Tiempo de espera o inactividad:** La maquinaria o los trabajadores se encuentran inactivos, esperando que los materiales, herramientas o el mantenimiento llegue (Quesada et al., 2018).
- **Transporte innecesario:** Cualquier traslado innecesario de bienes, materiales o información se considera un despilfarro. Además, esto puede provocar que se dañen los materiales físicamente (Quesada et al., 2018).
- **Sobre procesamiento o procesamiento incorrecto:** En el caso de que las instrucciones de los funcionamientos no estén especificadas claramente, existe la posibilidad de que se realicen de manera incorrecta, lo que resultaría en resultados inexactos. Generando que el costo del producto aumente y que los clientes no obtengan por lo que están pagando (Quesada et al., 2018).
- **Exceso de inventarios:** Un exceso de inventario de materias primas, productos semiterminados y terminados conlleva a largos tiempos de espera, riesgos de obsolescencia, mayores posibilidades de estropearse los productos, movilización no requerida y costos fuera de lo programado tanto en la producción como en el almacenamiento. Además, por lo general, cuando hay un

abastecimiento mayor a lo requerido se interpreta junto con las fluctuaciones por demanda y desemboca en conflictos directos con los proveedores como también resulta en productos dañados, tiempos de espera mayores a lo habitual y dificultades de mantenimiento (Quesada et al., 2018).

- **Movimientos innecesarios:** Se considera desperdicio cualquier desplazamiento realizado por los trabajadores en el caso de que se intente buscar herramientas faltantes e incluso también aplica si se tiene que recorrer distancias mayores a lo habitual (Quesada et al., 2018).
- **Productos defectuosos:** En el caso de que la producción de ciertos componentes ya sea materiales o herramientas no cumplan con las especificaciones requeridas, se les considera como desperdicio, el cual no solo genera insatisfacción de los clientes, sino también establece un costo adicional en producción (Quesada et al., 2018).
- **Desaprovechamiento de la calidad o talento del empleado:** Como resultado de la falta de atención a los empleados, se producen pérdidas de tiempo, oportunidades de mejora, habilidades y posibilidades de aprendizaje potenciales (Quesada et al., 2018).

2.2.4. Filosofía Lean Construction

Al implementar las bases propias del Lean en todas etapas constructivas se denomina un sistema Lean Construction o construcción sin pérdidas (Pons Achell, 2014).

Lean Construction representa un enfoque centrado en la gestión de la producción que se emplea en la realización de proyectos, brindando una perspectiva renovada para la concepción y construcción de estructuras de edificaciones. Lean junto a su gestión productiva ha generado una transformación en la industria al

modificar la forma en que se lleva a cabo el diseño, suministro y ensamblaje. Cuando se aplica de manera integral en la logística de proyectos, Lean revoluciona en cómo se realizan las tareas en todas las fases del proceso. De este modo, Lean Construction abarca las principales características de una producción eficiente, donde se maximiza el valor y se minimizan los desperdicios, hasta las técnicas específicas que se aplican en un nuevo proceso de ejecución y entrega del proyecto (Lean Construction Institute, 2023).

Es evidente que un modelo de Lean Production funciona como base teórica para el sistema Lean Construction, pero pone un énfasis particular en considerar las variables en su aplicación, ya que la metodología del sistema Lean Production se dirige principalmente a la industria manufacturera. El enfoque de construcción Lean está diseñado para abarcar diversos rubros tanto económicos como productivos, por lo tanto, dentro de dichos rubros puede aplicarse en diferentes áreas como el saneamiento, la edificación, la construcción de infraestructura vial, entre otras (Tzortzopoulos et al., 2020).

2.2.5. Last Planner System (LPS)

2.2.5.1. Conceptos básicos sobre Last Planner System

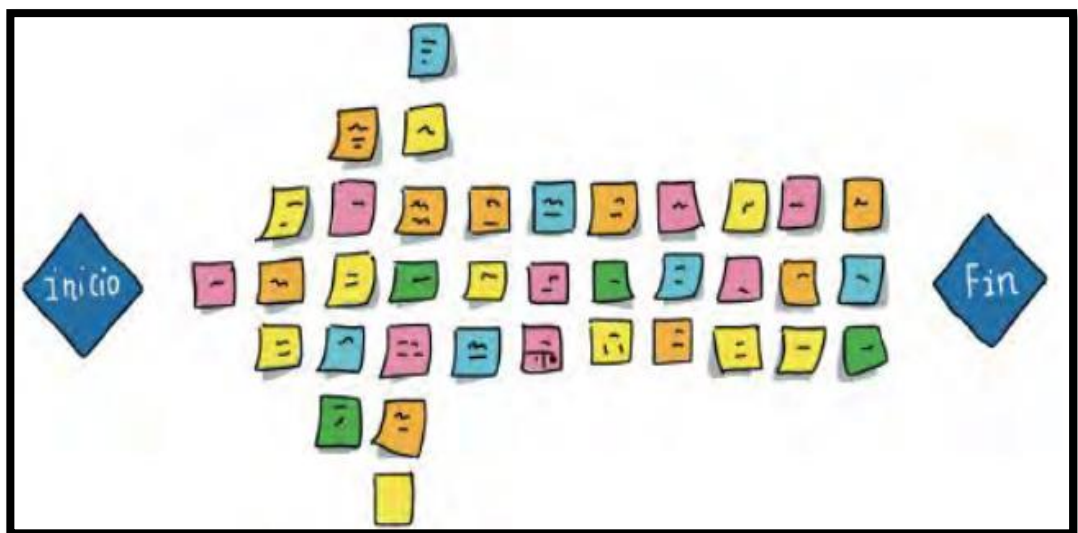
Un sistema de control que gestiona los proyectos de construcción y la planificación de la producción se denomina Last Planner System. La tesis doctoral de Glenn Ballard se formalizó en 2000, después de que Glenn Ballard y Greg Howell concibieran la idea por primera vez a mediados de la década de 1990. A lo largo del tiempo, se ha convertido en un componente indispensable en la ejecución de la construcción lean y ahora es ampliamente reconocido como el estándar para la planificación colaborativa y pull (Pons y Rubio, 2019).

Es así que este eficiente sistema se encarga de planificar y supervisar las tareas programadas con el objetivo de lograr una producción ininterrumpida y sin demoras. El LPS también evalúa y analiza los niveles de

cumplimiento mediante una planificación semanal, identificando las restricciones que podrían impedir la ejecución de las tareas posteriores, con el propósito de eliminar actividades que no aportan valor (Pons y Rubio, 2019).

Figura 2

Metodología del last planner system.



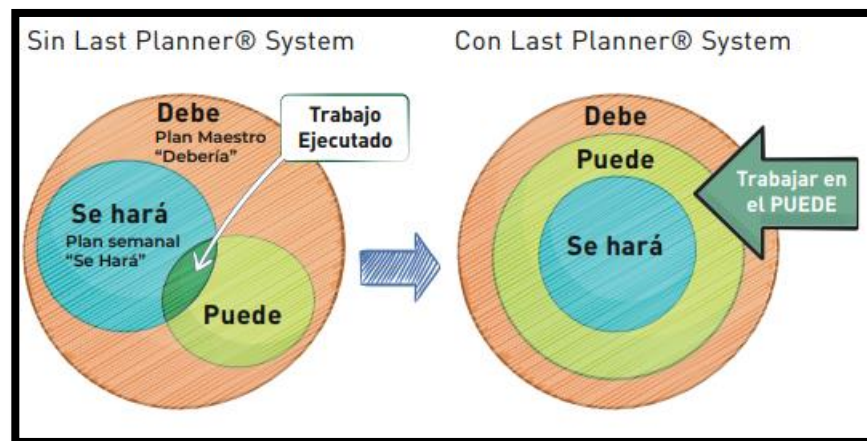
Nota. Tomado de *Lean Construction y la planificación colaborativa Metodología del Last Planner System*, por J. F. Pons y I. Rubio, 2019

La metodología LPS trabaja en base al control de producción que busca la integración de los elementos relacionados con "lo que debe realizarse", "lo que es factible llevar a cabo", "lo que se planifica realizar" y "lo que se ha ejecutado realmente" en la planificación y selección de actividades. Principalmente se encarga de lograr la fluidez y confiabilidad durante el trabajo, mejorando continuamente el proceso (Pons y Rubio, 2019).

En un proceso iterativo, los planificadores y los hacedores deben primero decidir "qué se debe hacer" y acordar "lo que se debe hacer" durante un período de tiempo. Este enfoque ayuda a evitar paros laborales por obstáculos no resueltos, lo que repercute positivamente en la eficiencia del trabajo al evitar paros provocados por falta de materiales, servicios, herramientas o recursos (Pons y Rubio, 2019).

Figura 3

Esquema del debe - se hará - se puede.



Nota. Tomado de *Lean Construction y la planificación colaborativa Metodología del Last Planner System*, por J. F. Pons y I. Rubio, 2019

2.2.5.2. Proceso del LPS

Según Pons y Rubio (2019) el aprovechamiento que se le puede dar a esta metodología es sumamente amplio. Este sistema se conforma de cinco procesos esenciales para su correcto funcionamiento, entre estos tenemos:

- Programación Colaborativa
- Preparación
- Planificación de Producción
- Gestión de Producción

- Medición

2.2.5.3. Beneficios del last planner system

El empleo del sistema last planner ha significado un gran avance importante en la industria de la construcción ya que ha permitido que se cumplan metas y resultados como producciones de calidad y el incremento de la rentabilidad de las constructoras (Pons y Rubio, 2019). En su investigación, Pons y Rubio (2019) establecen cuáles son los beneficios que provee esta metodología LPS.

- La disminución de los costos y así lograr encajar con lo presupuestado.
- Se mejoran los parámetros de productividad, calidad y seguridad.
- Favorece la enseñanza y el trabajo continuo.
- Establece una comunicación efectiva y se logran óptimos acuerdos con los subcontratistas.
- Se identifican las dificultades y obstáculos de manera anticipada empleando la creatividad y el manejo de problemas.
- Permite que la subordinación entre los subcontratistas sea comprensible.
- Motiva el trabajo en grupo y la colaboración.
- Permite cambios para mejorar procesos tempranos del proyecto.
- Logra una adecuada gestión de riesgos.
- Logra cumplir satisfactoriamente con los estándares del cliente y de la empresa constructora.

Figura 4

Fotografía de una sesión de planificación a largo plazo.



Nota. Tomado de *Lean Construction y la planificación colaborativa Metodología del Last Planner System*, por J. F. Pons y I. Rubio, 2019

2.2.5.4. Etapas del last planner system

a) *Master Plan o Plan Maestro (Planificación a largo plazo)*

Una herramienta útil para mejorar la producción en la curva de aprendizaje es la implantación de trenes de trabajo. Esta técnica consiste en programar actividades o tareas continuas para los equipos, de forma similar al cálculo de los rendimientos diarios. Utilizando trenes de trabajo, los equipos pueden realizar sus tareas de forma coherente, lo que aumenta la eficacia y la productividad. Es una forma estupenda de agilizar las operaciones y optimizar el flujo de trabajo (Pons y Rubio, 2019).

En esta fase, el objetivo principal es definir con claridad el alcance del proyecto, así como las expectativas y los hitos fundamentales. Es crucial garantizar que todos los miembros del equipo tengan una comprensión común de lo que se llevará a cabo, alineando los intereses y las necesidades (Pons y Rubio, 2019).

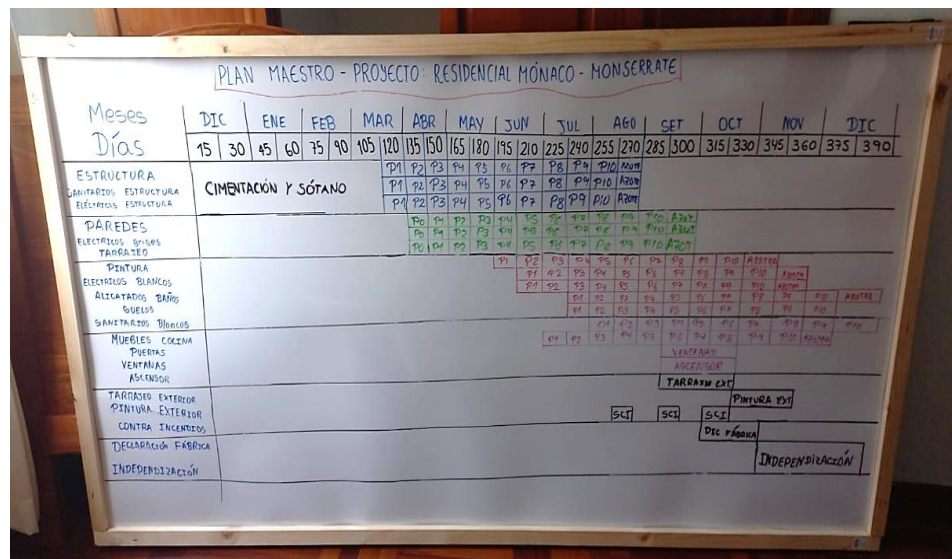
Según Pons y Rubio (2019), algunos componentes que se consideran dentro del programa maestro son:

- La definición del objetivo.

- Los análisis de riesgos.
- La estrategia de trabajo que se aplicará.
- La identificación de los recursos críticos tanto materiales, equipos y mano de obra.
- La programación general de la obra

Figura 5

Plan maestro realizado para el proyecto multifamiliar Mónaco.



Nota. Fuente Propia

b) Pull – Planing

La planificación participativa marca el comienzo del proceso, con el apoyo de todo el personal necesario del proyecto, desde aquellos que están en campo hasta los altos directivos (Rodríguez, 2020).

Este se basa en realizar una planificación detallada de cada actividad, asignando el tiempo necesario para su ejecución, con el propósito de asegurar la conclusión eficiente del proyecto y salvaguardar los intereses involucrados (Rodríguez, 2020).

Figura 6

Ejemplo de sesión de planificación Pull de una fase.



Nota: Tomado de Lean Construction y la planificación colaborativa Metodología del Last Planner System, por J. F. Pons y I. Rubio, 2019

c) LookAhead (Planificación a medio plazo)

A través de la estructuración llevada a cabo en el anterior proceso, se identifica las tareas a ejecutar durante un periodo de 4

Llevar un análisis a corto plazo significa una rápida localización de tareas a realizar así como también precisar los aspectos que puedan llegar a interferir y disminuir el rendimiento (Pons y Rubio, 2019).

El enfoque se basa en un plan detallado para la próxima semana que enumere todas las tareas a realizar sin enfrentar obstáculos. De acuerdo con los autores, se sugiere llevar a cabo una reunión breve de 5 minutos antes de iniciar el trabajo para repasar las actividades programadas. El propósito de esta reunión es supervisar y asegurar que todas las tareas se completen sin contratiempos (Rodríguez, 2020).

Figura 8

Formato de Weekly Plan (planificación a corto plazo).

PLAN SEMANAL														
ID.	ACTIVIDAD	FECHAS		UD.	RESPONSABLE	META		COMPLETADA	SEMANA	Junio				
		INICIO	TERMINO			Comprometida	Alcanzada			V	L	M	M	J
		1	4			5	6			7				
										1-jun	4-jun	5-jun	6-jun	7-jun
EDIFICIO														
Ciclo 1 Muros														
	Enfierradura	31/05	02/06		JP	100%	100%	1						
	Encofrado	04/06	05/06	m2	IR	100%	95%	0						
	Hormigón	05/06	05/06	m3	MA	100%	0%	0						
	Descimbre y Limpieza	06/06	06/06		IR	100%	0%	0						
Ciclo 2 Muros														
	Enfierradura	31/05	04/06		JP	100%	100%	1						
	Moldaje	05/06	06/06	m2	IR	100%	100%	1						
	Hormigón	06/06	06/06	m3	MA	100%	100%	1						
	Descimbre y Limpieza	07/06	07/06		IR	100%	0%	0						
Ciclo 3 Muros														
	Enfierradura	31/05	05/06		JP	50%	30%	0						
RESUMEN: Total Cumplidas (4) / Total Actividades (8) = 50%														

Nota. Tomado de *Lean Construction y la planificación colaborativa Metodología del Last Planner System*, por J. F. Pons y I. Rubio, 2019

e) Gestión de restricciones

Una vez que se han identificado las actividades, es necesario llevar a cabo un análisis de las restricciones asociadas a cada una de ellas. Por lo tanto, resulta fundamental emplear un sistema que permita la identificación de estas restricciones (Pons y Rubio, 2019).

Las restricciones pueden registrarse tanto en la tarjeta de la Pull Session como en la del Look Ahead relacionadas con la actividad en la que se ha identificado la restricción. Además, es importante mantener un listado independiente de restricciones que se supervisará de forma semanal y diaria a lo largo de todo el proyecto (Pons y Rubio, 2019).

f) *Análisis de restricciones*

La función principal del análisis de restricciones radica en examinar las condiciones esenciales que deben cumplirse para llevar a cabo una actividad, identificando aquellas limitaciones que podrían obstaculizar su realización. Este proceso debe ir acompañado de una estrategia que permita resolver estas restricciones de manera oportuna, de modo que las actividades puedan llevarse a cabo según lo planificado (Pons y Rubio, 2019).

Además, el análisis de restricciones implica que los proveedores de bienes y servicios mantengan un mayor control sobre la producción y la entrega de materiales y servicios, y proporcionen alertas anticipadas con suficiente margen de tiempo para asegurar la ejecución de las tareas según lo previsto (Pons y Rubio, 2019).

Figura 9

Ejemplo de plantilla para gestionar las restricciones.

LISTADO DE RESTRICCIONES									
OBRA:				FECHA CONTROL:					
ID	DESCRIPCIÓN DE LA RESTRICCIÓN/PROBLEMA	IMPACTO / ACTIVIDAD QUE SE VE AFECTADA	ACCIÓN	Prioridad	RESPONSABLE DE LIBERARLA		FECHA COMPROMISO	FECHA REAL LIBERACIÓN	ABIERTA / CERRADA
					EMPRESA	PERSONA			
#1	Urbanización zona piscina. Avintia/DF/Beta konkret (P11D)	Invasión de zonas con riesgo de caída de objetos	La dirección facultativa pactará con los vecinos como acometer con la urbanización y se marcará fecha de entrega de su zona.				10-ago.	20-jul.	CERRADA
#2	Barandilla ext. P11D esc.3.Cabezas.Disponibilidad/retrada de plataformas de descarga.	Imposibilidad de finalización	Se avanzará todo lo posible a falta de colocar la barandilla donde este la plataforma				22-ago.	22-ago.	CERRADA
#3	No tenemos definido el color de la carpintería de aluminio y por lo tanto no podemos realizar el pedido	Imposibilidad de realizar el pedido del aluminio y de poder planificar esta actividad.	Solicitar a la Dirección Facultativa y al propietario la referencia de color del aluminio.				27-ago.	13-ago.	ABIERTA
#4									
#5									

Nota. Tomado de *Lean Construction y la planificación colaborativa Metodología del Last Planner System*, por J. F. PONS y I. Rubio, 2019

g) Porcentaje de Plan Cumplido (PPC)

La medida del progreso del plan, que se conoce como porcentaje de cumplimiento de compromisos, es un indicador esencial para evaluar la confiabilidad del equipo de planificación. Este cálculo se realiza al dividir el número de tareas completadas que se habían comprometido realizar, entre el número total de tareas planificadas para la semana actual (Pons y Rubio, 2019).

Este indicador mide la proporción de asignaciones que se han completado al 100% de acuerdo con lo planeado, utilizando una clasificación binaria de SÍ/NO. En otras palabras, una tarea que está completada al 90% se considera un NO. Por ejemplo, si se planificaron 5 tareas y solo se completaron 4, incluso si la quinta tarea está parcialmente terminada, el porcentaje de

cumplimiento del plan (PPC) sería del 80%, calculado dividiendo 5 entre 4 (Pons y Rubio, 2019).

Figura 10

Fórmula para hallar el PPC.

$$\text{PPC (\%)} = \frac{\text{N.º DE TAREAS COMPROMETIDAS COMPLETADAS}}{\text{N.º TOTAL DE TAREAS COMPROMETIDAS PLANIFICADAS}} \times 100$$

Nota. Tomado de *Lean Construction y la planificación colaborativa Metodología del Last Planner System*, por J. F. Pons y I. Rubio, 2019.

h) Seguimiento

En la última etapa, se evalúa el progreso de las tareas planificadas en la semana mediante el uso de porcentajes. También se identifican las razones detrás del incumplimiento de las tareas, con el fin de mejorar el proceso de planificación para la siguiente semana (Rodríguez, 2020).

Se propone la utilización de indicadores como el porcentaje de progreso, el desvío del plazo y el rendimiento para monitorear el avance de una obra. Estos indicadores permiten identificar tanto las situaciones positivas como negativas y, si es necesario, aplicar alternativas de solución y así alcanzar beneficios tanto para el cliente como para la empresa (Pons y Rubio, 2019).

2.2.6. Productividad de Obras

Dentro del marco constructivo, la eficiencia significa la inversión de tiempo que un individuo dedica al trabajar. Aumentar la producción implica realizar más tareas con los mismos recursos disponibles (Ascue Escalante, 2021).

La metodología Lean Construction destaca por ser provechosa en el sector constructivo, ya que permite maximizar la utilización de recursos, reducir costos y acelerar el tiempo de producción en la obra. Esto se traduce en mejoras significativas en la eficiencia y en la economía de las empresas constructoras (Ascue Escalante, 2021).

2.2.6.1. Planificación y control de obras

Lograr una buena administración de los materiales puede mejorar significativamente los plazos finales de las tareas programadas. Es fundamental que todas las partes involucradas participen activamente y muestren suficiente interés para coordinar eficazmente todas las actividades. En este sentido, el uso del Last Planner puede ser una herramienta útil (Ascue Escalante, 2021).

2.2.6.2. La Capacitación Frecuente

Resulta crucial proporcionar una formación en curso tanto a los trabajadores como a los profesionales para enseñarles las técnicas necesarias en orden a buscar mejoras en la construcción (Ascue Escalante, 2021).

2.2.6.3. Fortalecer el Sistema de Abastecimiento

La coordinación frecuente con todas las áreas de la empresa permite evitar retrasos en el desarrollo de la obra. Esto es una debilidad que se debe abordar para garantizar una construcción eficiente y sin contratiempos (Ascue Escalante, 2021).

2.3. Marco Conceptual

- **Acción correctiva:** Es la solución que se da cuando hay una restricción que no se pudo eliminar. La acción correctiva busca que no se vuelva a repetir y no vuelva a haber una disconformidad (Díaz et al., 2019).
- **Acción Preventiva:** Acción que se toma para eliminar una posible restricción o una no conformidad durante el proceso de la obra (ISO 9000, 2015).
- **Análisis de Restricciones:** Es el análisis de las limitaciones que puedan existir para alcanzar un objetivo con el fin de determinar las acciones necesarias para prevenirlas (Álvarez et al., 2019).
- **Cronograma:** Un cronograma es una programación detallada de las actividades que se van a realizar en un proyecto. Aquí se detallan las actividades y los plazos de ejecución (Atlassian, s. f.).
- **Flujo de trabajo:** Los flujos de trabajo consisten en una serie de procesos que se va a seguir para completar un objetivo y culminar las actividades (Moon Watson, 2019).
- **Gestión de Proyectos:** Es la planificación, gestión y control de todas las actividades correspondientes a un proyecto con el fin de alcanzar sus objetivos (ISO 9000, 2015).
- **Just in Time:** Es una serie de técnicas que va a permitir obtener los recursos requeridos en el tiempo que se necesite y en la cantidad necesaria con el fin de evitar desperdicios (Solís y Chica, 2022).
- **La Mejora Continua:** Son los procesos de monitoreo de las actividades con el fin de corregir y realizar acciones preventivas en este o futuras actividades para así garantizar la calidad del producto o servicio (Díaz et al., 2019).
- **Last planner system:** Es un sistema de planificación y control de procesos para optimizar los tiempos de realización de cada actividad a realizar (Díaz et al., 2019).
- **LookAhead Planing:** Es el proceso de planificación intermedia, es como realizar un zoom del Plan Maestro y aquí se realiza el cronograma de actividades de las próximos 4 a 8 semanas (Álvarez et al., 2019).

- **Master Plan:** Se realiza en la primera reunión del equipo y es el primer nivel en la jerarquía de planificación. Contiene todas los procesos y las actividades a largo plazo y el tiempo en el cual deben ejecutarse (Álvarez et al., 2019).
- **Pérdidas:** Las pérdidas son todas aquellas actividades que implican un costo pero que no aportan nada al producto que se espera obtener. Ejemplo: esperas, demoras (Ghio Castillo, 2001).
- **Plazos:** Los plazos son los tiempos que se han establecido para realizar las actividades. Estos plazos se deben cumplir ya que permite que el proyecto avance con normalidad y sin retrasos (Díaz et al., 2019).
- **Porcentaje de Plan Cumplido:** Es un indicador que mide el grado de compromiso del equipo con las actividades a realizar en un determinado tiempo (Álvarez et al., 2019).
- **Productividad:** La productividad funciona como un indicador y se obtiene al dividir la producción entre los recursos que se usaron para obtener esa misma producción (Ghio Castillo, 2001).
- **Rendimiento de mano de obra:** Tiempo que emplea un obrero o cuadrilla para ejecutar una actividad determinada. El rendimiento puede ser calculada con el fin de lograr los plazos establecidos (Remolina y Polanco, 2014).
- **Reunión Semanal:** Se realiza una vez a la semana y aquí se discuten las tareas de plan que deben ser realizados así como el avanzado que se está obteniendo (Díaz et al., 2019).
- **Seguimiento:** Es el proceso para determinar el estado de un servicio, proceso o proyecto que se está realizando, es llevado en diferentes etapas o momentos.
- **Ultimo Planeador:** Se refiere a las personas encargadas de administrar las actividades a los trabajadores y garantizar que tengan todo lo necesario para cumplirlas (Richert, 2019).

- **Weekly Plan:** Se realiza semanalmente y es el encargado controlar lo planificado y planificar las actividades que se realizaran en la semana para poder lograr las metas planteadas (Álvarez et al., 2019).

2.4. Sistema de Hipótesis

La aplicación del last planner system permitiría la mejora de la planificación y productividad de los procesos estructurales del edificio multifamiliar Mónaco en Monserrate, Trujillo.

2.5. Variables e Indicadores (MOV)

2.5.1. Variable

Last planner system

2.5.2. Operacionalización de Variables

Tabla 1

O

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
Last Planner System	El Sistema del Último Planificador (Last Planner System, LPS) es un sistema de producción, utilizado mayormente en la industria de la construcción, que incorpora metodología Lean con el objetivo de lograr una mayor fiabilidad en la planificación de los proyectos. Además, este sistema busca también la reducción de plazos y costes, como también la mejora en calidad y seguridad de las obras	El Last Planner System (LPS) es un método de flujo de trabajo, el cual es utilizado mayormente en el sector de la construcción permitiendo aumentar la productividad, reduciendo plazos e incrementando la responsabilidad de los trabajadores.	Master Plan	Cronograma General Planificación General Seguimiento de la ejecución del proyecto (inicio-fin)	Ficha de recojo Ficha de observación Big room Excel Autocad 2D
			LookAhead	Planificación Mensual Desglose mensual del seguimiento de la ejecución del proyecto	Ficha de recojo Ficha de observación Big room Excel Autocad 2D
			Weekly Plan	Planificación Semanal Desglose semanal del seguimiento de la ejecución del proyecto	Ficha de recojo Ficha de observación Big room Excel Autocad 2D
			Estrategias de Solución	Restricciones Alternativas de Solución	Formato de restricciones Ficha de recojo Ficha de observación Big room
			Porcentaje de Plan Cumplido	Obras y partidas cumplidas Obras y partidas no cumplidas Análisis de porcentajes	Ficha de recojo Ficha de observación Big room Excel Autocad 2D

lización de Variables.

Nota. Fuente propia.

III. METODOLOGÍA EMPLEADA

3.1. Tipo y Nivel de Investigación

3.1.1. Tipo de Investigación

De acuerdo a su orientación o finalidad, la presente investigación será **Aplicada**, puesto que usaremos conocimientos que ya hemos adquirido o que vamos a adquirir en el proceso de desarrollo de la investigación.

3.1.2. Nivel de Investigación

De acuerdo a la técnica de contrastación, esta investigación será **Descriptiva**, puesto que vamos a dar una representación y explicar detalladamente como el uso del Last Planner System ayuda a mejorar la eficiencia de los procesos estructurales del edificio multifamiliar.

3.2. Población y Muestra de Estudio

3.2.1. Población

La población está conformada por todas las partidas intervinientes en el edificio multifamiliar Mónaco Monserrate, Trujillo.

3.2.2. Muestra

La muestra está conformada por el edificio multifamiliar Mónaco que se encuentra en la Urbanización Monserrate, en un terreno que cuenta con un área de 213.7 m². El edificio cuenta con un sótano, 10 pisos y azotea; en el cual, el área construida total es de 2157 m² y cuenta con un área libre de 10.5 m² por piso (6.19%).

3.3. Diseño de investigación

Al ser una investigación no experimental, no propone manipulación de variables, por lo cual no hay diseño de contrastación.

3.4. Técnicas e instrumentos de investigación

Para la presente investigación, se utilizó la técnica de recolección de datos, el cual fue desarrollado mediante los siguientes instrumentos:

- Se realizó los “Big room” que son las reuniones semanales donde participan el Ingeniero Residente, el supervisor, el maestro de obra y los jefes de cada área como eléctricas o aceros.
- Autocad 2D: Se hizo uso del software Autocad para poder visualizar los planos de estructuras.
- Se hizo uso de los formatos del last planner system, esto incluye los LookAhead mensuales de la partida de estructuras.
- LookAhead de la partida de estructuras.
- Se hizo uso de fichas de observación y fichas de recojo.

3.5. Procesamiento y análisis de datos

- **Microsoft Excel:** Se empleó para realizar los LookAhead y weekly plans del proyecto.
- **Microsoft Word:** En este software realizamos el informe de tesis de nuestra investigación.
- **Microsoft Power Point:** Se utilizará para la presentación de diapositivas que usaremos para sustentar nuestro proyecto final.
- Usaremos una PC con Core I5 que cuente con las herramientas de Microsoft Office para poder realizar las actividades de nuestra investigación.

Tabla 2

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
Last Planner System	Master Plan	Cronograma General Planificación General Seguimiento de la ejecución del proyecto (inicio-fin)	Ficha de recojo Ficha de observación Big room Excel Autocad 2D
	LookAhead	Planificación Mensual Desglose mensual del seguimiento de la ejecución del proyecto	Ficha de recojo Ficha de observación Big room Excel Autocad 2D
	Weekly Plan	Planificación Semanal Desglose semanal del seguimiento de la ejecución del proyecto	Ficha de recojo Ficha de observación Big room Excel Autocad 2D
	Estrategias de Solución	Restricciones Alternativas de Solución	Formato de restricciones Ficha de recojo Ficha de observación Big room
	Porcentaje de Plan Cumplido	Obras y partidas cumplidas Obras y partidas no cumplidas Análisis de porcentajes	Ficha de recojo Ficha de observación Big room Excel

Dimensiones, indicadores e instrumentos de la Variable.

Nota. Fuente Propia.

IV. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Análisis e Interpretación de Resultados

El objetivo general de nuestra investigación es determinar la aplicación del last planner system en los procesos estructurales del edificio multifamiliar Mónaco en Monserrate. Por lo tanto, debe existir congruencia entre nuestros objetivos y los resultados que obtendremos en terreno; es decir, al final de la investigación debemos confirmar que la aplicación del Last Planner System nos ha ayudado en la planificación, optimización de los recursos y cumplimiento de los plazos establecidos.

Es aquí donde realizaremos el análisis de los datos obtenidos y mostraremos los resultados de utilizar el last planner system en los procesos estructurales del edificio multifamiliar Mónaco en Monserrate.

Para esto, primero daremos información general del proyecto que son necesarios para conocer dónde vamos a aplicar esta metodología y las características que tiene la obra en la cual se va a ejecutar. Posterior a esto, empezaremos a detallar los resultados de los objetivos iniciando con los LookAhead mensuales.

4.2. Información del Proyecto

4.2.1. Datos Generales del Proyecto

El proyecto que el cual es objeto de estudio es el “Edificio Multifamiliar Mónaco”, este edificio está conformado por 1 sótano, 10 pisos y azotea. El primer piso funciona como una recepción y estacionamientos mientras que del piso 2 hasta el 10 funcionan como departamentos (2 por piso). Podemos expresar sus áreas de la siguiente manera:

- El sótano cuenta con un área de 211.85 m²
- La zona de recepción del primer piso cuenta con un área de 21.18 m² y el estacionamiento cuenta con 181 m².
- Del segundo al octavo piso son iguales y se divide en 2 departamentos y un área común por cada piso. El departamento del Sector 1 cuenta con un área de 79.24

m2 y el departamento Sector 2 cuenta con un área de 90.41 m2. El área común para estos edificios es de 21.18 m2.

- El 9no y décimo piso son iguales y se divide en: el departamento del Sector 1 cuenta con un área de 79.24 m2 y el departamento del Sector 2 cuenta con un área de 88.38m2. El área común para estos edificios es de 21.18 m2.
- La azotea cuenta con un área de 68.06 m2. De los cuales, 6.39 m2 estan techados y el resto se encuentra al aire libre.

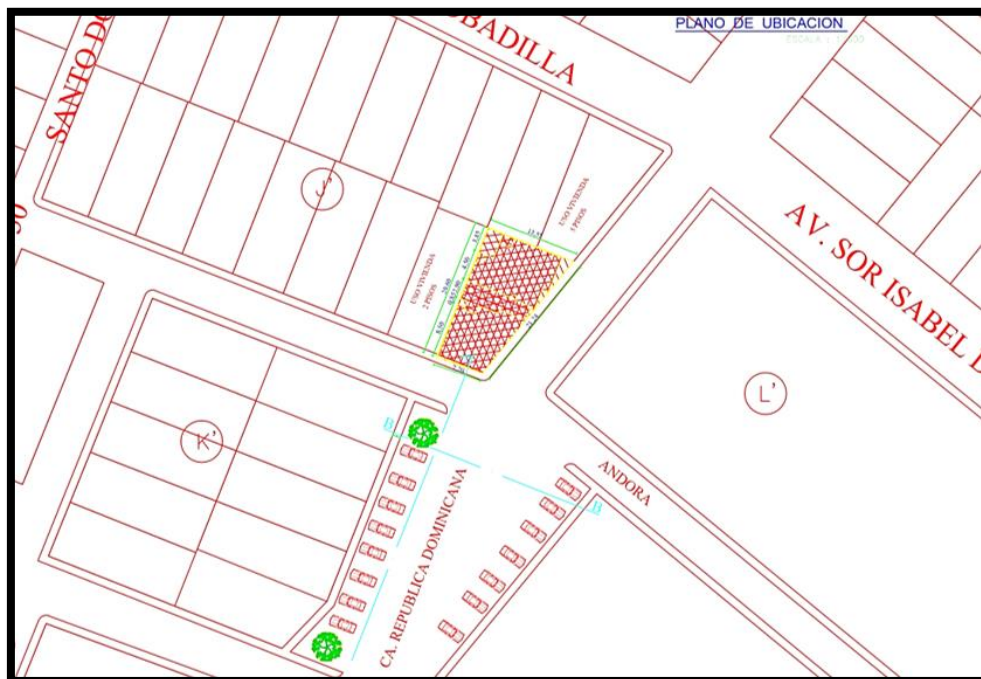
4.2.2 Ubicación del Proyecto

El proyecto “Edificio Multifamiliar Mónaco” se encuentra ubicada en la Urbanización Monserrate IV Etapa Manzana. J’ Lote 11 Calle Diez, distrito y provincia de Trujillo, región La Libertad. Las coordenadas aproximadas del terreno son -8.121750, -79.030258.

Figura 11

U

bica
ción
del
Proy
ecto
mult
ifam
iliar
Món
aco.



N

ota. Imagen obtenida del plano de ubicación del proyecto.

4.2.3. Partidas de estructuras desarrolladas en el proyecto.

Para ubicar todas las partidas de estructuras que intervienen durante la construcción de la parte estructural del edificio, hacemos uso del presupuesto estructural de la obra.

Tabla 3

Partidas de estructura involucradas en el proyecto Mónaco.

PARTIDA	SUBPARTIDA	ESPECIFICACIÓN	UNIDAD	METRADO	MANO DE OBRA	MATERIAL	P.M.O	P.MATERIAL	TOTAL
ESTRUCTURAS									
Obras Provisionales	DEMOLICIÓN	DEMOLICIÓN	glb	1		S/ 24,780.00		S/ 24,780.00	S/ 24,780.00
Movimiento de Tierra	EXCAVACIÓN	EXCAVACIÓN	glb	1		S/ 31,152.00		S/ 31,152.00	S/ 31,152.00
Movimiento de Tierra	CALZADURA	CONCRETO	m3	179.91	S/ 45.00	S/ 75.50	S/ 8,095.95	S/ 13,583.21	S/ 21,679.16
Obras de Concreto Simple	SOLADO	CONCRETO	m3	21	S/ 10.00	S/ 22.00	S/ 210.00	S/ 462.00	S/ 672.00
Obras de Concreto Armado	VIGA DE CIMENTACIÓN	CONCRETO	m3	5.92	S/ 45.00	S/ 430.00	S/ 266.40	S/ 2,545.60	S/ 2,812.00
Obras de Concreto Armado	VIGA DE CIMENTACIÓN	ENCOFRADO	m2	28.64	S/ 26.00	S/ 10.00	S/ 744.64	S/ 286.40	S/ 1,031.04
Obras de Concreto Armado	VIGA DE CIMENTACIÓN	ACERO	kg	4369.6	S/ 1.18	S/ 4.00	S/ 5,156.13	S/ 17,478.40	S/ 22,634.53
Obras de Concreto Armado	LOSA DE CIMENTACIÓN	CONCRETO	m3	160.93	S/ 45.00	S/ 430.00	S/ 7,241.85	S/ 69,199.90	S/ 76,441.75
Obras de Concreto Armado	LOSA DE CIMENTACIÓN	ENCOFRADO	m2	30.3	S/ 26.00	S/ 10.00	S/ 787.80	S/ 303.00	S/ 1,090.80
Obras de Concreto Armado	LOSA DE CIMENTACIÓN	ACERO	kg	12223.26	S/ 1.18	S/ 4.00	S/ 14,423.45	S/ 48,893.04	S/ 63,316.49
Obras de Concreto Armado	MURO DE CONTENCIÓN	CONCRETO	m3	31.47	S/ 45.00	S/ 430.00	S/ 1,416.15	S/ 13,532.10	S/ 14,948.25
Obras de Concreto Armado	MURO DE CONTENCIÓN	ENCOFRADO	m2	133.04	S/ 26.00	S/ 10.00	S/ 3,459.04	S/ 1,330.40	S/ 4,789.44
Obras de Concreto Armado	MURO DE CONTENCIÓN	ACERO	kg	3563.61	S/ 1.18	S/ 4.00	S/ 4,205.06	S/ 14,254.44	S/ 18,459.50
Obras de Concreto Armado	PLACAS Y COLUMNAS	CONCRETO	m3	405.72	S/ 45.00	S/ 430.00	S/ 18,257.40	S/ 174,459.60	S/ 192,717.00
Obras de Concreto Armado	PLACAS Y COLUMNAS	ENCOFRADO	m2	2766.89	S/ 26.00	S/ 10.00	S/ 71,939.14	S/ 27,668.90	S/ 99,608.04
Obras de Concreto Armado	PLACAS Y COLUMNAS	ACERO	kg	55731.4	S/ 1.18	S/ 4.00	S/ 65,763.05	S/ 222,925.60	S/ 288,688.65
Obras de Concreto Armado	VIGAS	CONCRETO	m3	235.12	S/ 45.00	S/ 430.00	S/ 10,580.40	S/ 101,101.60	S/ 111,682.00
Obras de Concreto Armado	VIGAS	ENCOFRADO	m2	1547.68	S/ 26.00	S/ 10.00	S/ 40,239.68	S/ 15,476.80	S/ 55,716.48
Obras de Concreto Armado	VIGAS	ACERO	kg	31342.07	S/ 1.18	S/ 4.00	S/ 36,983.64	S/ 125,368.28	S/ 162,351.92
Obras de Concreto Armado	LOSAS MACIZAS	CONCRETO	m3	36.66	S/ 45.00	S/ 430.00	S/ 1,649.70	S/ 15,763.80	S/ 17,413.50
Obras de Concreto Armado	LOSAS MACIZAS	ENCOFRADO	m2	96.64	S/ 26.00	S/ 10.00	S/ 2,512.64	S/ 966.40	S/ 3,479.04
Obras de Concreto Armado	LOSAS MACIZAS	ACERO	kg	4107.22	S/ 1.18	S/ 4.00	S/ 4,846.52	S/ 16,428.88	S/ 21,275.40
Obras de Concreto Armado	LOSAS ALIGERADAS	CONCRETO	m3	137.45	S/ 45.00	S/ 430.00	S/ 6,185.25	S/ 59,103.50	S/ 65,288.75
Obras de Concreto Armado	LOSAS ALIGERADAS	ENCOFRADO	m2	1751.37	S/ 26.00	S/ 10.00	S/ 45,535.62	S/ 17,513.70	S/ 63,049.32
Obras de Concreto Armado	LOSAS ALIGERADAS	ACERO	kg	6179.76	S/ 1.18	S/ 4.00	S/ 7,292.12	S/ 24,719.04	S/ 32,011.16
Obras de Concreto Armado	LOSAS ALIGERADAS	SISTEMA V.B	m2	1751.37		S/ 85.40		S/ 149,567.00	S/ 149,567.00
Obras de Concreto Armado	ESCALERAS	CONCRETO	m3	40.73	S/ 45.00	S/ 430.00	S/ 1,832.85	S/ 17,513.90	S/ 19,346.75
Obras de Concreto Armado	ESCALERAS	ENCOFRADO	m2	112.97	S/ 26.00	S/ 10.00	S/ 2,937.22	S/ 1,129.70	S/ 4,066.92
Obras de Concreto Armado	ESCALERAS	ACERO	kg	1810.73	S/ 1.18	S/ 4.00	S/ 2,136.66	S/ 7,242.92	S/ 9,379.58

Nota. Información brindada por la empresa CONSNOVA.

4.3. Aplicación del last planner system

4.3.1. Metrados

Las partidas que hemos tomado en cuenta en el metrado para el proceso estructural del proyecto multifamiliar Mónaco son las de concreto, encofrado y acero según lo que encontramos en el presupuesto de estructura de la obra. A continuación, mostraremos el resumen de los metrados realizados en el proyecto para los elementos estructurales del proyecto multifamiliar.

Tabla 4*Resumen**del concreto**utilizado***RESUMEN DE CONCRETO EN ESTRUCTURAS***en las partidas**proyecto**estructurales del*

CALZADURA	179.91
SOLADO	21.00
VIGAS DE CIMENTACIÓN	5.92
LOSA DE CIMENTACIÓN	160.93
MURO DE CONTENCIÓN	31.47
PLACAS	405.72
LOSAS MACIZAS	36.66
LOSAS ALIGERADAS	137.45
VIGAS	235.12
ESCALERAS	40.73
TOTAL (m3)	1254.91

*Nota. Fuente Propia.***Tabla 5***Resumen del encofrado utilizado en las partidas estructurales del proyecto.*

RESUMEN DE ENCOFRADO EN ESTRUCTURAS	
VIGAS DE CIMENTACIÓN	28.64
LOSA DE CIMENTACIÓN	30.30
MURO DE CONTENCIÓN	133.04
PLACAS	2766.89
LOSAS MACIZAS	96.64
LOSAS ALIGERADAS	1751.37

VIGAS	1547.68
ESCALERAS	112.97
TOTAL (m2)	6467.53

Nota. Fuente Propia.

Tabla 6

Resumen del acero utilizado en las partidas estructurales del proyecto.

RESUMEN DE ACERO EN ESTRUCTURAS	
VIGAS DE CIMENTACIÓN	4369.60
LOSA DE CIMENTACIÓN	12223.26
MURO DE CONTENCIÓN	3563.61
PLACAS	55731.40
LOSAS MACIZAS	4107.22
LOSAS ALIGERADAS	6179.76
VIGAS	31342.07
ESCALERAS	1810.73
TOTAL (KG)	119327.65

Nota. Fuente Propia.

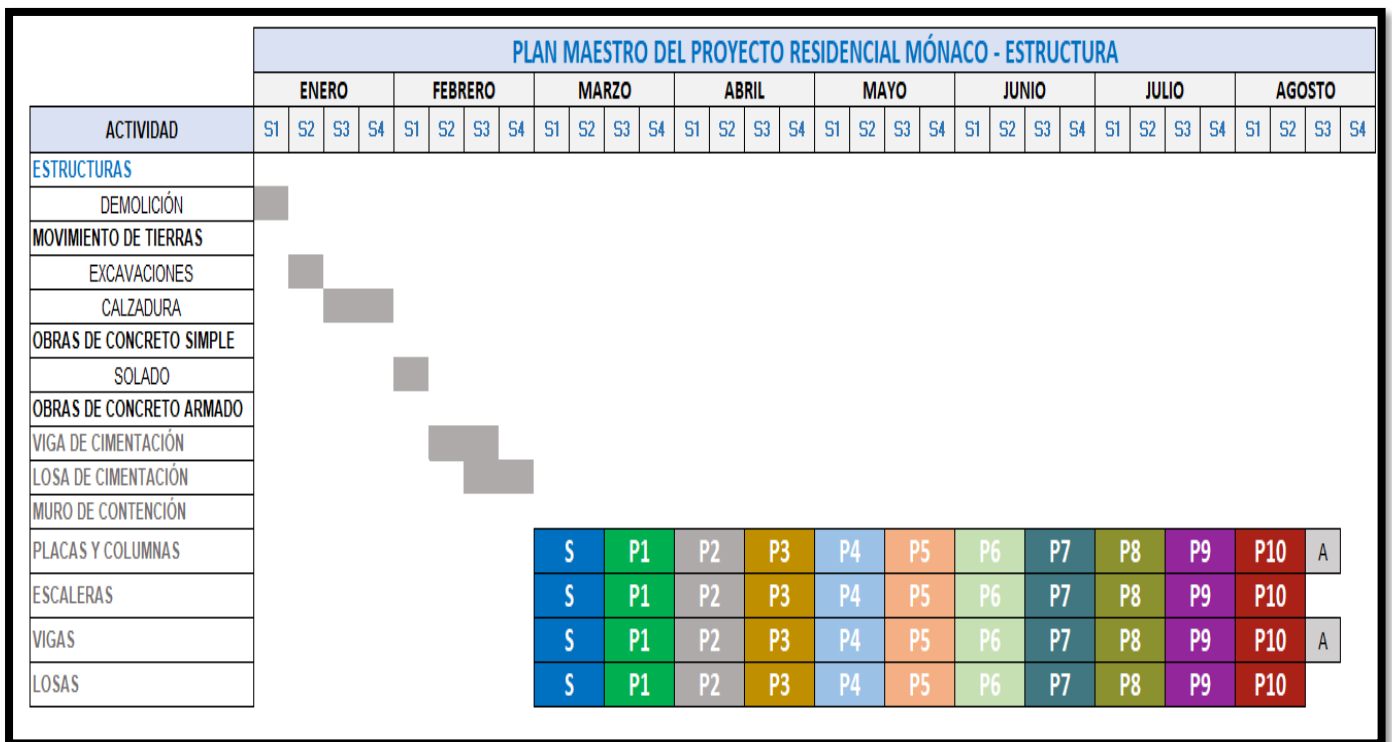
4.3.2. Master Plan o Plan Maestro

Una vez, elaborado el cronograma general permitirá la producción de otros formatos como los LookAhead y los planes semanales, sirviendo de base para la construcción de estas programaciones más detalladas.

El siguiente Master plan que se detallará, brindará una perspectiva más amplia sobre las actividades que involucraran al desarrollar el caso estructural del edificio en su totalidad.

Figura 12

Plan Maestro de la partida de Estructuras del proyecto Multifamiliar Mónaco.



Nota. Fuente Propia

Dentro de las actividades en la cual se va a basar nuestro Master Plan, como se venía reiterando, son las partidas estructurales del edificio multifamiliar Mónaco, ubicado en Monserrate, ciudad de Trujillo. Entre estas tenemos las obras provisionales, movimiento de tierras, obras de concreto simple y las obras de concreto armado.

En el movimiento de tierras, las partidas desarrolladas fueron las excavaciones y calzaduras. Las calzaduras se realizaron debido a la profundidad de las cimentaciones y al riesgo existente de las viviendas colindantes al proyecto puedan derrumbarse y ocasionar accidentes. En las obras de concreto simple se realizó los solados para la armadura de la platea de cimentación con un espesor de e=70cm, generando una mejor base uniforme y separando del terreno natural antes del vaciado de la platea.

Por otra parte, en las obras de concreto armado, se tuvieron las siguientes partidas intervinientes: la losa de cimentación, las vigas de cimentación, las placas, las vigas y las losas. Si bien es cierto el proceso constructivo es reiterativo dentro de la azotea y los 10 pisos, no quita la importancia del correcto manejo de insumos, materiales y equipos, en cada partida realizada por piso. Tanto la platea de cimentación y las vigas de cimentación fueron esenciales para generar una correcta base del armazón estructural siguiendo con los lineamientos del RNE. Las columnas estructurales y las placas, sirvieron de apoyo a la estructura con el peso de las losas aligeradas (cargas muertas + cargas vivas). De la misma manera, las vigas y las losas aligeradas permitieron el avance progresivo de los siguientes pisos, brindando una superficie estable para el avance constructivo del proyecto multifamiliar.

4.3.3. Sectorización del proyecto según partidas

La sectorización es un proceso importante para la planificación de obras, en el cual se subdivide los trabajos y/o partidas en partes más pequeñas y balanceadas para poder sacar sus metrados o la distribución que han tenido durante el proyecto.

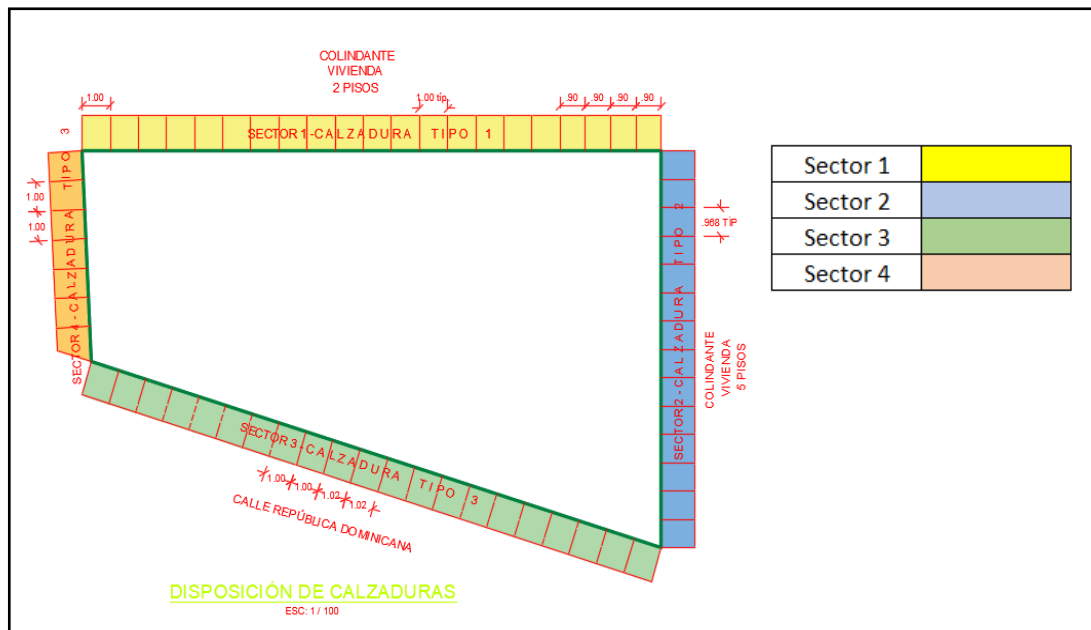
A continuación, presentaremos la sectorización por cada partida de estructuras presentada en el presupuesto.

4.3.3.1 Calzaduras

Como primera partida tenemos a las calzaduras, las cuales son elementos que soportan cargas de las construcciones colindantes con el fin de dar mayor soporte a la cimentación. De esta sectorización sacaremos la cantidad total de calzaduras que se realizaron y los sectores en los que estaba dividido en el proyecto multifamiliar Mónaco.

Figura 13

Sectorización de las calzaduras en el proyecto Mónaco.



N

ota. Fuente Propia.

Tabla 7

Disposición de calzaduras para cada sector según niveles.

SECTOR	Sector 1	Sector 2	Sector 3	Sector 4
Nivel 1	21	14	21	7
Nivel 2	21	14	21	7
Nivel 3	21	14	21	7
Nivel 4	-	-	21	-
Total	63	42	84	21

Nota. Fuente Propia.

4.3.3.2. Solado

El solado en el proyecto se coordinó para realizarse en toda el área del terreno con un espesor de 10 cm después de realizarse la excavación de 3.50 m y nivelación. El área total del solado fue de 21 m³ para el vaciado de concreto.

Figura 14

Plano del área del solado para sectorización.



Nota. Fuente Propia.

Tabla 8

Metrado del solado para el proyecto Mónaco.

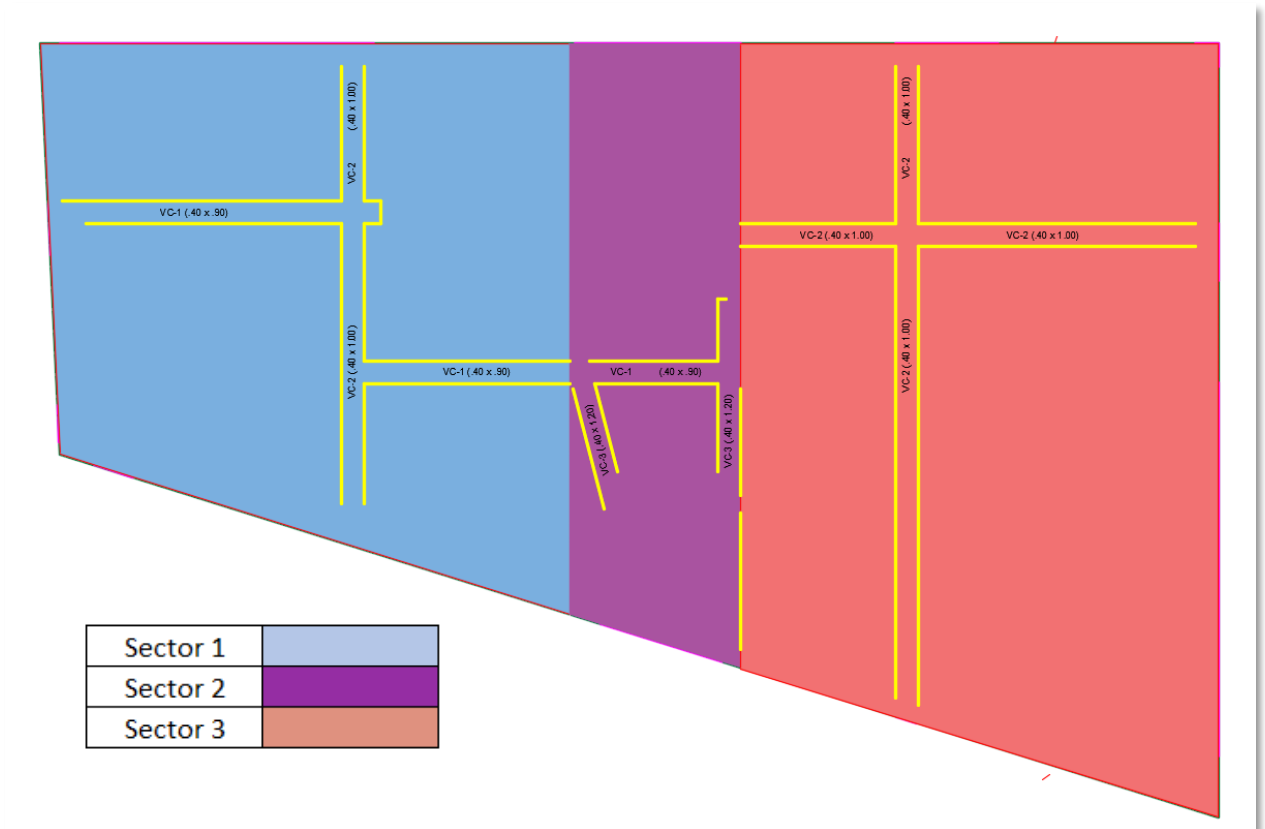
OE.2.2	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE	Unidad	Área (m2)	Espesor (h)	TOTAL
OE.2.2.3	SOLADOS	m3	213.73	0.1	21.3

Nota. Metrado proporcionado por la constructora CONSNOVA.

4.3.3.3. Viga de Cimentación

Se dividió el plano de viga de cimentación en 3 sectores como se muestra a continuación. Esto lo hacemos con el fin de poder sacar el metrado de concreto, encontrado y acero correspondiente a cada sector y poder entenderlo más fácilmente.

Figura 15



Sectorización de vigas de cimentación en la cimentación.

Nota. Fuente Propia.

Metrado de Viga de Cimentación

En la siguiente tabla se mostrará la cantidad de concreto y encofrado que se utilizó para las vigas de cimentación por sector.

Tabla 9

SECTOR/ V.C	Concreto(m3)	Encofrado(m2)	Acero
Sector 1	1.65	7.85	1341.64
Sector 2	1.93	9.83	1264.66
Sector 3	2.34	10.96	1763.3
TOTAL	5.92	28.64	4369.6

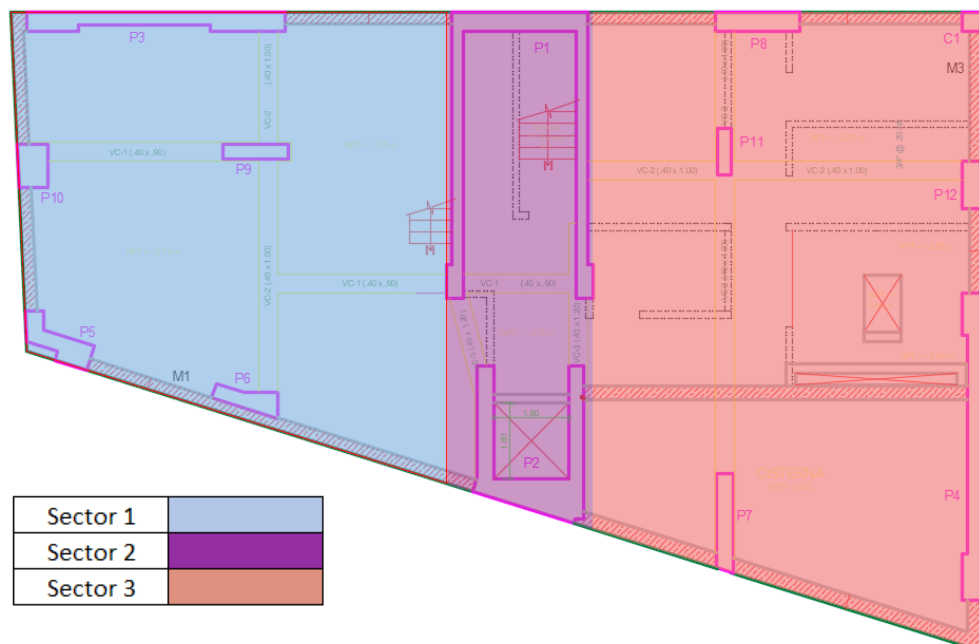
*Resumen de
metrado de
concreto y
encofrado
de las vigas de
cimentación.*

Nota. Fuente Propia.

4.3.3.4. Platea de Cimentación

Figura 16

Sectorización de la Platea de cimentación.



Nota. Fuente Propia

Tabla 10

Cantidad de concreto y encofrado para la platea de cimentación.

SECTOR/P.C	Concreto(m3)	Encofrado(m2)
Sector 1	58.77	0
Sector 2	77.99	5.76
Sector 3	16.51	23.09
TOTAL	160.93	30.29

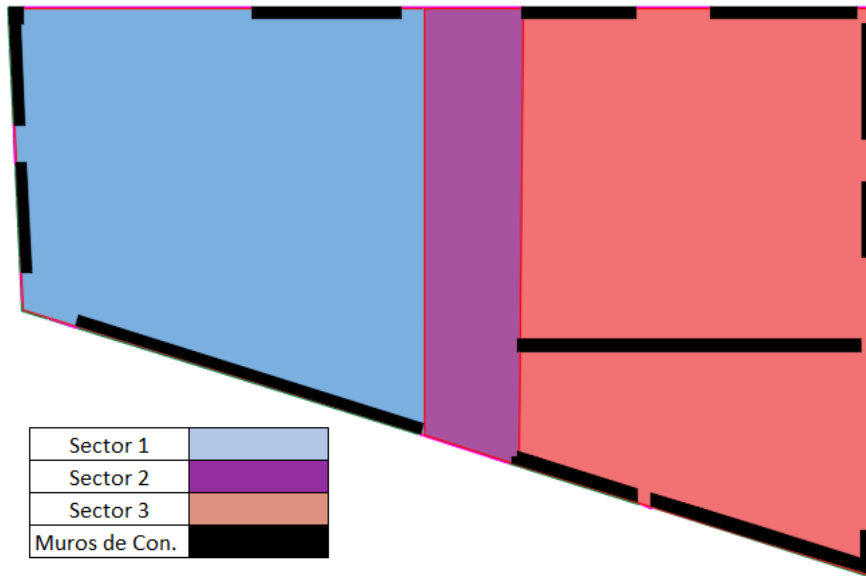
Nota. Fuente Propia

4.3.3.5. Muro de Contención

Se dividió el plano de muro de contención en 3 sectores como se muestra a continuación. Esto lo hacemos con el fin de poder sacar el metrado de concreto, encofrado y acero correspondiente a cada sector y poder entenderlo más fácilmente.

Figura 17

Sectorización de muros de contención en el sótano.



Nota. Fuente Propia.

Metrado de Muro de Contención

Tabla 11

Resumen de metrado de concreto y encofrado de los muros de contención.

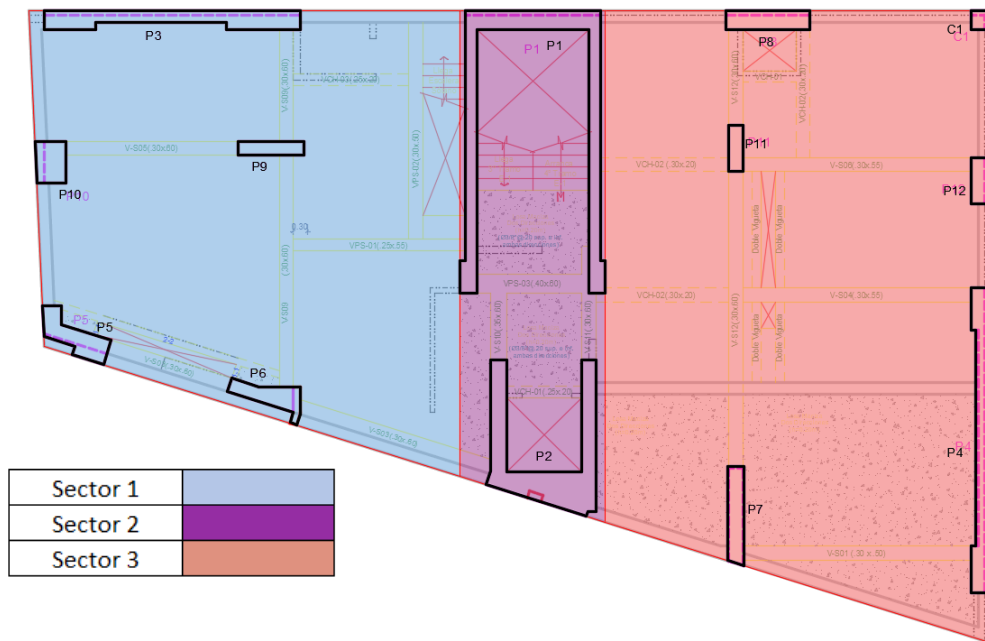
SECTOR/M. Con.	Concreto	Encofrado	Acero
Sector 1	12.075	44.235	1060.65
Sector 2	0	0	0
Sector 3	19.395	88.805	2502.96
TOTAL	31.47	133.04	3563.61

Nota. Fuente Propia.

4.3.4.6. Placas y columnas

Figura 18

Sectorización de placas y columnas en el sótano.



No

ta. Fuente Propia.

Tabla 12

Cantidad de concreto y encofrado de placas según sectores para el sótano.

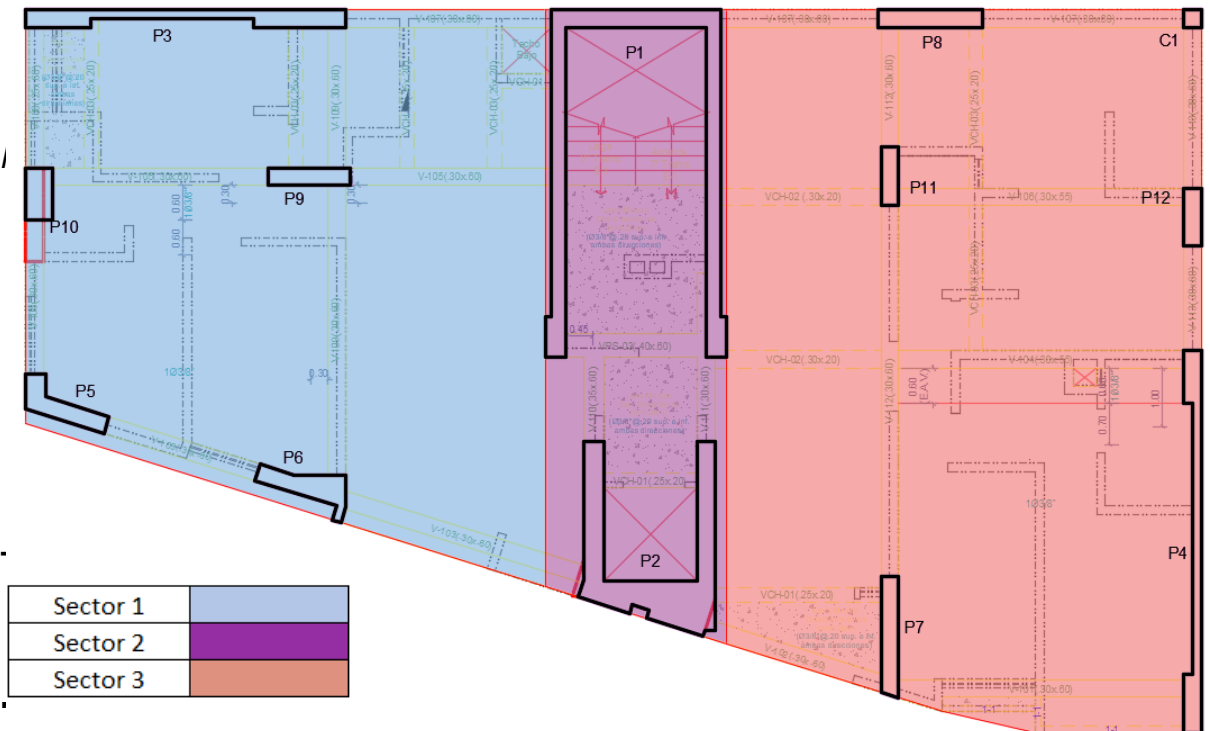
SECTOR	ELEMENTO	CANTIDAD	CONCRETO	ENCOFRADO
Sector 1	P - 3	1	4.32	16.03
	P - 5	1	1.64	5.92
	P - 6	1	1.07	4.75
	P - 9	1	0.88	7.14
	P - 10	1	1.2	4.62
Sector 2	P - 1	1	9.91	64.66
	P - 2	1	7.36	32.35
Sector 3	C - 1	1	0.38	1.95
	P - 4	1	5.25	18.37
	P - 7	1	1.52	9.3
	P - 8	1	1.52	5.04
	P - 11	1	0.63	5.46
	P - 12	1	0.84	3.36
TOTAL			38.35	187.90

Nota. Fuente Propia

Figura 19

Sectorización de placas y columnas en el primer piso.

ota.
Fuente
Propia.



la 13

Cantidad de concreto y encofrado de placas según sectores para el primer piso.

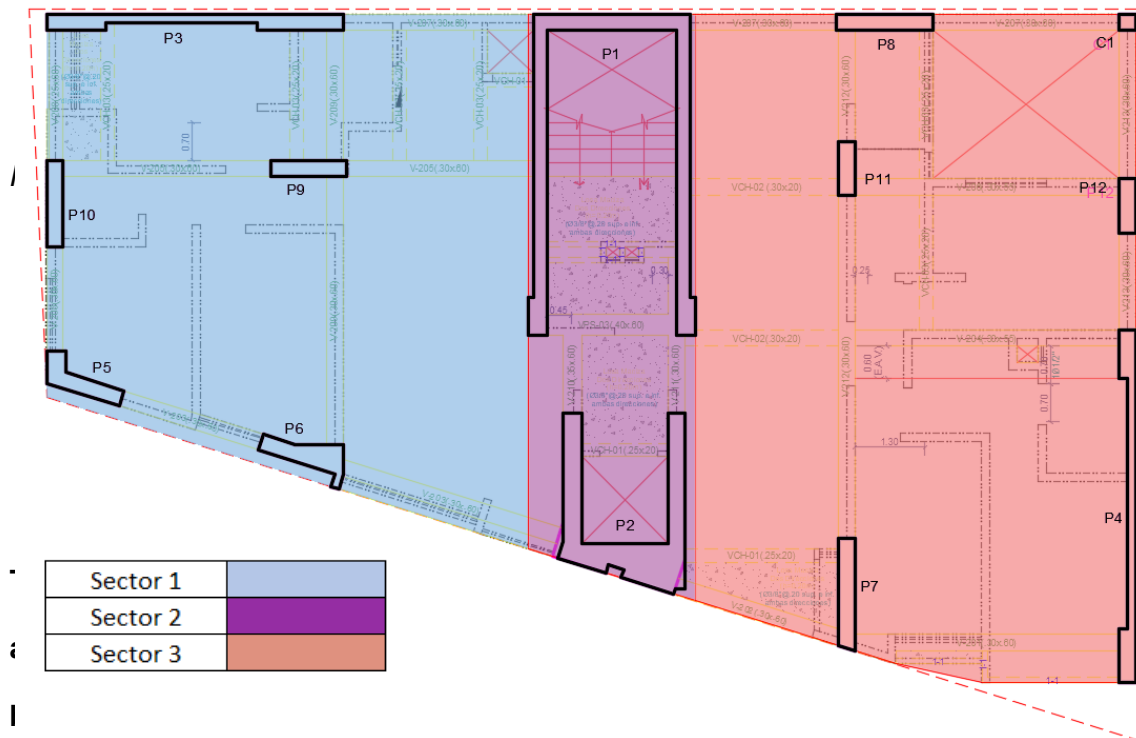
SECTOR	ELEMENTO	CANTIDAD	CONCRETO	ENCOFRADO
Sector 1	P - 3	1	2.98	28.94
	P - 5	1	1.16	9.51
	P - 6	1	1.32	9.47
	P - 9	1	0.88	7.14
	P - 10	1	0.86	7.98
Sector 2	P - 1	1	9.91	64.66
	P - 2	1	7.25	38.53
Sector 3	C - 1	1	0.22	1.46
	P - 4	1	5.51	18.37
	P - 7	1	1.28	9.81
	P - 8	1	1.13	5.04
	P - 11	1	0.63	5.46
	P - 12	1	0.63	3.36
TOTAL			35.45	220.22

Nota. Fuente Propia.

Figura 20

Sectorización de placas y columnas del 2do al 10vo piso.

ota.
Fuent
e
Propi
a.



la 14

Cantidad de concreto y encofrado de placas según sectores para el 2do al 10vo piso.

SECTOR	ELEMENTO	CANTIDAD	CONCRETO	ENCOFRADO
Sector 1	P - 3	1	2.98	28.96
	P - 5	1	1.16	8.76
	P - 6	1	1.34	9.49
	P - 9	1	0.88	7.14
	P - 10	1	0.92	7.98
Sector 2	P - 1	1	9.25	71.74
	P - 2	1	7.37	38.38
Sector 3	C - 1	1	0.19	1.42
	P - 4	1	5.51	34.06
	P - 7	1	1.28	9.81
	P - 8	1	1.13	8.82
	P - 11	1	0.63	5.46
	P - 12	1	0.63	5.46
TOTAL			34.93	249.35

Nota. Fuente Propia.

Tabla 15

Cantidad de concreto y encofrado de placas según sectores para la azotea.

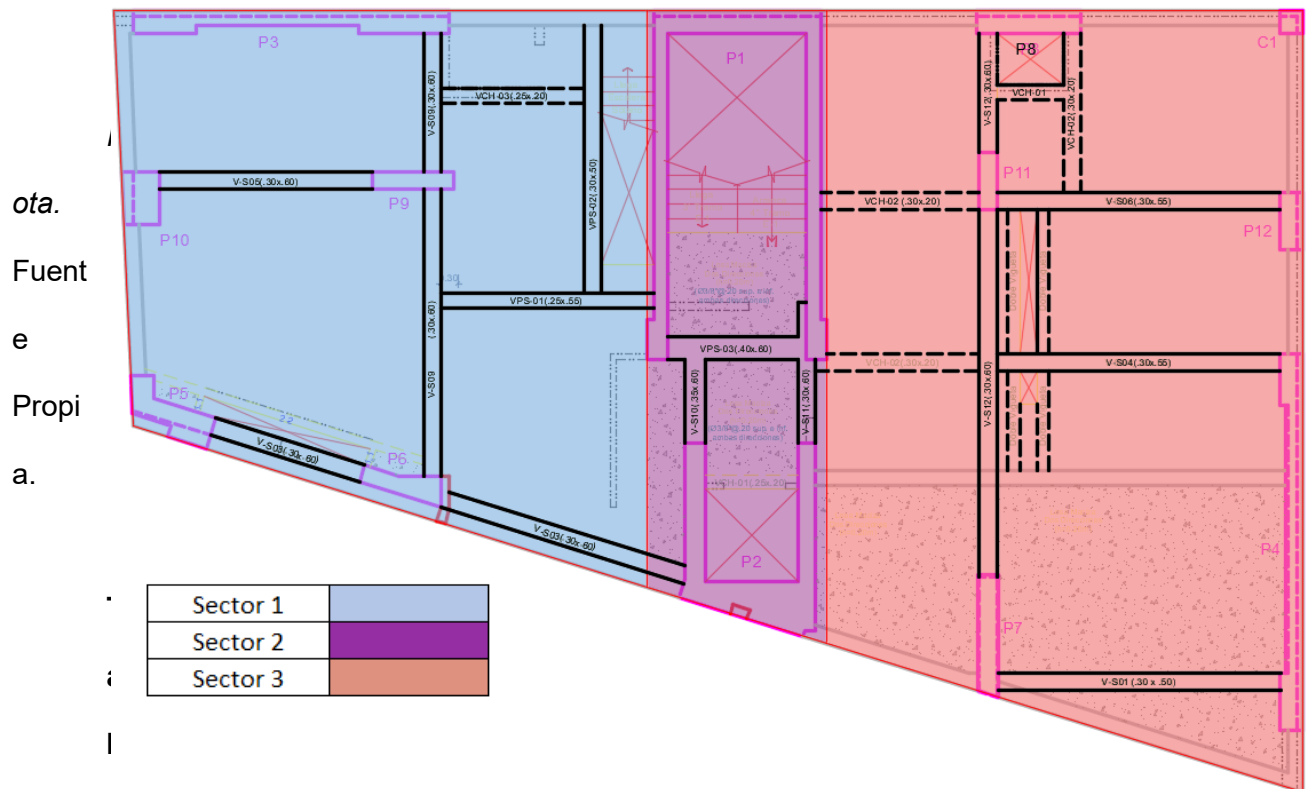
SECTOR	ELEMENTO	CANTIDAD	CONCRETO	ENCOFRADO
Sector 2	P - 1	1	9.35	70.76
	P - 2	1	7.36	38.4
TOTAL			17.55	114.62

Nota. Fuente Propia.

4.3.3.7. Vigas

Figura 21

Sectorización de vigas en el sótano.



la 16

Cantidad de concreto y encofrado de vigas según sectores para el sótano.

SECTOR	CONCRETO(m3)	ENCOFRADO(m2)
Sector 1	10.12	37.71
Sector 2	8.47	28.85
Sector 3	9.37	42.19
Total	27.96	114.19

Nota. Fuente Propia.

Tabla 17

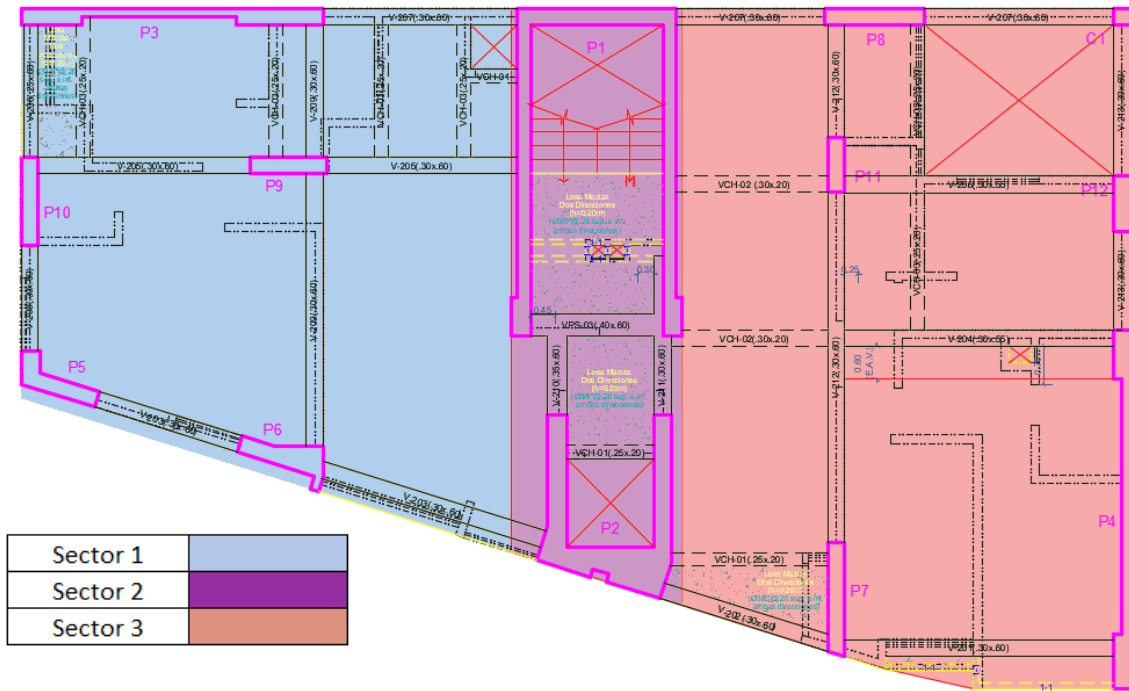
Cantidad de concreto y encofrado de vigas según sectores para el primer piso.

SECTOR	CONCRETO(m3)	ENCOFRADO(m2)
Sector 1	9.73	53.80
Sector 2	7.91	29.02
Sector 3	8.76	41.73
Total	27.72	130.78

Nota. Fuente Propia.

Figura 22

Sectorización de vigas del 2do al 10mo piso.



Nota. Fuente Propia.

Tabla 18

Cantidad de concreto y encofrado de vigas según sectores del 2do al 10mo piso.

SECTOR	CONCRETO(m3)	ENCOFRADO(m2)
Sector 1	8.15	54.77
Sector 2	2.83	29.02
Sector 3	7.67	50.84
Total	19.58	141.36

Nota. Fuente Propia.

Figura 24

Sectorización de losas desde el 2do al 8vo piso.

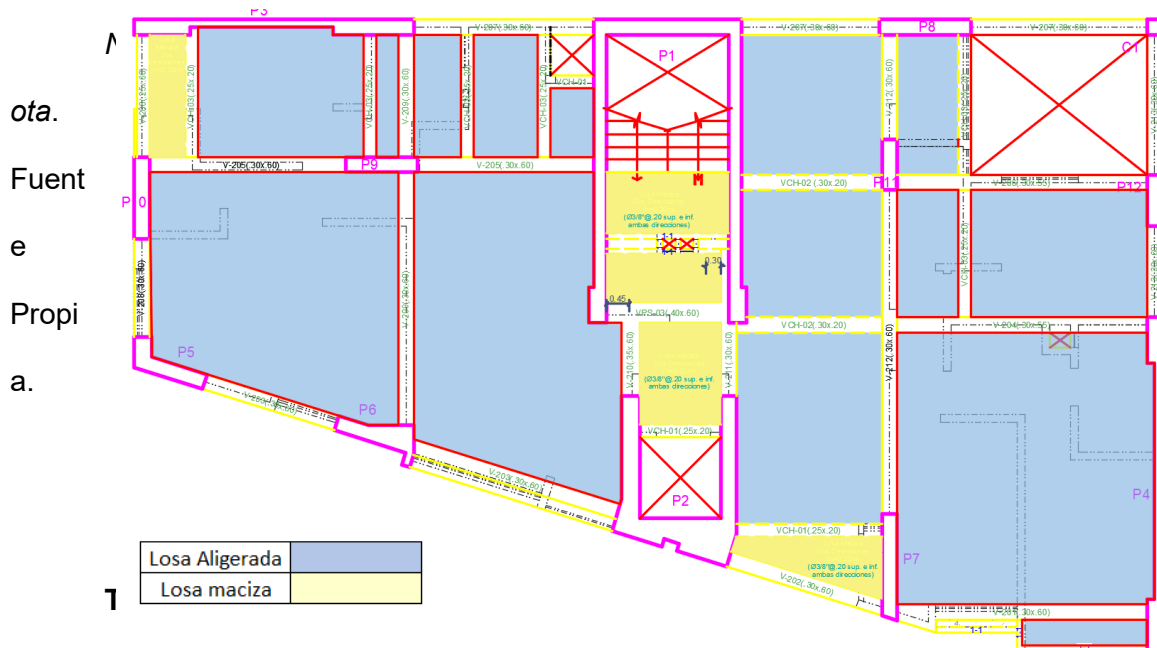


Tabla 20

Metrado de losas macizas y aligeradas para todos los niveles del proyecto.

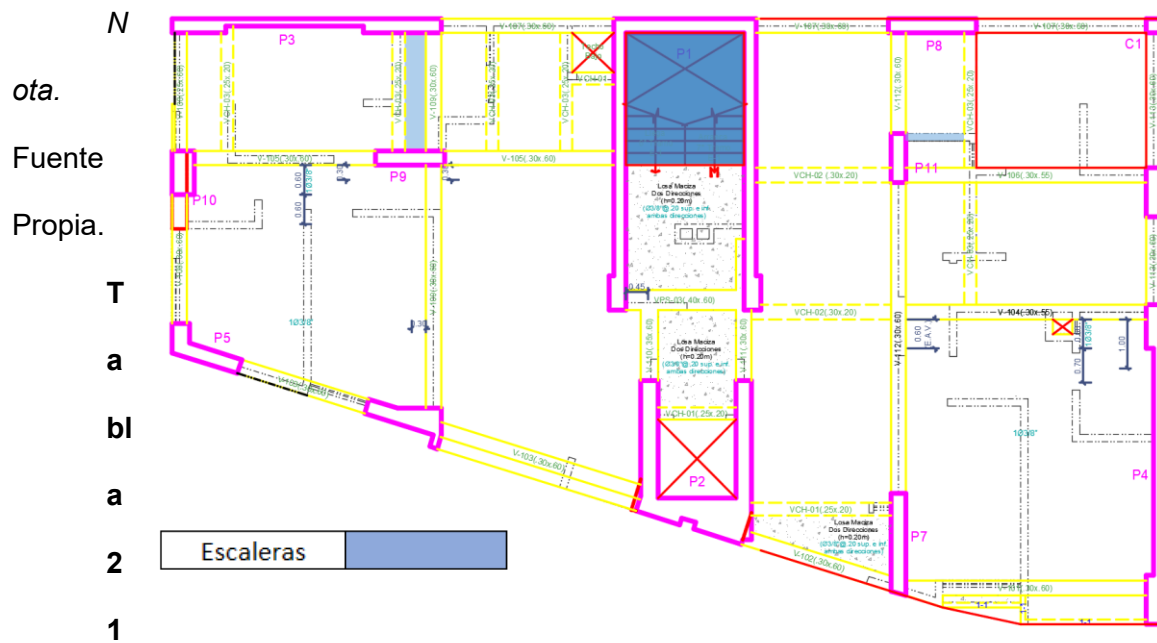
NIVEL	LOSA MACIZA			LOSA ALIGERADA		
	CONCRETO	ENCOFRADO	ACERO	CONCRETO	ENCOFRADO	ACERO
Sótano	7.35	10.72	715.80	11.88	160.27	729.87
PISO 1	2.74	6.45	323.44	10.55	175.31	562.89
PISO 2	2.55	7.25	308.30	12.78	157.31	543.00
PISO 3	2.55	7.25	308.30	12.78	157.31	543.00
PISO 4	2.55	7.25	293.62	12.78	157.31	543.00
PISO 5	2.55	7.25	293.62	12.78	157.31	543.00
PISO 6	2.55	7.25	293.62	12.78	157.31	543.00
PISO 7	2.55	7.25	293.62	12.78	157.31	543.00
PISO 8	2.55	7.25	293.62	12.78	157.31	543.00
PISO 9	2.55	7.25	293.62	12.78	157.31	543.00
PISO 10	2.55	7.25	273.49	12.78	157.31	543.00
AZOTEA	3.62	14.22	416.17	0	0	0
TOTAL	36.66	96.64	4107.22	137.45	1751.37	6179.76

Nota. Fuente Propia.

4.3.3.9. Escaleras

Figura 25

Sectorización de escaleras del sótano al piso 10.



Metrado de escaleras de la azotea al piso 10.

NIVEL	CONCRETO	ENCOFRADO	ACERO
Sótano	4.12	28.78	236.54
PISO 1	4.12	18.94	177.48
PISO 2	3.61	7.25	155.19
PISO 3	3.61	7.25	155.19
PISO 4	3.61	7.25	155.19
PISO 5	3.61	7.25	155.19
PISO 6	3.61	7.25	155.19
PISO 7	3.61	7.25	155.19
PISO 8	3.61	7.25	155.19
PISO 9	3.61	7.25	155.19
PISO 10	3.61	7.25	155.19
TOTAL	40.73	112.97	1810.73

Nota. Fuente Propia.

4.3.4. LookAhead Mensuales (Planes intermedios)

En lo que respecta al segundo objetivo de nuestra investigación, teníamos que identificar las actividades que se iban a desarrollar mensualmente en la partida de

estructuras durante la construcción del edificio y su plazo. En total se realizaron 7 Lookahead proyectados que comprenden desde el mes de enero hasta el mes de agosto.

Estos LookAhead son importantes puesto que nos va a permitir tener los plazos en los que debemos acabar cada actividad perteneciente a la partida de estructuras. En estos LookAhead se detallarán las actividades que seguiremos para ir completando la estructura de cada piso y también tendremos la fecha en la que se acaban las actividades. Sin embargo, lo que buscaremos con el Last Planner System, es reducir estos plazos proyectados, de esta manera reduciendo costos y aumentando la optimización de recursos, así como la efectividad.

En los Lookahead que se mostrarán se puede encontrar datos como el nombre de la actividad que se va a realizar, la fecha de inicio y fin prevista para cada actividad, la duración en días y un calendario de los días del mes en donde se resalta en color las fechas en las que va a durar cada actividad.

En la Figura 26, se observa las actividades realizadas durante el mes de enero y febrero. Aquí se muestra el inicio de la obra, desarrollándose obras preliminares, movimiento de tierras y las primeras actividades relacionadas a la estructura del proyecto. En cuanto al mes de enero se observa que la primera actividad realizada fue la demolición que se realizó el lunes 09 de enero y la última actividad fue el desarrollo de calzaduras el 30 de enero. En cuanto al mes de febrero, la primera actividad es el trazo y replanteo de las vigas de cimentación el jueves 02 de febrero y la última actividad fue el encofrado de muros de contención, placas, columnas y escaleras que se realizó el 28 de febrero. Entre las principales actividades que se desarrollaron en esta tabla encontramos:

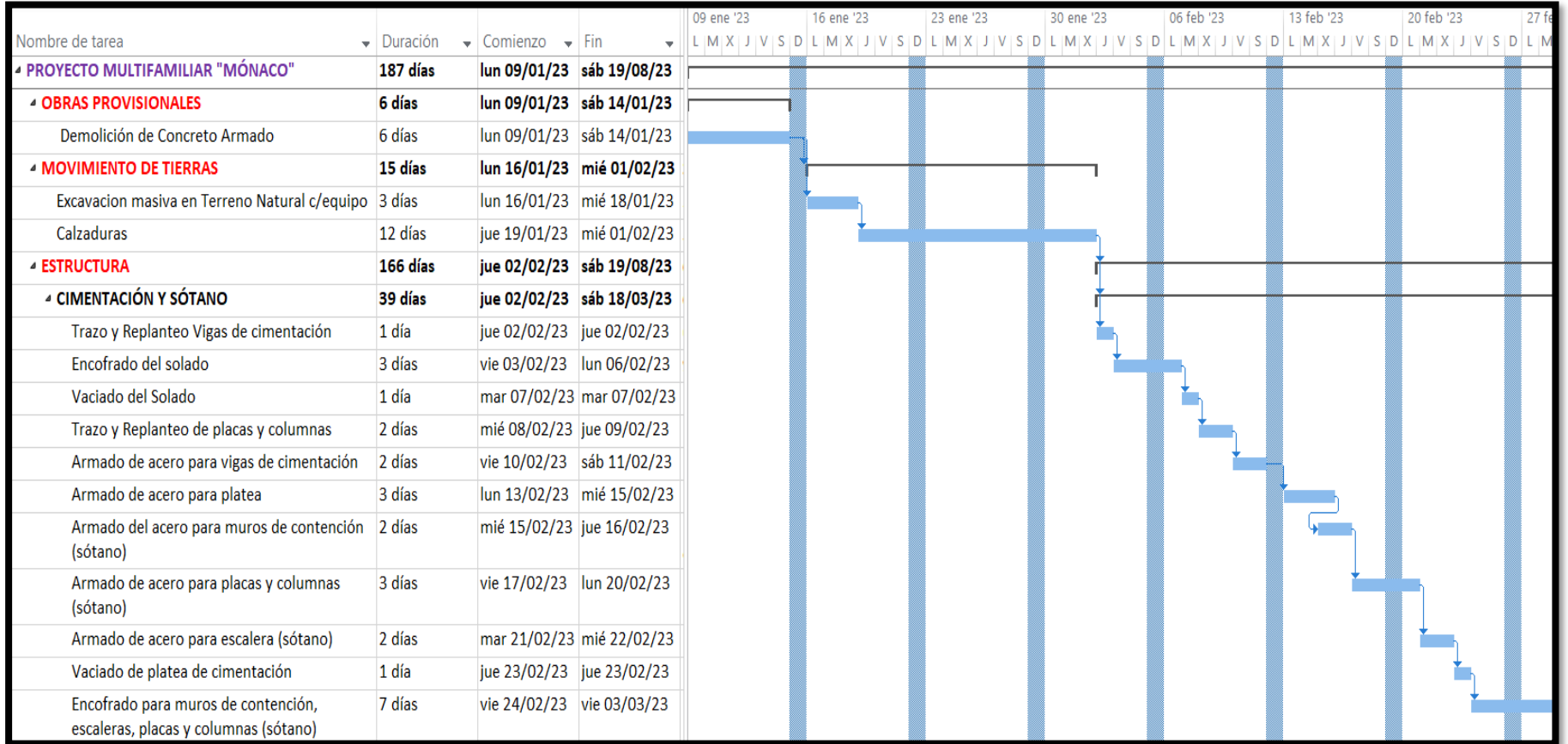
- Calzaduras (12 días)
- Trazo y replanteo de vigas de cimentación (1 día – 02 de febrero)
- Vaciado del solado (1 día – 07 de febrero)

- Trazo y replanteo de placas y columnas (2 días – 08 y 09 de febrero)
- Vaciado de platea de cimentación (1 día – 23 de febrero)
- Encofrado de muros de contención, placas, columnas y escaleras (7 días)

El primer LookAhead contiene información desde el 09 de enero hasta 28 que es el último día del mes de febrero.

Figura 26

LookAhead correspondiente al mes de enero y febrero del Edificio Multifamiliar Mónaco.



Nota. Fuente Propia.

En la Figura 27, podemos apreciar el LookAhead correspondiente al mes de marzo. Aquí se observa que la primera actividad realizada fue el encofrado de muros de contención, escaleras, placas y columnas, que se realizó desde el miércoles 1 de marzo hasta el 3 de marzo y la última actividad fue el armado de acero para la losa del primer piso que se realizó viernes 31 de marzo. Entre las principales actividades que se desarrollaron en esta figura encontramos:

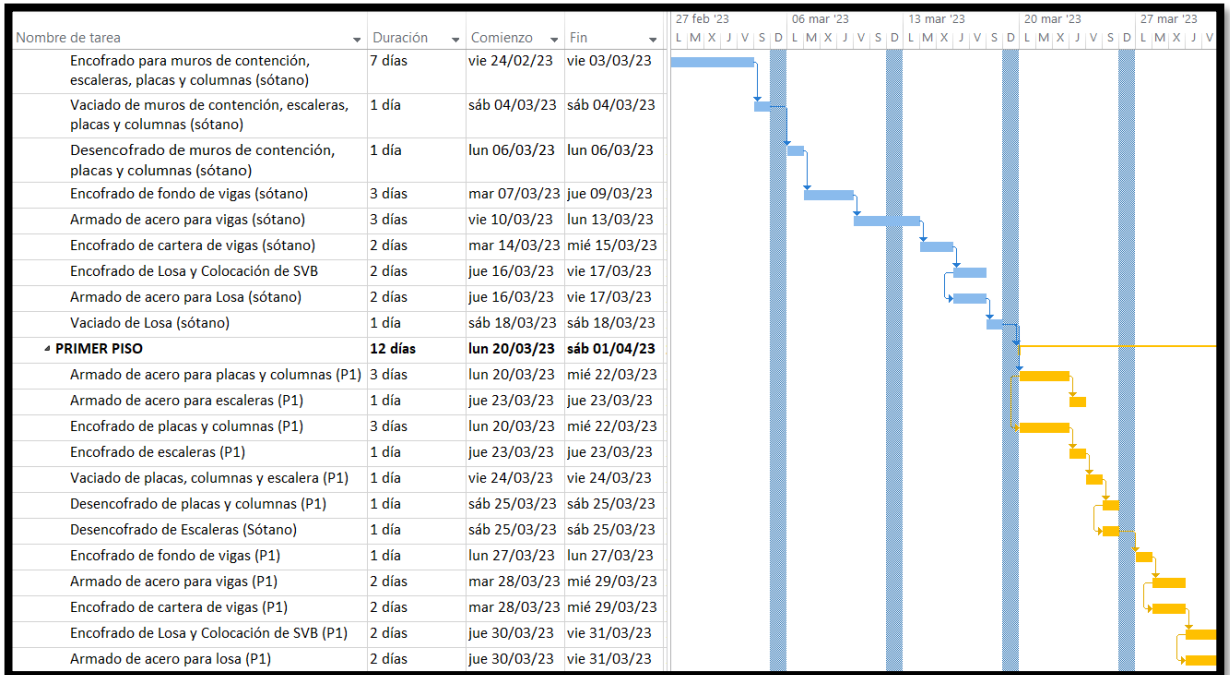
- Encofrado de muros de contención, escaleras, placas y columnas (01 al 03 de marzo)
- Vaciado de muros de contención, escaleras, placas y columnas (04 de marzo)
- Vaciado de losa del sótano (18 de marzo)
- Vaciado de placas, columnas y escaleras del piso 1 (24 de abril)
- Armado del acero para losa piso 1 (30 y 31 de marzo)

En la Figura 28 podemos apreciar el LookAhead correspondiente al mes de abril. Aquí se observa que la primera actividad realizada fue el vaciado de losa del piso 1 que se realizó el sábado 1 de abril y la última actividad fue el encofrado de cartera de vigas del piso 3 que se realizó el día 29 de abril. En este mes no se trabajaron los días 6 y 7 de abril al ser feriado calendario por la celebración de la Semana Santa. Entre las principales actividades que se desarrollaron en esta figura encontramos:

- Vaciado de losa piso 1 (01 de abril)
- Encofrado de placas, columnas y escaleras del piso 2 (03 al 08 de abril)
- Vaciado de placas, columnas y escaleras del piso 2 (10 de abril)
- Encofrado de losa y colocación de SVB (15 al 17 de abril)
- Vaciado de losa piso 2 (18 de abril)
- Vaciado de placas, columnas y escaleras del piso 3 (25 de abril)

Figura 27

L



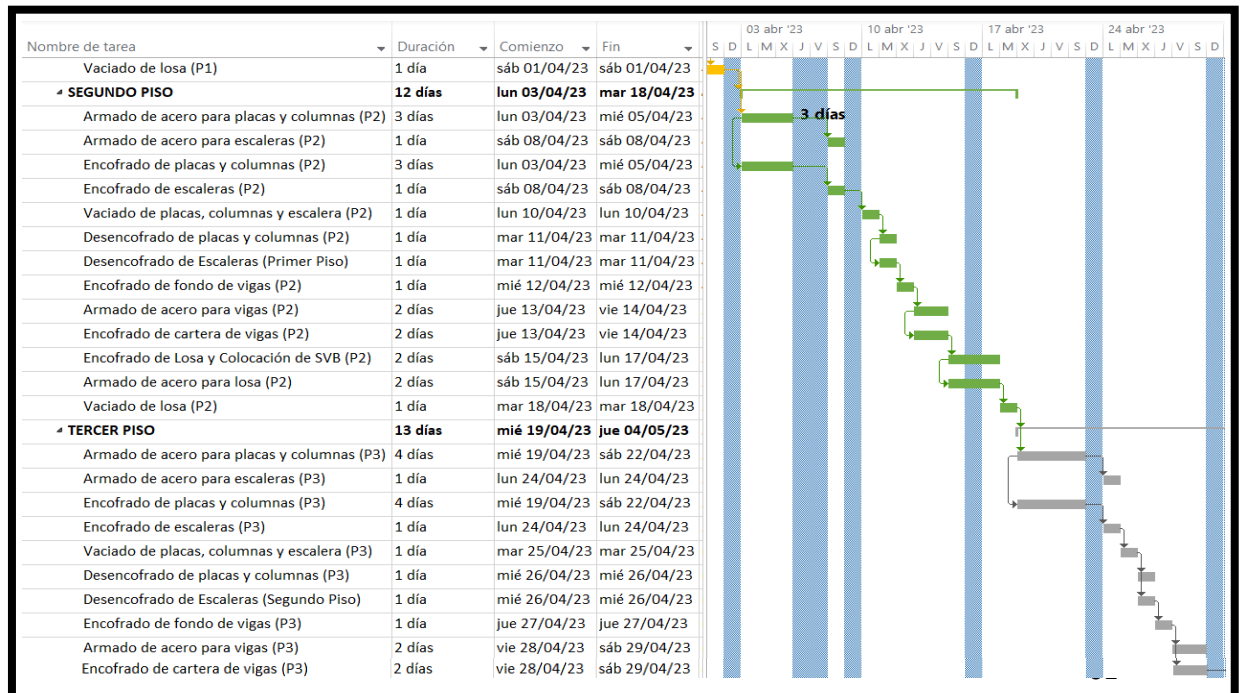
O

respondiente al mes de marzo del Edificio Multifamiliar Mónaco.

Nota. Fuente Propia.

Figura 28

LookAhead correspondiente al mes de Abril del Edificio Multifamiliar Mónaco.



Nota.

Fuente

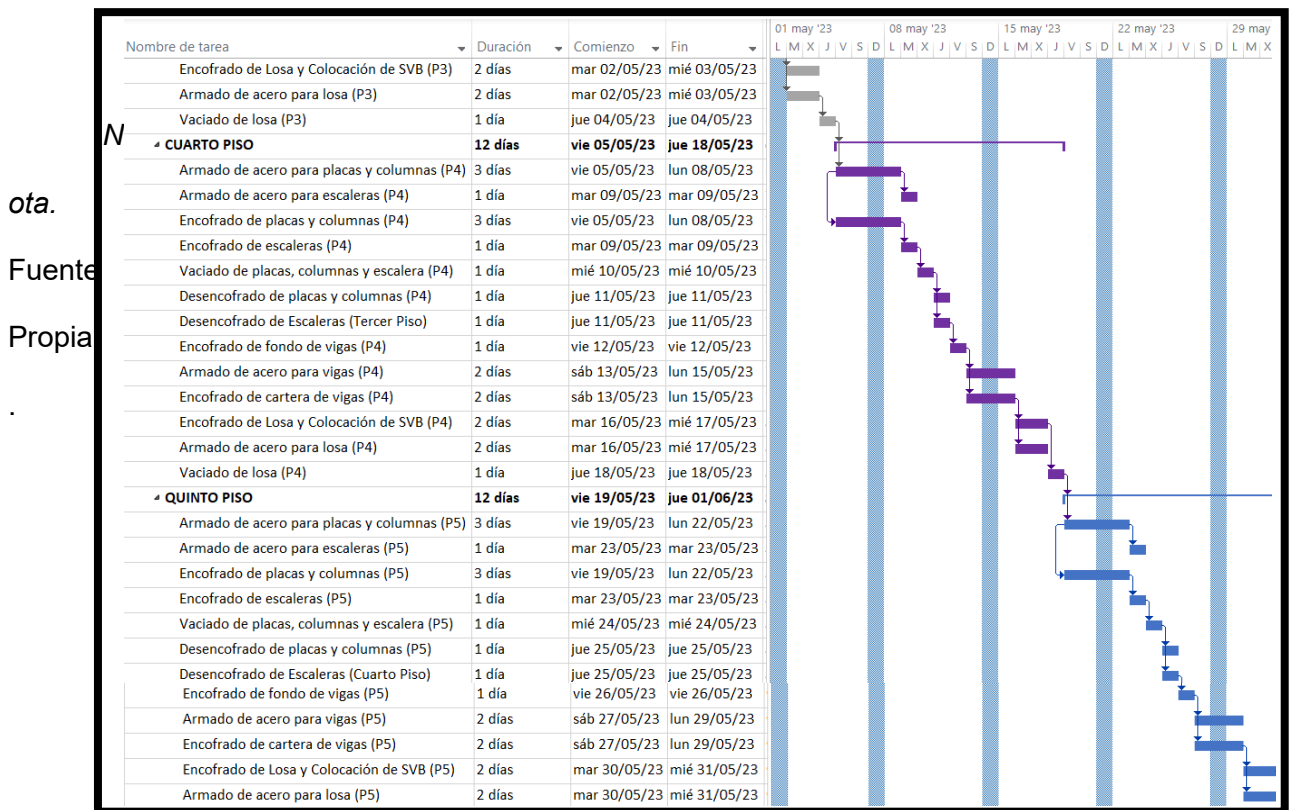
Propia.

En la Figura 29 podemos apreciar el LookAhead correspondiente al mes de mayo. Aquí se observa que la primera actividad realizada fue el encofrado de losa y colocación del SVB del piso 3 que se realizó el martes 2 de mayo y la última actividad fue el armado de acero de losa del 5to piso que se realizó el día 31 de mayo. Entre las principales actividades que se desarrollaron en esta figura encontramos:

- Vaciado de losa piso 3 (04 de mayo)
- Encofrado de placas, columnas y escaleras del piso 4 (05 al 09 de mayo)
- Vaciado de placas, columnas y escaleras del piso 4 (10 de mayo)
- Encofrado de losa y colocación de SVB del piso 4 (16 al 17 de mayo)
- Vaciado de losa del piso 4 (18 de mayo)
- Encofrado de placas, columnas y escaleras del piso 5 (19 al 23 de mayo)
- Vaciado de placas, columnas y escaleras del piso 5 (24 de mayo)

Figura 29

LookAhead correspondiente al mes de Mayo del Edificio Multifamiliar Mónaco.

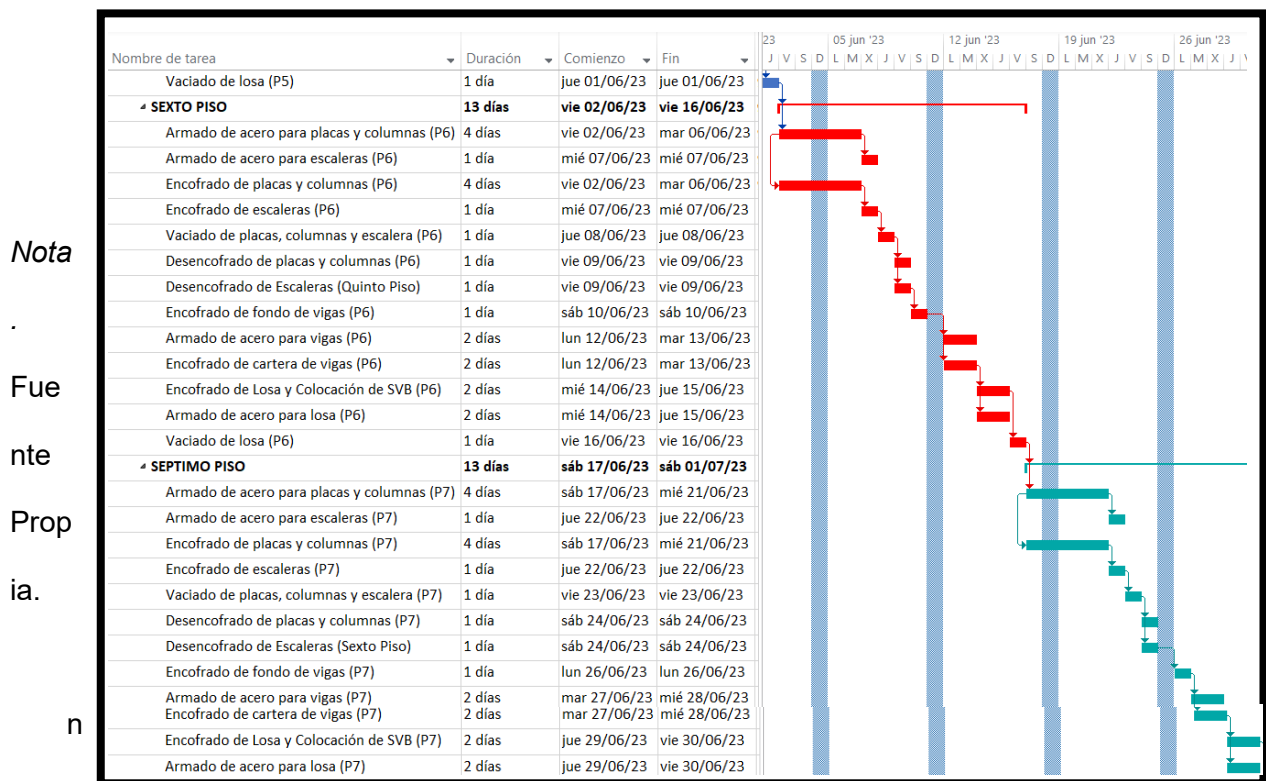


En la Figura 30 podemos apreciar el LookAhead correspondiente al mes de junio. Aquí se observa que la primera actividad realizada fue el vaciado de losa del piso 5 que se realizó el jueves 01 de junio y la última actividad fue el acero de losa del 7mo piso que se realizó el día 30 de junio. Entre las principales actividades que se desarrollaron en esta figura encontramos:

- Vaciado de losa piso 5 (01 de junio)
- Encofrado de placas, columnas y escaleras del piso 6 (02 al 07 de junio)
- Vaciado de placas, columnas y escaleras del piso 6 (08 de junio)
- Encofrado de losa y colocación de SVB del piso 6 (14 al 15 de junio)
- Vaciado de losa del piso 6 (16 de junio)
- Encofrado de placas, columnas y escaleras del piso 7 (17 al 22 de junio)
- Vaciado de placas, columnas y escaleras del piso 7 (23 de junio)

Figura 30

LookAhead correspondiente al mes de Junio del Edificio Multifamiliar Mónaco.



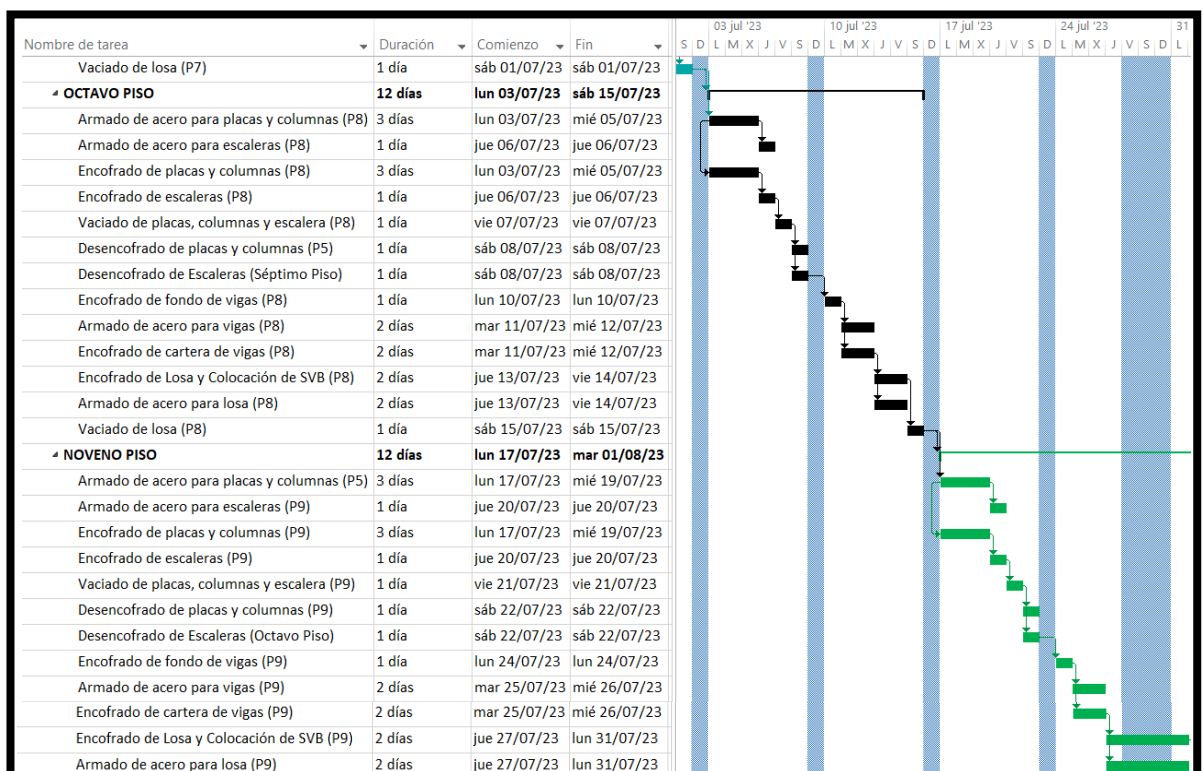
la Figura 31 podemos apreciar el LookAhead correspondiente al mes de julio. Aquí se

observa que la primera actividad realizada fue vaciado de losa del piso 7 que se realizó el sábado 01 de julio y la última actividad fue el acero de losa del 9no piso que se realizó el día 31 de julio. Entre las principales actividades que se desarrollaron en esta figura encontramos:

- Vaciado de losa piso 7 (01 de julio)
- Encofrado de placas, columnas y escaleras del piso 8 (03 al 06 de julio)
- Vaciado de placas, columnas y escaleras del piso 8 (07 de julio)
- Encofrado de losa y colocación de SVB del piso 8 (13 al 14 de julio)
- Vaciado de losa del piso 8 (15 de julio)
- Encofrado de placas, columnas y escaleras del piso 9 (17 al 20 de julio)
- Vaciado de placas, columnas y escaleras del piso 9 (21 de julio)

Figura 31

LookAhead correspondiente al mes de Julio del Edificio Multifamiliar Mónaco.



Nota. Fuente Propia.

Las actividades programadas serán repartidas en los días y sectores correspondientes, teniendo a una secuencia de obra como se muestra en la tabla 22.

Tabla 22

Tren de actividades de las partidas de estructuras.

Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Acero para Vigas de Cimentación	S1	S2	S3											
Encofrado de Vigas de cimentación		S1	S2	S3										
Vaciado de Vigas de cimentación			S1	S2	S3									
Acero para Placas y Escaleras				S1	S2	S3								
Encofrado de Placas y Escaleras					S1	S2	S3							
Vaciado de Placas y Escaleras						S1	S2	S3						
Encofrado de vigas							S1	S2	S3					
Acero para vigas								S1	S2	S3				
Vaciado de vigas									S1	S2	S3			
Encofrado de losa										S1	S2	S3		
Acero para Losa											S1	S2	S3	
Vaciado de Losa												S1	S2	S3

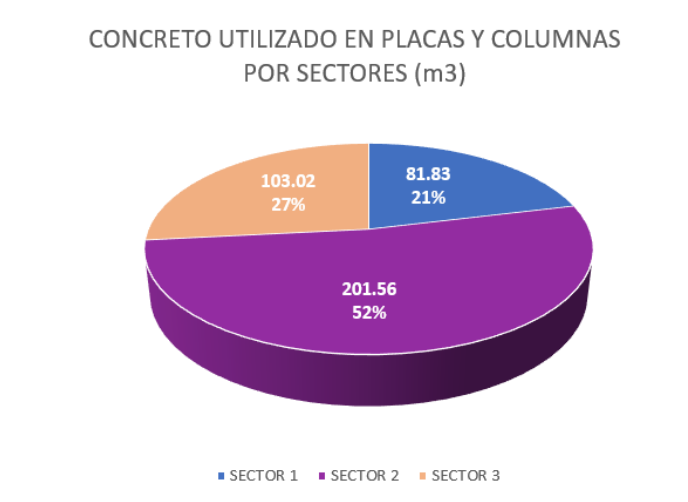
Sector 1	
Sector 2	
Sector 3	

4.3.5. Cantidad de concreto y encofrado por Sectores

a). Placas y columnas

Figura 33

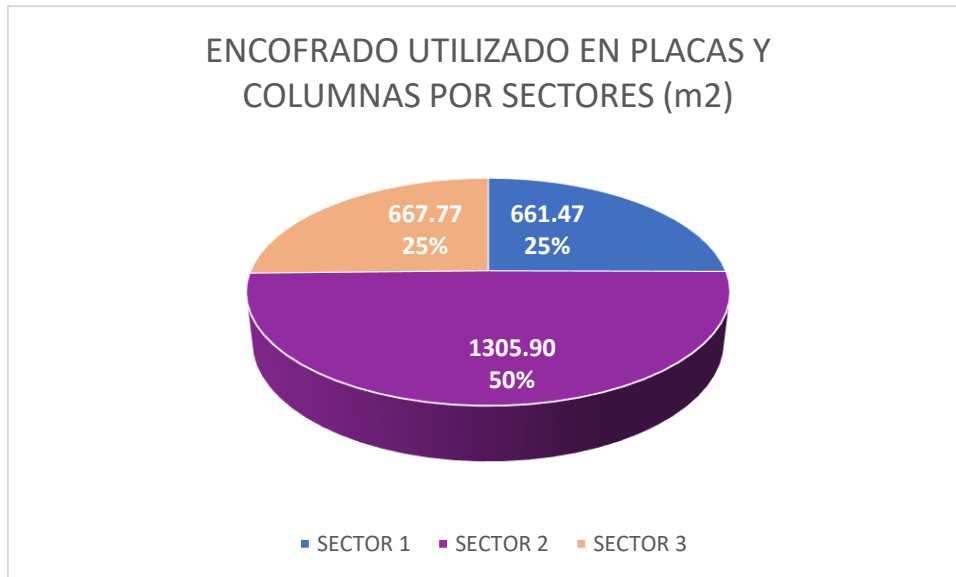
Cantidad de concreto utilizado en placas y columnas por sectores.



Nota. Fuente Propia.

Figura 34

Cantidad de encofrado utilizado en placas y columnas por sectores.

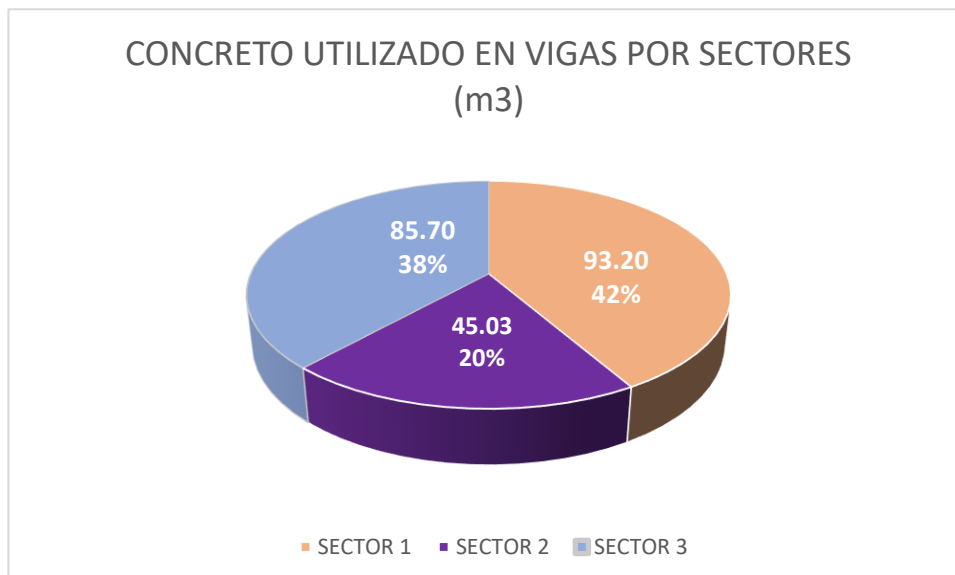


Nota. Fuente Propia.

b). Vigas

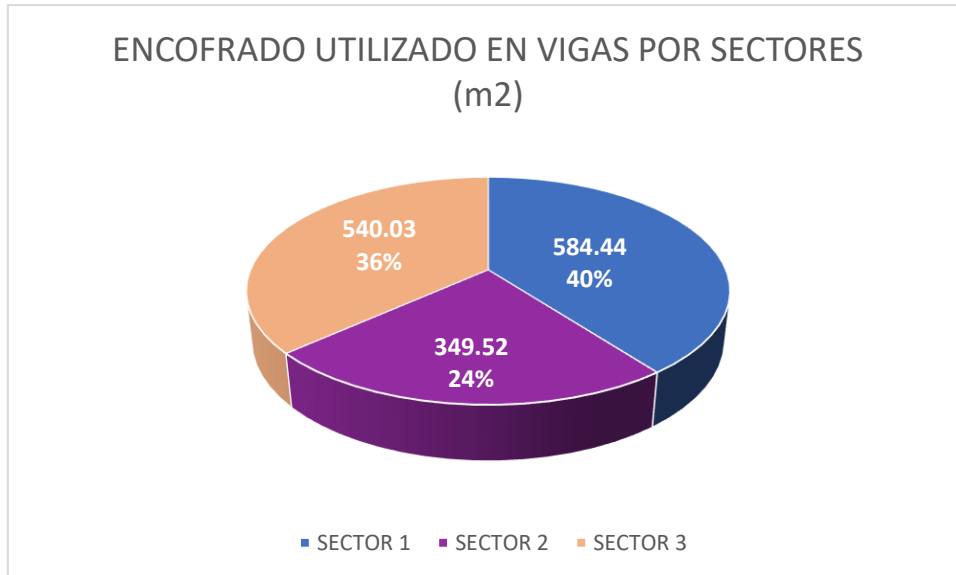
Figura 35

Cantidad de concreto utilizado en vigas por sectores.



Nota. Fuente Propia.

Figura 36



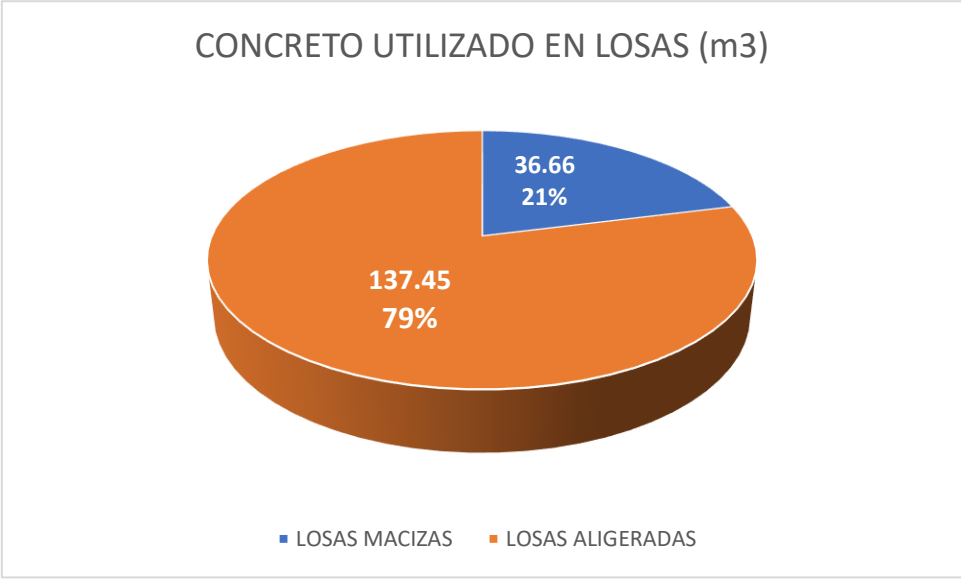
Cantidad de encofrado utilizado en vigas por sectores.

Nota. Fuente Propia.

c). Losas

Figura 37

Cantidad de concreto utilizado en losas.



Nota. Fuente Propia.

4.3.6. Análisis de Precios Unitarios (APUS)

Los precios unitarios nos ayudaran para conocer la valoración de los materiales, la mano de obra, equipos, etc. Para nuestro estudio, tendremos en cuenta las 4 partidas estructurales más importantes que son: viga de cimentación, placas, vigas y losas. En las siguientes tablas se mostrarán los APUS para concreto, encofrado y acero.

APUS para concreto y encofrado de elementos estructurales

Tabla 23

APU – Concreto de viga de cimentación.

Partida	3.01	CONCRETO F'c= 280 KG/CM2 (CEMENTO TIPO I) - VIGA DE CIMENTACIÓN				
Rendimiento	m3/DIA	14.0000	EQ. 14.0000	Costo unitario directo por: m3		469.72
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0571	18.46	1.05
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.5714	15.36	8.78
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.5714	12.20	6.97
0147010004	PEON	hh	5.0000	2.8571	9.85	28.14
						44.95
Materiales						
0204000007	ARENA GRUESA	m3		0.4100	50.30	20.62
0205000033	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3		0.6100	76.27	46.52
0221000000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		13.3400	26.00	346.84
0230290001	AGUA (INCLUYE TRANSPORTE)	m3		0.2140	15.36	3.29
						417.27
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	44.95	1.35
0349000003	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	hm	1.0000	0.5714	6.63	3.79
0349100010	MEZCLADORA DE CONCRETO 11p3 (23HP)	hm	1.0000	0.5714	13.13	7.50
						12.64

Nota. Fuente Propia.

Tabla 24

APU – Encofrado de viga de cimentación.

Partida	3.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO - VIGAS DE CIMENTACIÓN				
Rendimiento	m2/DIA	12.0000	EQ. 12.0000	Costo unitario directo por: m2		36.17
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
147010001.00	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0667	18.46	1.23
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.6667	15.36	10.24
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.6667	12.20	8.13
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.6667	9.85	6.57
						26.17
Materiales						
0202000008	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	kg		0.1000	2.53	0.25
0202100090	CLAVOS CON CABEZA PROMEDIO	kg		0.1000	3.54	0.35
0243010003	MADERA TORNILLO	p2		2.1000	4.10	8.61
						9.22
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	26.17	0.79
						0.79

Nota. Fuente Propia.

Tabla 25

APU – Concreto de placas y columnas.

Partida	3.10	CONCRETO F'C = 280 KG/CM2 (CEMENTO TIPO I) - PLACAS Y COLUMNAS				
Rendimiento	m3/DIA	14.0000	EQ. 14.0000	Costo unitario directo por: m3	469.72	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0571	18.46	1.05
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.5714	15.36	8.78
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.5714	12.20	6.97
0147010004	PEON	hh	5.0000	2.8571	9.85	28.14
						44.95
Materiales						
0204000007	ARENA GRUESA	m3		0.4100	50.30	20.62
0205000033	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3		0.6100	76.27	46.52
0221000000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		13.3400	26.00	346.84
0230290001	AGUA (INCLUYE TRANSPORTE)	m3		0.2140	15.36	3.29
						417.27
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	44.95	1.35
0349000003	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	hm	1.0000	0.5714	6.63	3.79
0349100010	MEZCLADORA DE CONCRETO 11p3 (23HP)	hm	1.0000	0.5714	13.13	7.50
						12.64

N

ota. Fuente Propia.

Tabla 26

APU – Encofrado de placas y columnas.

Partida	3.11	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL - PLACAS Y COLUMNAS				
Rendimiento	m2/DIA	12.0000	EQ. 12.0000	Costo unitario directo por: m2	36.17	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0667	18.46	1.23
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.6667	15.36	10.24
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.6667	12.20	8.13
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.6667	9.85	6.57
						26.17
Materiales						
0202000008	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	kg		0.1000	2.53	0.25
0202100090	CLAVOS CON CABEZA PROMEDIO	kg		0.1000	3.54	0.35
0243010003	MADERA TORNILLO	p2		2.1000	4.10	8.61
						9.22
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	26.17	0.79
						0.79

Nota. Fuente Propia.

Tabla 27

APU – Concreto de vigas.

Partida	3.13	CONCRETO F'C = 280 KG/CM2 (CEMENTO TIPO I) - VIGAS					
Rendimiento	m3/DIA	14.0000	EQ. 14.0000	Costo unitario directo por: m3	469.72		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0571	18.46	1.05	
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.5714	15.36	8.78	
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.5714	12.20	6.97	
0147010004	PEON	hh	5.0000	2.8571	9.85	28.14	
						44.95	
Materiales							
0204000007	ARENA GRUESA	m3		0.4100	50.30	20.62	
0205000033	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3		0.6100	76.27	46.52	
0221000000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		13.3400	26.00	346.84	
0230290001	AGUA (INCLUYE TRANSPORTE)	m3		0.2140	15.36	3.29	
						417.27	
Equipos							
N	0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	44.95	1.35
	0349000003	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	hm	1.0000	0.5714	6.63	3.79
O	0349100010	MEZCLADORA DE CONCRETO 11p3 (23HP)	hm	1.0000	0.5714	13.13	7.50
						12.64	

ta. Fuente Propia.

Tabla 28

APU – Encofrado de vigas.

Partida	3.14	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL - VIGAS					
Rendimiento	m2/DIA	12.0000	EQ. 12.0000	Costo unitario directo por: m2	36.17		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0667	18.46	1.23	
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.6667	15.36	10.24	
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.6667	12.20	8.13	
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.6667	9.85	6.57	
						26.17	
Materiales							
0202000008	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	kg		0.1000	2.53	0.25	
0202100090	CLAVOS CON CABEZA PROMEDIO	kg		0.1000	3.54	0.35	
0243010003	MADERA TORNILLO	p2		2.1000	4.10	8.61	
						9.22	
Equipos							
	0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	26.17	0.79
						0.79	

Nota. Fuente Propia.

Tabla 29

APU – Concreto de losas macizas.

Partida	3.16	CONCRETO F'C = 280 KG/CM2 (CEMENTO TIPO I) - LOSAS MACIZAS				
Rendimiento	m3/DIA	14.0000	EQ. 14.0000	Costo unitario directo por: m3	469.72	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0571	18.46	1.05
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.5714	15.36	8.78
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.5714	12.20	6.97
0147010004	PEON	hh	5.0000	2.8571	9.85	28.14
						44.95
Materiales						
0204000007	ARENA GRUESA	m3		0.4100	50.30	20.62
0205000033	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3		0.6100	76.27	46.52
0221000000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		13.3400	26.00	346.84
0230290001	AGUA (INCLUYE TRANSPORTE)	m3		0.2140	15.36	3.29
						417.27
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	44.95	1.35
N 0349000003	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	hm	1.0000	0.5714	6.63	3.79
0349100010	MEZCLADORA DE CONCRETO 11p3 (23HP)	hm	1.0000	0.5714	13.13	7.50
						12.64

ta. Fuente Propia.

Tabla 30

APU – Encofrado de losas macizas.

Partida	3.17	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL - LOSAS MACIZAS					
Rendimiento	m2/DIA	12.0000	EQ. 12.0000	Costo unitario directo por: m2	36.17		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
oía.	0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0667	18.46	1.23
Fuen	0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.6667	15.36	10.24
	0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.6667	12.20	8.13
te	0147010004	PEON	hh	1.0000	0.6667	9.85	6.57
						26.17	
Materiales							
Prop	0202000008	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	kg	0.1000	2.53	0.25	
	0202100090	CLAVOS CON CABEZA PROMEDIO	kg	0.1000	3.54	0.35	
ia.	0243010003	MADERA TORNILLO	p2	2.1000	4.10	8.61	
						9.22	
Equipos							
	0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO	3.0000	26.17	0.79	
						0.79	

bla 31**APU – Concreto de losas aligeradas.**

Partida	3.19	CONCRETO F'C = 280 KG/CM2 (CEMENTO TIPO I) - LOSAS ALIGERADAS				
Rendimiento	m3/DIA	14.0000	EQ. 14.0000	Costo unitario directo por: m3	469.72	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0571	18.46	1.05
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.5714	15.36	8.78
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.5714	12.20	6.97
0147010004	PEON	hh	5.0000	2.8571	9.85	28.14
						44.95
Materiales						
0204000007	ARENA GRUESA	m3		0.4100	50.30	20.62
0205000033	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3		0.6100	76.27	46.52
0221000000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		13.3400	26.00	346.84
0230290001	AGUA (INCLUYE TRANSPORTE)	m3		0.2140	15.36	3.29
						417.27
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	44.95	1.35
N 0349000003	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	hm	1.0000	0.5714	6.63	3.79
O 0349100010	MEZCLADORA DE CONCRETO 11p3 (23HP)	hm	1.0000	0.5714	13.13	7.50
						12.64

ta. Fuente Propia.

Tabla 32**APU – Encofrado de losas aligeradas.**

Partida	3.20	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL - LOSAS ALIGERADAS				
Rendimiento	m2/DIA	12.0000	EQ. 12.0000	Costo unitario directo por: m2	36.17	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
ota. 0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0667	18.46	1.23
Fue 0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.6667	15.36	10.24
nte 0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.6667	12.20	8.13
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.6667	9.85	6.57
						26.17
Materiales						
Prop 0202000008	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	kg		0.1000	2.53	0.25
0202100090	CLAVOS CON CABEZA PROMEDIO	kg		0.1000	3.54	0.35
ia. 0243010003	MADERA TORNILLO	p2		2.1000	4.10	8.61
						9.22
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	26.17	0.79
						0.79

APUS para acero de elementos estructurales

Tabla 33

APU – Acero para vigas de cimentación.

Partida	3.03	ACERO DE REFUERZO fy= 4200Kg/cm2 - VIGAS DE CIMENTACIÓN				
Rendimiento	kg/DIA	200.0000	EQ. 200.0000	Costo unitario directo por: kg		5.17
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0040	18.46	0.07
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0400	15.36	0.61
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0400	12.20	0.49
						1.18
Materiales						
0202000007	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16	kg		0.0500	2.53	0.13
0203030000	ACERO CORRUGADO FY=4,200 Kg/cm2 GRADO 60	kg		1.0500	3.65	3.83
						3.96
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.18	0.04
						0.04

N

ota. Fuente Propia.

Tabla 34

APU – Acero para placas y columnas.

Partida	3.12	ACERO DE REFUERZO FY = 4200 KG/CM2 - PLACAS Y COLUMNAS				
Rendimiento	kg/DIA	200.0000	EQ. 200.0000	Costo unitario directo por: kg		5.17
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0040	18.46	0.07
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0400	15.36	0.61
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0400	12.20	0.49
						1.18
Materiales						
0202000007	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16	kg		0.0500	2.53	0.13
0203030000	ACERO CORRUGADO FY=4,200 Kg/cm2 GRADO 60	kg		1.0500	3.65	3.83
						3.96
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.18	0.04
						0.04

ota.
Fue
nte
Prop
ia.

la 35*APU – Acero para vigas.**Nota. Fuente Propia.***Tabla 36***APU – Acero para losas macizas.*

Partida	3.18	ACERO DE REFUERZO FY = 4200 KG/CM2 - LOSAS MACIZAS					
Rendimiento	kg/DIA	200.0000	EQ. 200.0000	Costo unitario directo por: kg		5.17	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
<i>ota.</i>	0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0040	18.46	0.07
	0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0400	15.36	0.61
<i>Fuen</i>	0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0400	12.20	0.49
							1.18
<i>te</i>	Materiales						
	0202000007	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16	kg		0.0500	2.53	0.13
<i>Propi</i>	0203030000	ACERO CORRUGADO FY=4,200 Kg/cm2 GRADO 60	kg		1.0500	3.65	3.83
							3.96
<i>a.</i>	Equipos						
	0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.18	0.04
							0.04

4.3.7. Weekly Plan (Planes semanales)

En lo que respecta al tercer objetivo de nuestra investigación, tenemos que identificar las actividades que se realizaron semana tras semana en la partida de estructuras durante la construcción del edificio y su plazo. Tenemos que tener en cuenta que los planes semanales van a contener las actividades que se van a

desarrollar en dicha semana, la fecha en la que se realizará, las restricciones que se han encontrado, el tipo de restricción al cual pertenece y si es que se ha liberado o no a tiempo la restricción, es decir, si esta restricción fue solucionada a tiempo. Estos planes semanales son importantes puesto que nos permiten asegurar una correcta coordinación y asegurar el cumplimiento de las actividades programadas en obra. Nuestro objetivo es detallar los planes de cada semana e identificar la secuencia de actividades. Esta planificación es esencial ya que nos permitirá anticipar las posibles restricciones que pueda haber y así optimizar los tiempos de trabajo.

La tabla 37 muestra las actividades relacionadas a la primera semana que va desde 09 de enero hasta el 14 de enero. En esta semana, se desarrolló las obras preliminares del proyecto, específicamente la demolición de la vivienda que existía en el lugar de trabajo.

Tabla 37

Plan semanal correspondiente a la semana 1.

PLAN SEMANAL - SEMANA 1											
Actividad	Inicio	Final	09- En e	10- En e	11- En e	12- En e	13- En e	14- En e	RESTRICCIÓNES	TIPO DE RESTRICCIÓN	LIBERADO
			L	M	M	J	V	S			
Obras Preliminares Demolición de concreto armado	09/01/2023	14/01/2023							Eliminación de los RCD y/o material excedente	Pre requisito	SI

Nota. Fuente Propia.

La tabla 38 muestra las actividades relacionadas a la segunda semana que va desde el 16 hasta el 21 de enero. Aquí se desarrollaron el movimiento de tierras que comprende excavaciones en terreno natural y calzaduras. Existió una pequeña demora debido a falta de peones ya que el proyecto estaba iniciando y ocasionó un bajo rendimiento en esos días. Las actividades de esta semana se detallan a continuación:

Tabla 38

Plan semanal correspondiente a la semana 2.

PLAN SEMANAL - SEMANA 2											
Actividad	Inicio	Final	16- Ene	17- Ene	18- Ene	19- Ene	20- Ene	21- Ene	RESTRICCIONES	TIPO DE RESTRICCIÓN	LIBERADO
			L	M	M	J	V	S			
Movimiento de Tierras Excavación masiva en terreno natural c/equipo	16/01/2023	18/01/2023							Eliminación de material excedente	Pre requisito	SI
Excavación manual para calzaduras	19/01/2023	21/01/2023							Falta de peones	Mano de obra	NO

Nota. Fuente Propia.

La tabla 39 muestra las actividades relacionadas a la tercera semana que va desde 23 hasta el 28 de enero. En esta semana, se continuó con el desarrollo de las calzaduras. Existieron dos restricciones que no pudieron ser liberadas a tiempo que fue la cuadrilla incompleta ya que un obrero faltó y ocasionó demora en el vaciado de concreto, como también la falta de madera para encofrado de las calzaduras.

Tabla 39

Plan semanal correspondiente a la semana 3.

PLAN SEMANAL - SEMANA 3											
Actividad	Inicio	Final	23- Ene	24- Ene	25- Ene	26- Ene	27- Ene	28- Ene	RESTRICCIONES	TIPO DE RESTRICCIÓN	LIBERADO
			L	M	M	J	V	S			
Excavación manual para calzaduras	23/01/2023	26/01/2023							Falta de peones	Mano de obra	SI
Armado de acero	23/01/2023	24/01/2023							Gestión de acero requerido	Materiales	SI
Encofrado de calzaduras	26/01/2023	28/01/2023							Falta de madera para encofrado	Materiales	NO
Vaciado de concreto en calzaduras	26/01/2023	28/01/2023							Cuadrilla incompleta	Mano de obra	NO

Nota. Fuente Propia.

La tabla 40 muestra el plan semanal para la semana 4 que va desde 30 de enero hasta el 4 de febrero. Las actividades desarrolladas en la semana 4 se resumen en la culminación de las calzaduras, el trazo y replanteo de vigas de cimentación y el encofrado del solado. Entre las principales restricciones se encontró la cuadrilla incompleta, la inasistencia o ejecución tardía del topógrafo y falta de madera para encofrado que no pudo liberarse a tiempo.

Tabla 40*Plan semanal correspondiente a la semana 4.*

PLAN SEMANAL - SEMANA 4											
Actividad	Inicio	Final	30- Ene	31- Ene	01- Feb	02- Feb	03- Feb	04- Feb	RESTRICCIONES	TIPO DE RESTRICCIÓN	LIBERADO
			L	M	M	J	V	S			
Vaciado de concreto en calzaduras	30/01/2023	01/02/2023							Cuadrilla incompleta	Mano de obra	SI
Trazo y replanteo de vigas de cimentación	02/02/2023	02/02/2023							Inasistencia o ejecución tardía del topógrafo	Mano de obra	SI
Encofrado de solado	03/02/2023	04/02/2023							Falta de madera para encofrado	Materiales	NO

Nota. Fuente Propia

La tabla 41 perteneciente a la quinta semana, corresponde desde el 6 de febrero hasta el 11 de febrero. En la tabla 41, las actividades desarrolladas fueron la continuación del encofrado del solado, el vaciado del solado, el trazo y replanteo de placas/columnas y armado de acero para vigas de cimentación.

Tabla 41*Plan semanal correspondiente a la semana 5.*

PLAN SEMANAL - SEMANA 5											
Actividad	Inicio	Final	06- Feb	07- Feb	08- Feb	09- Feb	10- Feb	11- Feb	RESTRICCIONES	TIPO DE RESTRICCIÓN	LIBERADO
			L	M	M	J	V	S			
Encofrado del solado	06/02/2023	06/02/2023							Material para completar encofrado de madera	Materiales	SI
Vaciado del solado	07/02/2023	07/02/2023							Falta del hormigón	Materiales	SI
Trazo y replanteo de placas y columnas	08/02/2023	09/02/2023							Inasistencia o ejecución tardía del topógrafo	Mano de obra	NO
Armado de acero para vigas de cimentación	10/02/2023	11/02/2023							Completar cuadrilla de fierros	Mano de obra	NO

Nota. Fuente Propia.

La tabla 42 pertenece a la sexta semana y comprende desde el 13 de febrero hasta el 18 de febrero. En la tabla 42, las actividades desarrolladas fueron el armado de acero para la platea que tomó 3 días, el armado de acero para los muros de contención y un avance del armado de acero para las placas y columnas del sótano. Entre las principales restricciones encontradas fueron: arribo de acero dimensionado y la

cuadrilla incompleta. En esta semana no se coordinó con anticipación previa el pedido de acero faltante para las placas y columnas por lo que hubo un ligero retraso en la actividad.

Tabla 42

Plan semanal correspondiente a la semana 6.

PLAN SEMANAL - SEMANA 6											
Actividad	Inicio	Final	13-Feb	14-Feb	15-Feb	16-Feb	17-Feb	18-Feb	RESTRICCIONES	TIPO DE RESTRICCIÓN	LIBERADO
			L	M	M	J	V	S			
Armado de acero para platea	13/02/2023	15/02/2023							Arribo de acero dimensionado	Materiales	SI
Armado de acero de muros de contención - SÓTANO	15/02/2023	16/02/2023							Cuadrilla incompleta	Mano de obra	SI
Armado de acero para placas y columnas - SÓTANO	17/02/2023	18/02/2023							Pedido de acero faltante	Materiales	NO

Nota. Fuente Propia.

En la tabla 43 se observan las actividades desarrolladas en la semana 7 que comprende desde el 20 al 25 de febrero. Estas actividades fueron:

- Armado de acero para las placas y columnas para el sótano ya en un 100% (1 día).
- Armado de acero para escaleras del sótano (2 días).
- Vaciado de la platea de cimentación (1 día).
- Avance con el encofrado de muros de contención, escaleras, placas y columnas (2 días).

Existieron ciertas restricciones tales como: completar cuadrilla de fierros, llegada tardía del mixer, arribo de acero dimensionado y falta de material para encofrado de madera. En la última actividad, faltó un poco de madera, por lo que hubo un pequeño retraso, aunque se pudo solucionar de manera rápida.

Tabla 43

Plan semanal correspondiente a la semana 7.

PLAN SEMANAL - SEMANA 7											
Actividad	Inicio	Final	20-Feb	21-Feb	22-Feb	23-Feb	24-Feb	25-Feb	RESTRICCIONES	TIPO DE RESTRICCIÓN	LIBERADO
			L	M	M	J	V	S			
Armado de acero para placas y columnas - SÓTANO	20/02/2023	20/02/2023							Arribo de acero dimensionado	Materiales	SI
Armado del acero para escaleras - SÓTANO	21/02/2023	22/02/2023							Completar cuadrilla de fierros	Mano de obra	SI
Vaciado de platea de cimentación	23/02/2023	23/02/2023							Llegada tardía del mixer	Equipos	SI
Encofrado de muros de contención, escaleras, placas y columnas - SÓTANO	24/02/2023	25/02/2023							Material para completar encofrado de madera	Materiales	NO

Nota. Fuente Propia.

De acuerdo, a las actividades realizada durante la semana 8, existieron ciertas restricciones tales como la gestión de material para encofrado dimensionado y frecuencia de mixers en la semana 8. En la semana 8, no se trabajaron los días 27 y 28 de febrero puesto que fue el aniversario de la empresa y se celebró con los trabajadores.

Tabla 44

Plan semanal correspondiente a la semana 8.

PLAN SEMANAL - SEMANA 8											
Actividad	Inicio	Final	27-Feb	28-Feb	01-Mar	02-Mar	03-Mar	04-Mar	RESTRICCIONES	TIPO DE RESTRICCIÓN	LIBERADO
			L	M	M	J	V	S			
Encofrado de muros de contención, escaleras, placas y columnas - SÓTANO	01/02/2023	03/03/2023							Gestión del material para encofrado dimensionado	Materiales	SI
Vaciado para muros de contención, escaleras y placas - SÓTANO	04/03/2023	04/03/2023							Frecuencia de mixers	Equipos	NO

Nota. Fuente Propia.

En la tabla 45, se observan las actividades desarrolladas en la semana 9 que comprende desde el 6 al 11 de marzo. Estas actividades fueron:

- Desencofrado de muros de contención, placas y columnas (1 días).
- Encofrado de fondo de viga (3 días).

- Armado de acero para viga de sótano (2 días).

Durante esta semana existieron restricciones como la falta de cuadrilla de encofradores, falta de accesorios para encofrado y falta de acero requerido. Esta última restricción no se pudo liberar al 100%.

Tabla 45

Plan semanal correspondiente a la semana 9.

PLAN SEMANAL - SEMANA 9											
Actividad	Inicio	Final	06-Mar	07-Mar	08-Mar	09-Mar	10-Mar	11-Mar	RESTRICCIONES	TIPO DE RESTRICCIÓN	LIBERADO
			L	M	M	J	V	S			
Desencofrado de muros de contención, placas y columnas - SÓTANO	06/03/2023	06/03/2023							Completar cuadrilla de encofradores	Mano de obra	SI
Encofrado de fondo de vigas - SÓTANO	07/03/2023	09/03/2023							Falta de accesorios para el encofrado	Pre requisito	SI
Armado de acero para vigas - SÓTANO	10/03/2023	11/03/2023							Gestión de acero requerido	Materiales	NO

Nota. Fuente Propia.

Tabla 46

Plan semanal correspondiente a la semana 10.

PLAN SEMANAL - SEMANA 10											
Actividad	Inicio	Final	13-Mar	14-Mar	15-Mar	16-Mar	17-Mar	18-Mar	RESTRICCIONES	TIPO DE RESTRICCIÓN	LIBERADO
			L	M	M	J	V	S			
Armado de acero para vigas - SÓTANO	13/03/2023	13/03/2023							Arribo de acero dimensionado	Materiales	SI
Encofrado de cartera de vigas - SÓTANO	14/03/2023	15/03/2023							Material para completar encofrado de madera	Materiales	SI
Encofrado de losa y colocación de SVB - SÓTANO	16/03/2023	17/03/2023							Separadores de vaciado (escantillones)	Pre requisito	SI
Armado de acero para losa - SÓTANO	17/03/2023	17/03/2023							Completar cuadrilla de fierros	Mano de obra	NO
Vaciado de losa - SÓTANO	18/03/2023	18/03/2023							Llegada tardía del mixer	Equipos	SI

Nota. Fuente Propia.

Es hasta este punto donde se desarrolla toda la estructura del sótano. Durante todas estas semanas se realizaron actividades como el vaciado en la platea, vaciado de muros de contención, encofrado de placas y vaciado de placas.

A partir de aquí hacia adelante y con la tabla 47 podemos ver las actividades realizadas semana a semana para la estructura de los 10 pisos que conforman al edificio Mónaco. Se estimó que con la cantidad de mano de obra y la buena obtención de materiales y equipos se tenía que realizar en promedio un piso cada 2 semanas con todo y vaciado de placas y losa. A continuación, se mostrará los planes semanales con sus restricciones indicadas en cada actividad estructural que abarcará los 10 pisos del edificio.

En la tabla 47, se observan las actividades desarrolladas en la semana 11 que comprende desde el 20 al 25 de marzo. Existieron restricciones como: el metrado no listo, cuadrilla incompleta, la frecuencia de mixers y la falta de materiales para completar el encofrado de madera. No obstante, casi todas las restricciones anteriormente mencionadas fueron liberadas, a excepción en la última actividad de la semana.

Tabla 47

Plan semanal correspondiente a la semana 11.

PLAN SEMANAL - SEMANA 11												
Actividad	Inicio	Final	20-Mar	21-Mar	22-Mar	23-Mar	24-Mar	25-Mar	RESTRICCIONES	TIPO DE RESTRICCIÓN	LIBERADO	
			L	M	M	J	V	S				
Armado de acero para placas y columnas - P1	20/03/2023	22/03/2023							Metrado NO Listo	Pre requisito	SI	
Armado de acero para escaleras - P1	23/03/2023	23/03/2023							Cuadrilla incompleta	Mano de obra	SI	
Encofrado de placas y columnas - P1	20/03/2023	22/03/2023							Completar cuadrilla de encofradores	Mano de obra	SI	
Encofrado de escaleras - P1	23/03/2023	23/03/2023							Material para completar encofrado de madera	Materiales	SI	
Vaciado de placas, columnas y escaleras - P1	24/03/2023	24/03/2023							Frecuencia de mixers	Equipo	SI	
Desencofrado de placas y columnas - P1	25/03/2023	25/03/2023							Cuadrilla incompleta	Mano de obra	SI	

Desenfofrado de escaleras (sótano)	25/03/2023	25/03/2023								Cuadrilla incompleta	Mano de Obra	NO
------------------------------------	------------	------------	--	--	--	--	--	--	--	----------------------	--------------	----

Nota. Fuente Propia.

Tabla 48

Plan semanal correspondiente a la semana 12.

PLAN SEMANAL - SEMANA 12												
Actividad	Inicio	Final	27-Mar	28-Mar	29-Mar	30-Mar	31-Mar	01-Abr	RESTRICCIONES	TIPO DE RESTRICCIÓN	LIBERADO	
			L	M	M	J	V	S				
Encofrado de fondo de vigas - P1	27/03/2023	27/03/2023							Material para completar encofrado de madera	Materiales	SI	
Armado de acero para vigas - P1	28/03/2023	29/03/2023							Falta de acero	Materiales	SI	
Encofrado de cartera de vigas - P1	28/03/2023	29/03/2023							Mal encofrado	Pre requisito	SI	
Encofrado de losa y colocación de SVB - P1	30/03/2023	31/03/2023							Gestión del material para encofrado dimensionado	Materiales	SI	
Armado de acero para la losa - P1	30/03/2023	31/03/2023							Completar cuadrilla de fierros	Mano de obra	SI	
Vaciado de losa - P1	01/04/2023	01/04/2023							Frecuencia de mixers	Equipos	NO	

Nota. Fuente Propia.

En la tabla 49 podemos observar que tanto los días jueves 6 de abril y viernes 7 de abril no se trabajó y está representado de color rojo. Estos días no se trabajó debido a los feriados por Semana Santa, pero se tuvieron en cuenta al momento de realizar la planificación por lo que no afectó al desarrollo normal de las actividades y los plazos programados. En la última actividad de la semana no se logró levantar su restricción.

Tabla 49

Plan semanal correspondiente a la semana 13.

PLAN SEMANAL - SEMANA 13												
Actividad	Inicio	Final	03-Abr	04-Abr	05-Abr	06-Abr	07-Abr	08-Abr	RESTRICCIONES	TIPO DE RESTRICCIÓN	LIBERADO	
			L	M	M	J	V	S				
Armado de acero para placas y columnas - P2	03/04/2023	05/04/2023							Metrado NO Listo	Pre requisito	SI	
Armado de acero para escaleras - P2	08/04/2023	08/04/2023							Completar cuadrilla de encofradores	Mano de obra	SI	
Encofrado de placas y columnas - P2	03/04/2023	05/04/2023							Material para completar encofrado de madera	Materiales	SI	

Encofrado de escaleras - P2	08/04/2023	08/04/2023							Gestión del material para encofrado dimensionado	Materiales	NO
-----------------------------	------------	------------	--	--	--	--	--	--	--	------------	----

Nota. Fuente Propia.

En la tabla 50, se observan las actividades desarrolladas durante la semana 14 que van desde el 10 hasta el 15 de abril. En esta semana, se siguió avanzando con el 2do piso, abarcando el vaciado de las placas, columnas y escaleras, el desencofrado de las mismas, el encofrado de vigas (fondos y carteras), el armado de acero para vigas y el encofrado y armado de acero para la losa en un 50%. Asimismo, se encontraron restricciones como: cuadrillas incompletas, falta de material para completar el encofrado de madera, falta de accesorios para encofrado, el pedido de acero necesario y la falta de vibradora. En esta semana, no se pudo liberar la restricción en la última actividad que correspondía al armado de acero para losa, por lo que hubo una demora en lo planificado.

Tabla 50

Plan semanal correspondiente a la semana 14.

PLAN SEMANAL - SEMANA 14												
Actividad	Inicio	Final	10- Abr	11- Abr	12- Abr	13- Abr	14- Abr	15- Abr	RESTRICCIONES	TIPO DE RESTRICCIÓN	LIBERADO	
			L	M	M	J	V	S				
Vaciado de placas, columnas y escaleras - P2	10/04/2023	10/04/2023							Falta de vibradora	Equipos	SI	
Desencofrado de placas y columnas - P2 y desencofrado de escaleras - P1	11/04/2023	11/04/2023							Cuadrilla incompleta	Mano de obra	SI	
Encofrado de fondo de vigas - P2	12/04/2023	12/04/2023							Material para completar encofrado de madera	Materiales	SI	
Armado de acero de vigas - P2	13/04/2023	14/04/2023							Pedido de acero faltante	Materiales	SI	
Encofrado de cartera de vigas - P2	13/04/2023	14/04/2023							Gestión del material para encofrado dimensionado	Materiales	SI	
Encofrado de losa y colocación de SVB - P2 (50%)	15/04/2023	15/04/2023							Falta de accesorios para el encofrado	Pre requisito	SI	
Armado de acero para losa - P2 (50%)	15/04/2023	15/04/2023							Completar cuadrilla de fierros	Mano de obra	NO	

Nota. Fuente Propia.

Tabla 51

Plan semanal correspondiente a la semana 15.

PLAN SEMANAL - SEMANA 15											
Actividad	Inicio	Final	17- Abr	18- Abr	19- Abr	20- Abr	21- Abr	22- Abr	RESTRICCIONES	TIPO DE RESTRICCIÓN	LIBERADO
			L	M	M	J	V	S			
Encofrado de losa y colocación de SVB - P2 (100%)	17/04/2023	17/04/2023							Gestión del material para encofrado dimensionado	Materiales	SI
Armado de acero para la losa - P2 (100%)	17/04/2023	17/04/2023							Pedido de acero faltante	Materiales	SI
Vaciado de losa - P2	18/04/2023	18/04/2023							Falta de mixer	Equipos	SI
Armado del acero para placas y columnas - P3	19/04/2023	22/04/2023							Arribo de acero dimensionado	Materiales	SI
Encofrado de placas y columnas - P3	19/04/2023	22/04/2023							Mal encofrado	Pre requisito	NO

Nota. Fuente Propia.

Tabla 52

Plan semanal correspondiente a la semana 16.

PLAN SEMANAL - SEMANA 16											
Actividad	Inicio	Final	24- Abr	25- Abr	26- Abr	27- Abr	28- Abr	29- Abr	RESTRICCIONES	TIPO DE RESTRICCIÓN	LIBERADO
			L	M	M	J	V	S			
Armado de acero para escaleras - P3	24/04/2023	24/04/2023							Pedido de acero faltante	Materiales	SI
Encofrado de escaleras - P3	24/04/2023	24/04/2023							Material para completar encofrado de madera	Materiales	SI
Vaciado de placas, columnas y escaleras - P3	25/05/2023	25/05/2023							Falta de vibradora	Materiales	SI
Desencofrado de placas y columnas - P3	26/05/2023	26/05/2023							Cuadrilla incompleta	Mano de Obra	SI
Desencofrado de escaleras - P2	26/05/2023	26/05/2023							Cuadrilla incompleta	Mano de Obra	SI
Encofrado de fondo de vigas - P3	27/05/2023	27/05/2023							Gestión del material para encofrado dimensionado	Materiales	SI

Armado de acero para vigas - P3	28/05/2023	29/05/2023							Arribo de acero dimensionado	Materiales	SI
Encofrado de carter de vigas - P3	28/05/2023	29/05/2023							Gestión del material para encofrado dimensionado	Materiales	NO

Nota. Fuente Propia.

Tabla 53

Plan semanal correspondiente a la semana 17.

PLAN SEMANAL - SEMANA 17												
Actividad	Inicio	Final	01-May	02-May	03-May	04-May	05-May	06-May	RESTRICCIONES	TIPO DE RESTRICCIÓN	LIBERADO	
			L	M	M	J	V	S				
Encofrado de losa y colocación de SVB - P3	02/05/2023	03/05/2023							Gestión del material para encofrado dimensionado	Materiales	SI	
Armado del acero de losa - P3	02/05/2023	03/05/2023							Completar cuadrilla de fierros	Mano de obra	SI	
Vaciado de losa - P3	04/05/2023	04/05/2023							Frecuencia de mixers	Equipos	SI	
Armado del acero de placas y columnas - P4	05/05/2023	06/05/2023							Pedido de acero faltante	Material	SI	
Encofrado de placas y columnas - P4	05/05/2023	06/05/2023							Material para completar encofrado de madera	Materiales	NO	

Nota. Fuente Propia.

Tabla 54

Plan semanal correspondiente a la semana 18.

PLAN SEMANAL - SEMANA 18												
Actividad	Inicio	Final	08-May	09-May	10-May	11-May	12-May	13-May	RESTRICCIONES	TIPO DE RESTRICCIÓN	LIBERADO	
			L	M	M	J	V	S				
Armado del acero de placas y columnas - P4	08/05/2023	08/05/2023							Arribo de acero dimensionado	Material	SI	
Armado del acero para escaleras - P4	09/05/2023	09/05/2023							Completar cuadrilla de fierros	Mano de obra	SI	
Encofrado de placas y columnas - P4	08/05/2023	08/05/2023							Material para completar encofrado de madera	Materiales	SI	
Encofrado de escaleras - P4	09/05/2023	09/05/2023							Mal encofrado	Pre requisito	SI	
Vaciado de placas, columnas y escaleras - P4	10/05/2023	10/05/2023							Falta de vibradora	Equipos	SI	
Desencofrado de placas y columnas -	11/05/2023	11/05/2023							Cuadrilla incompleta	Mano de Obra	SI	

P4												
Desencofrado de escaleras - P3	11/05/2023	11/05/2023								Cuadrilla incompleta	Mano de Obra	SI
Encofrado de fondo de vigas - P4	12/05/2023	12/05/2023								Mal encofrado	Pre requisito	SI
Armado de acero para vigas - P4	13/05/2023	13/05/2023								Pedido de acero faltante	Materiales	NO
Encofrado de cartera de viga - P4	13/05/2023	13/05/2023								Material para completar encofrado de madera	Materiales	NO

Nota. Fuente Propia.

En la tabla 55, las actividades desarrolladas durante la semana 19, siguieron avanzando con el 4to piso hasta su culminación. Durante los 2 últimos días de la semana, se inició con el desarrollo del 5to piso. Presentándose restricciones muy similares a las ya vistas; sin embargo, no se pudo liberar la restricción en la última actividad puesto que faltó el material para el encofrado de placas y columnas, por lo que ocasionó una demora en las actividades.

Tabla 55

Plan semanal correspondiente a la semana 19.

PLAN SEMANAL - SEMANA 19												
Actividad	Inicio	Final	15-May	16-May	17-May	18-May	19-May	20-May	RESTRICCIONES	TIPO DE RESTRICCIÓN	LIBERADO	
			L	M	M	J	V	S				
Armado de acero para vigas - P4	15/05/2023	15/05/2023							Arribo de acero dimensionado	Material	SI	
Encofrado de cartera de vigas - P4	15/05/2023	15/05/2023							Gestión del material para encofrado dimensionado	Materiales	SI	
Encofrado de losa y colocación de SVB - P4	16/05/2023	17/05/2023							Falta de accesorios para el encofrado	Pre requisito	SI	
Armado del acero de losa - P4	16/05/2023	17/05/2023							Pedido de acero faltante	Materiales	SI	
Vaciado de losa - P4	18/05/2023	18/05/2023							Frecuencia de mixers	Equipos	SI	
Armado del acero de placas y columnas - P5	19/05/2023	20/05/2023							Completar cuadrilla de fierros	Mano de obra	SI	
Encofrado de placas y columnas - P5	19/05/2023	20/05/2023							Material para completar encofrado de madera	Materiales	NO	

Nota. Fuente Propia.

En la tabla 56, las actividades desarrolladas durante la semana 20, siguieron avanzando con el 5to piso, abarcando desde el armado de acero para placas, columnas

y escaleras, el encofrado y vaciado para las mismas. Presentándose restricciones como: falta de mixer, falta de material para encofrado de madera, cuadrilla incompleta, gestión de acero dimensionado, arribo de acero dimensionado. mal encofrado, etc. No se pudo liberar las restricciones en las últimas 2 actividades puesto que faltó acero y material para encofrado, lo que ocasionó una demora en las actividades.

Tabla 56

Plan semanal correspondiente a la semana 20.

PLAN SEMANAL - SEMANA 20												
Actividad	Inicio	Final	22-May	23-May	24-May	25-May	26-May	27-May	RESTRICCIONES	TIPO DE RESTRICCIÓN	LIBERADO	
			L	M	M	J	V	S				
Armado del acero de placas y columnas - P5	22/05/2023	22/05/2023							Arribo de acero dimensionado	Materiales	SI	
Armado del acero para escaleras - P5	23/05/2023	23/05/2023							Gestión de acero dimensionado	Materiales	SI	
Encofrado de placas y columnas - P5	22/05/2023	22/05/2023							Gestión del material para encofrado dimensionado	Materiales	SI	
Encofrado de escaleras - P5	23/05/2023	23/05/2023							Mal encofrado	Pre requisito	SI	
Vaciado de placas, columnas y escaleras - P5	24/05/2023	24/05/2023							Falta de Mixer	Equipos	SI	
Desencofrado de placas y columnas- P5	25/05/2023	25/05/2023							Cuadrilla incompleta	Mano de Obra	SI	
Desencofrado de escaleras - P4	25/05/2023	25/05/2023							Cuadrilla incompleta	Mano de Obra	SI	
Encofrado de fondo de vigas - P5	26/05/2023	26/05/2023							Completar cuadrilla de encofradores	Mano de obra	SI	
Armado de acero para vigas - P5	27/05/2023	27/05/2023							Pedido de acero faltante	Materiales	NO	
Encofrado de cartera de vigas - P5	27/05/2023	27/05/2023							Material para completar encofrado de madera	Materiales	NO	

Nota. Fuente Propia.

En la tabla 57, las actividades desarrolladas durante la semana 21, siguieron avanzando con el 5to piso hasta su culminación y durante los 2 últimos días de la semana, se inició con el desarrollo del 6to piso, en donde se desarrollaron actividades como el armado de acero de placas y columnas del sexto piso y el encofrado de las mismas. Se presentaron restricciones muy similares a las ya vistas; sin embargo, no se

pudo liberar la restricción en la última actividad de la semana puesto hubo un error al realizar el encofrado de las placas y columnas, por lo que se ocasionó un pequeño retraso en el cronograma.

Tabla 57

Plan semanal correspondiente a la semana 21.

PLAN SEMANAL - SEMANA 21											
Actividad	Inicio	Final	29-May	30-May	31-May	01-Jun	02-Jun	03-Jun	RESTRICCIONES	TIPO DE RESTRICCIÓN	LIBERADO
			L	M	M	J	V	S			
Armado de acero para vigas - P5	29/05/2023	29/05/2023							Arribo de acero dimensionado	Materiales	SI
Encofrado de cartera de vigas - P5	29/05/2023	29/05/2023							Gestión del material para encofrado dimensionado	Materiales	SI
Encofrado de losa y colocación de SVB - P5	30/05/2023	31/05/2023							Completar cuadrilla de encofradores	Mano de obra	SI
Armado del acero de losa - P5	30/05/2023	31/05/2023							Completar cuadrilla de fierros	Mano de obra	SI
Vaciado de losa - P5	01/06/2023	01/06/2023							Llegada tardía del mixer	Equipos	SI
Armado del acero de placas y columnas - P6	02/06/2023	03/06/2023							Falta de acero	Materiales	SI
Encofrado de placas y columnas - P6	02/06/2023	03/06/2023							Mal encofrado	Pre requisito	NO

Nota. Fuente Propia.

Tabla 58

Plan semanal correspondiente a la semana 22.

PLAN SEMANAL - SEMANA 22											
Actividad	Inicio	Final	05-Jun	06-Jun	07-Jun	08-Jun	09-Jun	10-Jun	RESTRICCIONES	TIPO DE RESTRICCIÓN	LIBERADO
			L	M	M	J	V	S			
Armado del acero de placas y columnas - P6	05/06/2023	06/06/2023							Gestión de acero dimensionado	Material	NO
Armado del acero para escaleras - P6	07/06/2023	07/06/2023							Pedido de acero faltante	Materiales	SI
Encofrado de placas y columnas - P6	05/06/2023	06/06/2023							Material para completar encofrado de madera	Materiales	NO

Encofrado de escaleras - P6	07/06/2023	07/06/2023							Falta de accesorios para el encofrado	Pre requisito	SI
Vaciado de placas columnas y escaleras - P6	08/06/2023	08/06/2023							Metrado NO Listo	Pre requisito	SI
Desencofrado de placas y columnas - P6	09/06/2023	09/06/2023							Cuadrilla incompleta	Mano de Obra	SI
Desencofrado de escaleras - P5	09/06/2023	09/06/2023							Cuadrilla incompleta	Mano de Obra	SI
Encofrado de fondo de vigas - P6	10/06/2023	10/06/2023							Gestión del material para encofrado dimensionado	Materiales	SI

Nota. Fuente Propia.

En la tabla 59, las actividades desarrolladas durante la semana 23, siguieron avanzando con el 6to piso hasta su culminación, abarcando desde el armado de acero y encofrado de las vigas, el encofrado de la losa, el armado de acero para la losa aligerada y el vaciado de la misma. Durante el último día de la semana, se inició con el desarrollo del 7to piso, en donde se desarrollaron actividades como el armado de acero y encofrado de las placas y columnas a un 20%. Presentándose restricciones como: la falta de acero, completar cuadrilla de encofradores, pedido de acero faltante, la frecuencia de mixer, gestión de acero dimensionado, mal encofrado, etc. No obstante, no se pudo liberar la restricción en la última actividad de la semana puesto hubo un error al realizar el encofrado de las placas o columnas, por lo que se ocasionó un pequeño retraso.

Tabla 59

Plan semanal correspondiente a la semana 23.

PLAN SEMANAL - SEMANA 23											
Actividad	Inicio	Final	12-Jun	13-Jun	14-Jun	15-Jun	16-Jun	17-Jun	RESTRICCIONES	TIPO DE RESTRICCIÓN	LIBERADO
			L	M	M	J	V	S			
Armado de acero para vigas - P6	12/06/2023	13/06/2023							Falta de acero	Material	SI
Encofrado de cartera de vigas - P6	12/06/2023	13/06/2023							Completar cuadrilla de encofradores	Mano de obra	SI
Encofrado de losa y colocación de SVB - P6	14/06/2023	15/06/2023							Separadores de vaciado (escantillones)	Pre requisito	SI
Armado del acero de losa - P6	14/06/2023	15/06/2023							Pedido de acero faltante	Materiales	SI
Vaciado de losa - P6	16/06/2023	16/06/2023							Frecuencia de mixers	Equipos	SI
Armado del acero de placas y columnas - P7	17/06/2023	17/06/2023							Gestión de acero dimensionado	Materiales	SI
Encofrado de placas y	17/06/2023	17/06/2023							Mal encofrado	Pre requisito	NO

Actividad	Inicio	Final	26- Jun	27- Jun	28- Jun	29- Jun	30- Jun	01- Jul	RESTRICCIONES	TIPO DE RESTRICCIÓN	LIBERADO
			L	M	M	J	V	S			
Encofrado de fondo de vigas - P7	26/06/2023	26/06/2023							Material para completar encofrado de madera	Materiales	SI
Armado de acero para vigas - P7	27/06/2023	28/06/2023							Completar cuadrilla de fierros	Mano de obra	SI
Encofrado de cartera de vigas - P7	27/06/2023	28/06/2023							Gestión del material para encofrado dimensionado	Materiales	SI
Encofrado de losa y colocación de SVB - P7	29/06/2023	30/06/2023							Mal encofrado	Pre requisito	SI
Armado del acero de losa - P7	29/06/2023	30/06/2023							Falta de acero	Material	SI
Vaciado de losa - P7	01/07/2023	01/07/2023							Llegada tardía del mixer	Equipos	NO

Nota. Fuente Propia.

En la tabla 62, las actividades desarrolladas durante la semana 26, iniciaron el desarrollo con el 8to piso, abarcando actividades relacionadas al acero, encofrado, vaciado y desencofrado de placas, columnas y escaleras. Se presentaron restricciones muy similares a las ya vistas, donde a excepción de la última, todas fueron liberadas.

Plan semanal correspondiente a la semana 20.

Tabla 62

Plan semanal correspondiente a la semana 26.

PLAN SEMANAL - SEMANA 26											
Actividad	Inicio	Final	03- Jul	04- Jul	05- Jul	06- Jul	07- Jul	08- Jul	RESTRICCIONES	TIPO DE RESTRICCIÓN	LIBERADO
			L	M	M	J	V	S			
Armado del acero de placas y columnas - P8	03/07/2023	05/07/2023							Pedido de acero faltante	Materiales	SI
Armado del acero para escaleras - P8	06/07/2023	06/07/2023							Arribo de acero dimensionado	Materiales	SI
Encofrado de placas y columnas - P8	03/07/2023	05/07/2023							Completar cuadrilla de encofradores	Mano de obra	SI
Encofrado de escaleras - P8	06/07/2023	06/07/2023							Falta de accesorios para el encofrado	Pre requisito	SI
Vaciado de placas, columnas y escaleras - P8	07/07/2023	07/07/2023							Falta de Mixer	Equipos	SI
Desencofrado de placas y columnas - P8	08/07/2023	08/07/2023							Cuadrilla incompleta	Mano de Obra	SI
Desencofrado de escaleras - P7	08/07/2023	08/07/2023							Cuadrilla incompleta	Mano de Obra	NO

Nota. Fuente Propia.

PLAN SEMANAL - SEMANA 27

Actividad	Inicio	Final	10-Jul	11-Jul	12-Jul	13-Jul	14-Jul	15-Jul	RESTRICCIONES	TIPO DE RESTRICCIÓN	LIBERADO
			L	M	M	J	V	S			
Encofrado de fondo de vigas - P8	10/07/2023	10/07/2023							Material para completar encofrado de madera	Materiales	SI
Armado de acero para vigas - P8	11/07/2023	12/07/2023							Falta de acero	Material	SI
Encofrado de cartera de vigas - P8	11/07/2023	12/07/2023							Gestión del material para encofrado dimensionado	Materiales	SI
Encofrado de losa y colocación de SVB - P8	13/07/2023	14/07/2023							Separadores de vaciado (escantillones)	Pre requisito	SI
Armado del acero de losa - P8	13/07/2023	14/07/2023							Completar cuadrilla de fierros	Mano de obra	SI
Vaciado de losa - P8	15/07/2023	15/07/2023							Metrado NO Listo	Pre requisito	NO

Tabla 63

Plan semanal correspondiente a la semana 27.

Nota. Fuente Propia.

En la tabla 64, las actividades desarrolladas durante la semana 28, iniciaron el desarrollo con el 9no piso, abarcando actividades relacionadas al acero, encofrado, vaciado y desencofrado de placas, columnas y escaleras. Se presentaron restricciones muy similares a las ya vistas; sin embargo, existió la demora del mixer por lo que ese día se acabó tarde.

Tabla 64

Plan semanal correspondiente a la semana 28.

PLAN SEMANAL - SEMANA 28											
Actividad	Inicio	Final	17-Jul	18-Jul	19-Jul	20-Jul	21-Jul	22-Jul	RESTRICCIONES	TIPO DE RESTRICCIÓN	LIBERADO
			L	M	M	J	V	S			
Armado del acero de placas y columnas - P9	17/07/2023	19/07/2023							Arribo de acero dimensionado	Materiales	SI
Armado del acero para escaleras - P9	20/07/2023	20/07/2023							Gestión de acero dimensionado	Materiales	SI
Encofrado de placas y columnas - P9	17/07/2023	19/07/2023							Material para completar encofrado de madera	Materiales	SI
Encofrado de escaleras - P9	20/07/2023	20/07/2023							Gestión del material para encofrado dimensionado	Materiales	SI
Vaciado de placas, columnas y escaleras - P9	21/07/2023	21/07/2023							Frecuencia de mixers	Equipos	NO
Desencofrado de placas y columnas - P9	22/07/2023	22/07/2023							Cuadrilla incompleta	Mano de Obra	SI
Desencofrado de escaleras - P8	22/07/2023	22/07/2023							Cuadrilla incompleta	Mano de Obra	SI

Nota. Fuente propia.

En la tabla 65, se observan las actividades desarrolladas en la semana 29 que comprende desde el 24 al 29 de julio. Hubo una reducción en el trabajo de la semana y de actividades debido a los feriados calendarios del 28 y 29 de julio por fiestas patrias. De igual manera, se encontraron restricciones muy similares a las ya vistas, pero no todas se liberaron ya que hubo una falta en la cuadrilla de ferreros, por lo que existió un retraso en las actividades. Las actividades que se realizaron en la semana 29 se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 65

Plan semanal correspondiente a la semana 29.

PLAN SEMANAL - SEMANA 29											
Actividad	Inicio	Final	24-Jul	25-Jul	26-Jul	27-Jul	28-Jul	29-Jul	RESTRICCIONES	TIPO DE RESTRICCIÓN	LIBERADO
			L	M	M	J	V	S			
Encofrado de fondo de vigas - P9	24/07/2023	24/07/2023							Material para completar encofrado de madera	Materiales	SI
Armado de acero para vigas - P9	25/07/2023	26/07/2023							Falta de acero	Material	SI
Encofrado de cartera de vigas - P9	25/07/2023	26/07/2023							Gestión del material para encofrado dimensionado	Materiales	SI
Encofrado de losa y colocación de SVB - P9	27/07/2023	27/07/2023							Falta de accesorios para el encofrado	Pre requisito	SI
Armado del acero de losa - P9	27/07/2023	27/07/2023							Completar cuadrilla de ferreros	Mano de obra	NO

Nota. Fuente Propia.

Tabla 66

Plan semanal correspondiente a la semana 30.

PLAN SEMANAL - SEMANA 30											
Actividad	Inicio	Final	31-Jul	01-Ago	02-Ago	03-Ago	04-Ago	05-Ago	RESTRICCIONES	TIPO DE RESTRICCIÓN	LIBERADO
			L	M	M	J	V	S			
Encofrado de losa y colocación de SVB - P9	31/07/2023	31/07/2023							Material para completar encofrado de	Materiales	SI

									madera		
Armado del acero de losa - P9	31/07/2023	31/07/2023							Pedido de acero faltante	Materiales	SI
Vaciado de losa - P9	01/08/2023	01/08/2023							Llegada tardía del mixer	Equipos	SI
Armado del acero de placas y columnas - P10	02/08/2023	04/08/2023							Arribo de acero dimensionado	Materiales	SI
Armado del acero para escaleras - P10	05/08/2023	05/08/2023							Gestión de acero dimensionado	Materiales	SI
Encofrado de placas y columnas - P10	02/08/2023	04/08/2023							Mal encofrado	Pre requisito	SI
Encofrado de escaleras - P10	05/08/2023	05/08/2023							Material para completar encofrado de madera	Materiales	NO

Nota. Fuente Propia.

En la tabla 67, las actividades desarrolladas durante la semana 31 siguieron avanzando con el 10mo piso, abarcando actividades como el vaciado de placas, columnas y escaleras, el desencofrado de estas, el armado de acero para vigas, encofrado de vigas, encofrado de losa y armado de acero para la losa del piso 10. Se encontraron restricciones muy similares a las ya vistas; sin embargo, no se pudo liberar las restricciones en la última actividad puesto que faltó materiales como el acero para el armado de la losa.

Tabla 67

Plan semanal correspondiente a la semana 31.

PLAN SEMANAL - SEMANA 31											
Actividad	Inicio	Final	07- Ago	08- Ago	09- Ago	10- Ago	11- Ago	12- Ago	RESTRICCIONES	TIPO DE RESTRICCIÓN	LIBERADO
			L	M	M	J	V	S			
Vaciado de placas, columnas y escaleras - P10	07/08/2023	07/08/2023							Metrado NO Listo	Pre requisito	SI
Desencofrado de placas y columnas - P10	08/08/2023	08/08/2023							Cuadrilla incompleta	Mano de Obra	SI
Desencofrado de escaleras - P9	08/08/2023	08/08/2023							Cuadrilla incompleta	Mano de Obra	SI
Encofrado de fondo de vigas - P10	09/08/2023	09/08/2023							Material para completar encofrado de madera	Materiales	SI
Armado de acero para vigas - P10	10/08/2023	11/08/2023							Falta de acero	Material	SI
Encofrado de cartera de vigas - P10	10/08/2023	11/08/2023							Gestión del material para encofrado dimensionado	Materiales	SI
Encofrado de losa y colocación de SVB -	12/08/2023	12/08/2023							Falta de accesorios para el	Pre requisito	SI

P10									encofrado		
Armado del acero de losa - P10	12/08/2023	12/08/2023							Pedido de acero faltante	Materiales	NO

Nota. Fuente Propia.

Por último, en la tabla 68 se desarrollan las actividades correspondientes a la última semana que corresponde a la partida de estructuras, en esta semana se culmina con el vaciado de losa del décimo piso y se trabaja la estructura de la azotea que fue la más rápida en ejecutarse. En esta última semana se liberaron todas las restricciones en su mayoría, a excepción de 3 de ellas. El día viernes 18 de agosto del 2023 se culmina con el desarrollo de la estructura de la azotea y del edificio en general. Posterior a esto, se comienza con el armado de los muros que pertenece a la partida de arquitectura.

Tabla 68

Plan semanal correspondiente a la semana 32.

PLAN SEMANAL - SEMANA 32												
Actividad	Inicio	Final	14- Ago	15- Ago	16- Ago	17- Ago	18- Ago	19- Ago	RESTRICCIONES	TIPO DE RESTRICCIÓN	LIBERADO	
			L	M	M	J	V	S				
Encofrado de losa y colocación de SVB - P10	14/08/2023	14/08/2023							Gestión del material para encofrado dimensionado	Materiales	NO	
Armado del acero de losa - P10	14/08/2023	14/08/2023							Arribo de acero dimensionado	Materiales	NO	
Vaciado de losa - P10	15/08/2023	15/08/2023							Falta de vibradora	Equipos	SI	
Armado del acero de placas - AZOTEA	16/08/2023	16/08/2023							Gestión de acero dimensionado	Materiales	NO	
Encofrado de placas - AZOTEA	17/08/2023	17/08/2023							Material para completar encofrado de madera	Materiales	SI	
Vaciado de placas - AZOTEA	18/08/2023	18/08/2023							Frecuencia de mixers	Equipos	SI	
Desencofrado de placas - AZOTEA	19/08/2023	19/08/2023							Cuadrilla incompleta	Mano de Obra	SI	
Desencofrado de escaleras - P10	19/08/2023	19/08/2023							Cuadrilla incompleta	Mano de Obra	SI	

Nota. Fuente Propia.

El inicio y desarrollo de las partidas estructurales, estableciéndose como punto de inicio de actividades desde el 09 de enero del 2023 hasta el 18 de agosto

del 2023, demostraron un progreso acorde a los plazos programados en el LookAhead, junto a los desgloses de las actividades estructurales semanalmente en un marco más detallado a través de los planes semanales.

Este avance se conseguía mediante la correcta aplicación de planes semanales y un adecuado análisis de restricciones semanalmente, este último empleado en cada actividad del proceso de construcción estructural, anticipando posibles dificultades, problemas, o más comúnmente conocidos en el campo de la ingeniería como restricciones.

El éxito de este enfoque se debió al análisis cuidadoso y exhaustivo del proceso de construcción, que permitió identificar y mitigar los posibles obstáculos antes de que se convirtieran en problemas importantes.

4.3.8. Identificar las restricciones y las estrategias de solución

A. Análisis de Restricciones

Respecto a nuestro cuarto objetivo, se tendrá que analizar e identificar las restricciones en base a la planificación semanal. Para esto, se ha tenido que realizar en primer lugar los planes semanales correspondientes a las partidas de estructuras del edificio Multifamiliar Mónaco basándonos en las actividades programadas de cada LookAhead mensual.

Lo que se buscará es determinar y prever cuáles son las posibles restricciones que puedan obstaculizar el desarrollo normal de cada actividad y brindarles la mejor solución antes que puedan ocasionar la detención del flujo de trabajo, lo que terminaría ocasionando retrasos.

Nuestro objetivo con el análisis de restricciones es mantener un flujo de trabajo continuo y obtener un PPC semanal del 100%. Para realizar un cuadro general de restricciones, primeramente, se tiene que identificarlas, describirlas según su tipo e indicar si fue liberada o no. Es importante que en cada reunión semanal se especifiquen las posibles restricciones de las actividades programadas, pues esto

nos permitirá garantizar el cumplimiento de los plazos al anticiparnos a posibles problemas que puedan surgir. Según Moyano y Ventura (2019) se puede encontrar tipos de restricciones como los citados a continuación:

- **Restricción por Diseño:** Se refiere a las limitaciones impuestas deliberadamente en el proceso de diseño de un edificio o infraestructura para asegurar que el proyecto cumpla con ciertos criterios o requisitos específicos como la normativa bajo el RNE, restricciones de terreno, sostenibilidad, uso y funcionalidad.
- **Restricción por Prerrequisito:** Se refiere a la culminación de actividades previas y necesarias, requisitos o condiciones logradas para dar pase a las siguientes actividades dentro del avance establecido.
- **Restricción por Equipos:** Se refiere a las dificultades o incidentes que surgen debido a la disponibilidad, capacidad, funcionabilidad o características de los equipos y maquinarias necesarias para cada actividad programada en el cronograma planificado.
- **Restricción por Materiales:** Se refiere a las limitaciones de los materiales necesarios como una disponibilidad limitada, costos elevados, cumplimiento de las especificaciones normativas, calidad, tiempo de entrega y logística.
- **Restricción por Mano de Obra:** Se refiere a la escasez de mano de obra calificada, disponibilidad limitada, costo de la misma, baja productividad conflictos y condiciones laborales.

Los formatos se aplicaron en todas las actividades de la partida de estructuras, específicamente sobre los procesos constructivos de las calzaduras, platea de cimentación, columnas, placas, muros de contención, escaleras y losas aligeradas del sótano y de los 10 pisos. Abarcando desde la semana 1 hasta la semana 32.

A continuación, se presentará un listado de las restricciones con mayor incidencia de inicio a fin durante la ejecución del proyecto, analizando en qué actividades se han presentado, describiéndolas y clasificándolas de acuerdo a su tipo.

Tabla 69

Lista de restricciones.

LISTA DE RESTRICCIONES			
ACTIVIDAD	RESTRICCIÓN	DESCRIPCIÓN	TIPO DE RESTRICCIÓN
TRABAJOS PRELIMINARES			
Demolición de concreto armado	Eliminación de los RCD	Proceso de gestión adecuado de los desechos generados durante actividades como la construcción y/o demolición.	Pre requisito
Trazo y replanteo	Inasistencia o ejecución tardía del topógrafo	Su ausencia o demora implica la obra no se ejecute correctamente en cuanto a nivelaciones, límites y alineaciones.	Mano de obra
MOVIMIENTO DE TIERRAS			
Excavación masiva en terreno natural c/equipo	Eliminación de material excedente	La gestión del material excedente contribuye a mantener el orden en el sitio y a reducir el impacto ambiental del proyecto	Pre requisito
Excavación manual	Falta de peones	Afecta la eficiencia del proyecto y retrasa tareas básicas como mover materiales, preparar el terreno y apoyar a los operarios.	Mano de obra
OBRAS DE CONCRETO SIMPLE			
Solado	Falta del hormigón	Sin el hormigón adecuado, la superficie puede quedar mal nivelada o inestable, provocando problemas estructurales.	Materiales
OBRAS DE CONCRETO ARMADO			
CONCRETO	Cuadrilla incompleta	Ausencia de los trabajadores claves que realizan tareas específicas causando retrasos, errores y mayores costos.	Mano de obra
	Metrado NO Listo	Sin el metrado, no se pueden calcular correctamente las necesidades de materiales, afectando el cronograma.	Pre requisito
	Frecuencia de mixers	Si los mixers llegan con la frecuencia correcta, se puede optimizar el uso de mano de obra y maquinaria.	Equipos
	Falta de mixer Llegada tardía del mixer	La falta de sincronización en la frecuencia puede causar demoras, desperdicio de material o problemas de calidad en la obra.	Equipos
	Falta de vibradora	La falta de compactación provoca una menor densidad del concreto, debilitando la estructura y generando fisuras.	Equipos
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	Falta de madera para encofrado	Impide avanzar con el vaciado de concreto, afectando el cronograma general.	Materiales

	Material para completar encofrado de madera	Utilizar madera vieja o en mal estado, afecta la forma, estabilidad de las estructuras.	Materiales
	Completar cuadrilla de encofradores	Un equipo bien dimensionado disminuye la carga de trabajo individual, reduce el riesgo de errores y accidentes laborales.	Mano de obra
	Falta de accesorios para el encofrado	Sin los accesorios adecuados, la estabilidad y la forma del encofrado pueden verse afectadas.	Pre requisito
	Separadores de vaciado (escantillones)	Sin escantillones, el concreto puede no alcanzar la posición o el grosor correctos, afectando la integridad de la estructura.	Pre requisito
	Gestión del material para encofrado dimensionado	Asegura que se utilicen las cantidades adecuadas de materiales, evitando desperdicios y reduciendo costos.	Materiales
	Mal encofrado	Un encofrado defectuoso puede colapsar durante el vertido, poniendo en peligro a los trabajadores y causando daños materiales.	Pre requisito
ARMADO DE ACERO	Falta de acero	Retrasa el avance del proyecto, ya que es esencial para completar tareas de vertido y curado del concreto.	Materiales
	Pedido de acero faltante	Un pedido oportuno asegura que el acero esté disponible en el momento adecuado, evitando retrasos en la ejecución de la obra.	Materiales
	Arribo de acero dimensionado	Asegura que el acero cumpla con las medidas necesarias para su armado.	Materiales
	Gestión de acero dimensionado	Asegura que se utilicen las cantidades adecuadas de acero, evitando desperdicios y reduciendo costos.	Materiales
	Completar cuadrilla de fierros	Un equipo completo realiza el armado de acero de refuerzo más rápido y efectivo, evitando retrasos en el cronograma.	Mano de obra

Nota. Fuente Propia.

Como se visualiza en el anterior cuadro, las actividades principales fueron demolición de concreto armado, trazo y replanteo, excavación masiva, excavación manual, solado, vaciado de concreto, encofrado y desencofrado y armado de acero. De las cuales, según su tipo prevalecieron restricciones por pre requisito, materiales, mano de obra y equipos.

Tabla 70

Incidencia según el tipo de restricción.

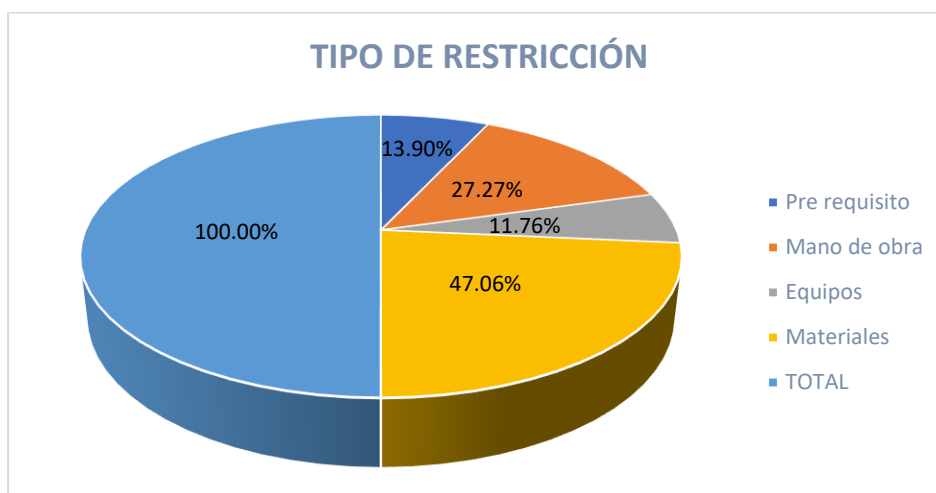
TIPO DE RESTRICCIÓN	# INCIDENCIA	% INCIDENCIA
Pre requisito	26	13.90%
Mano de obra	51	27.27%

Equipos	22	11.76%
Materiales	88	47.06%
TOTAL	187	100.00%

Nota. Fuente Propia.

Figura 38

Detalle porcentual según el tipo de restricción.



Nota. Fuente Propia.

Asimismo, al profundizar más sobre la incidencia de las restricciones, se puede encontrar su clasificación de acuerdo a su naturaleza, en donde se puede analizar de forma más detalle y con más exactitud la restricción que se ha presentado.

Tabla 71

Incidencia según la naturaleza de la restricción.

RESTRICCIÓN	TIPO DE RESTRICCIÓN	# INCIDENCIA	% INCIDENCIA
Eliminación de los RCD	Pre requisito	1	0.53%
Inasistencia o ejecución tardía del topógrafo	Mano de obra	2	1.07%
Eliminación de material excedente	Pre requisito	1	0.53%
Falta de peones	Mano de obra	2	1.07%
Falta del hormigón	Materiales	1	0.53%
Cuadrilla incompleta	Mano de obra	26	13.90%

Metrado NO Listo	Pre requisito	5	2.67%
Frecuencia de mixers	Equipos	8	4.28%
Falta de mixer / Llegada tardía del mixer	Equipos	9	4.81%
Falta de vibradora	Equipos	5	2.67%
Falta de madera para encofrado	Materiales	2	1.07%
Material para completar encofrado de madera	Materiales	23	12.30%
Completar cuadrilla de encofradores	Mano de obra	7	3.74%
Falta de accesorios para el encofrado	Pre requisito	7	3.74%
Separadores de vaciado (escantillones)	Pre requisito	3	1.60%
Gestión del material para encofrado dimensionado	Materiales	20	10.70%
Mal encofrado	Pre requisito	9	4.81%
Falta de acero	Materiales	8	4.28%
Pedido de acero faltante	Materiales	13	6.95%
Arribo de acero dimensionado	Materiales	13	6.95%
Gestión de acero dimensionado	Materiales	8	4.28%
Completar cuadrilla de fierros	Mano de obra	14	7.49%
TOTAL		187	100.00%

Nota. Fuente Propia.

Figura 39



Número de incidencias según la naturaleza de la restricción.

Nota. Fuente Propia.

Figura 40

D

et

al

le

p

or

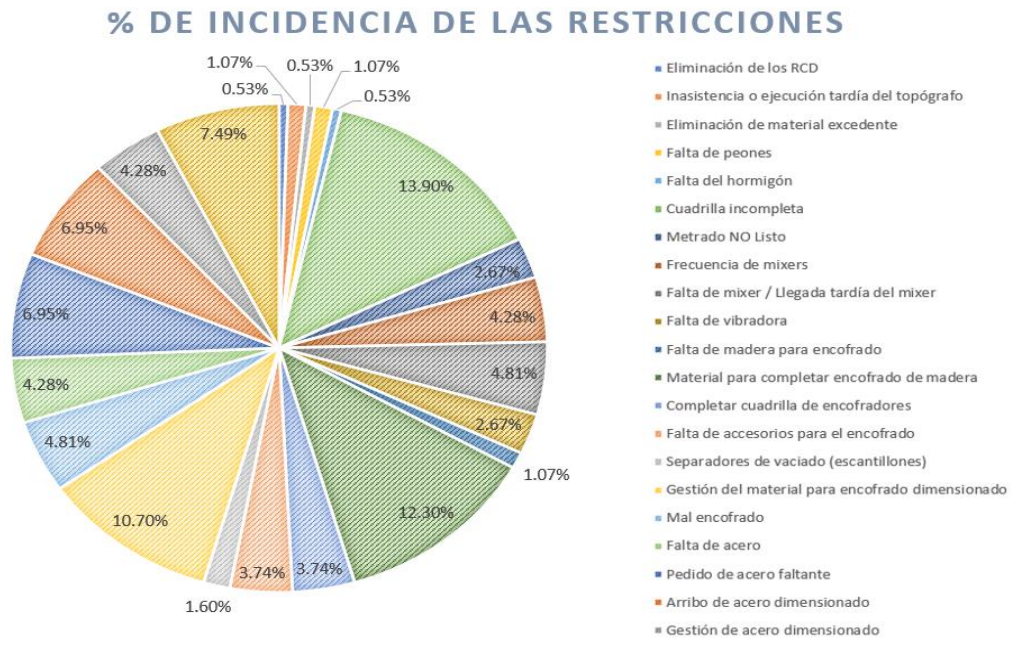
c

e

nt

u

al



según la naturaleza de la restricción.

Nota. Fuente Propia.

Entre las restricciones más comúnmente encontradas fueron la falta de mano de obra o cuadrilla incompleta, donde se pudo visualizar que en ciertas actividades como en el encofrado de columnas o vaciado de las mismas no se encontraba con la cantidad de operarios necesarios para cumplir con los rendimientos y con el cronograma de avance. En la mayoría de los casos sucedía con previo aviso de los trabajadores, lo cual permitía una mayor flexibilidad para subsanar estas situaciones.

Asimismo, otro tipo de restricción muy incidental en el transcurso del proceso constructivo de las partidas fue la falta de materiales como el hormigón, acero en los diferentes diámetros comerciales que se necesite y madera para encofrado (paneles fenólicos, puntales, soleras, carteras). Esto es debido a que conforme se avanza la

construcción, los materiales tienden a acabarse o desgastarse, ya que su uso es primordialmente un requerimiento para que exista un proceso constructivo y un avance del mismo. Diversas actividades influyen en este aspecto como el vaciado de concreto, el armado del armazón estructural y el encofrado y desencofrado.

Otra restricción que comúnmente se logra encontrar en los planes semanales es la falta de maquinaria como el mixer, trompo ocupado o sucio, falta de vibradora, amoladora o tronzadora. En el caso del mixer, esto suele suceder cuando no llega a su hora o se demora y en el caso de las otras maquinarias ocurre debido a que sus discos se desgatan y necesitan cambio o las mismas máquinas se descomponen por estar viejas o defectuosas.

Finalmente, también se encuentra la falta de pre requisitos como la ausencia de planos o errores en el mismo, metrados no listos o incompletos, así como también un presupuesto que no cuadra con los gastos empleados o desfasado con precios de meses anteriores necesitando una actualización y reajuste. Esto suele entorpecer las actividades y alargar los tiempos de espera, ya que en una obra es fundamental tener al menos los dos primeros pre requisitos para poder coordinar, ejecutar y comprobar todo lo que se realiza este en lo programado.

B. Formato de restricciones

Identificar y abordar las restricciones es crucial para el buen funcionamiento de cualquier proyecto constructivo. Para garantizar que las actividades se desarrollen con eficacia, es importante comprender claramente cuáles son esas limitaciones y cómo afectan a la productividad. Una estrategia eficaz para gestionar las restricciones es desarrollar un formato de restricciones.

Esto se ha venido trabajando durante semana a semana de lo que ha durado el proyecto, utilizando como base a la programación semanal y realizando las observaciones de las restricciones encontradas de forma oportuna.

Tabla 72

Formato de restricciones.

PLAN SEMANAL - SEMANA X											
Actividad	Inicio	Final	X	X	X	X	X	X	RESTRICCIONES	TIPO DE RESTRICCIÓN	LIBERADO
			L	M	M	J	V	S			

Nota. Fuente Propia.

C. Levantamiento de Restricciones

Se puede lograr un flujo de trabajo más confiable y una tasa del PPC del 100% eliminando las restricciones en las actividades que se ejecutan antes de las actividades diarias programadas. Esto requiere una acción rápida reduciendo los tiempos de demora.

Aunque el calendario de levantamiento suele estar establecido de antemano, no es una fuente auténtica de muestra de garantía de que se va a ejecutar. Es por ello que se debe plantear posibles alternativas de solución antes las restricciones para poder liberarlas si afectar el cronograma general.

D. Soluciones para las restricciones

A continuación, hablaremos sobre algunas de las principales restricciones que hemos encontrado durante la ejecución del proyecto multifamiliar y

comentaremos sobre las soluciones que se han tomado para poder levantar estas restricciones a tiempo y evitar demora en los plazos de ejecución.

Restricción N° 01: Eliminación del material excedente o los RCD

Encontrar grandes volúmenes de material excedente o residuos de construcción y demolición pueden impedir que las actividades constructivas se desarrollen con normalidad, impidiendo el paso, generando mayor desorden y ocupando áreas que se necesiten. Entre las posibles soluciones que se tomaron en cuenta para esta restricción encontramos:

- Coordinación previa con el SEGAT o algún servicio privado determinado que cumpla con la función de recojo y posterior eliminación del material excedente, desmonte u otros materiales que interfieran en los trabajos constructivos de obra.
- Verificación continua por parte de la oficina administrativa de la obra con la finalidad de controlar las cantidades de material excedente, reubicando los puntos de eliminación, solo en los lugares permitidos por la municipalidad de Trujillo, evitando que se acumule y permanezca en obra más de un mes.
- Reutilizar el material excedente como material de relleno para los procesos constructivos que lo necesiten y así disminuir costos.

En el caso del proyecto, se emplearon las 3 soluciones a la vez y por separado, logrando que los volúmenes de material excedente disminuyan por efecto de su reutilización y eliminación apropiada.

Restricción N° 02: Falta de mano de obra / Cuadrilla incompleta

Cuando la mano de obra es muy baja en cantidad para lo que se requiere, los procesos constructivos toman más tiempo de lo previsto, generando mayores tiempos, atrasos y pérdidas económicas.

Entre las posibles soluciones que se tomaron en cuenta para esta restricción encontramos:

- Contratar más obreros y operarios, aumentando la mano de obra inicial y a su vez los rendimientos en cada actividad a desarrollar. Esto significará gastos adicionales en el presupuesto, pero se mantendrá un desarrollo estable de acuerdo al cronograma ya establecido.
- Coordinación previa en el caso de que falten obreros u operarios por motivos que los incapaciten de realizar la jornada laboral. De esta manera, ayudará a prever que actividades se desarrollaron en el siguiente día para no generar atrasos en la obra.
- Capacitar a los obreros para que puedan desempeñar funciones de operarios y generar un mayor capital humano.

En el caso del proyecto, se empleó las dos primeras soluciones, lo cual significó en un mayor orden al ejecutar la obra. Se previó cuando la mano de obra era menor, realizar solo las actividades necesarias. Así como también, contratar a más operarios y obreros para poder mantener el flujo del proyecto a la par del cronograma de obra.

Restricción N° 03: Falta de madera para encofrado

La falta de madera para el encofrado puede generar que las actividades posteriores como vaciado y fraguado del concreto se posterguen, alargando plazos no previstos y generando atrasos.

Entre las posibles soluciones que se tomaron en cuenta para esta restricción encontramos:

- Verificar, coordinar y comprar la cantidad de madera y materiales que falten para el encofrado, ya sea: paneles fenólicos, palos, tablas, clavos entre otros.

Estos posteriormente servirán para generar algunos elementos que se utilizarán en el encofrado: tees, escantillones, soleras, carteras, frisos, entre otros. El proveedor de madera fue Inversiones C y N Roma.

- Desencofrar los elementos estructurales que en su caso ya lo requieran para volver a reutilizar la madera provista en un nuevo encofrado. Comúnmente se realiza para evitar gastos adicionales generando un ciclo constante del uso de la madera (encofrado – desencofrado – encofrado).

En el caso del proyecto, se empleó las dos soluciones mencionadas, estableciendo un inventario con todos los materiales comprados del proveedor Inversiones C y N Roma y a su vez, generando un ciclo de encofrado y desencofrado para reutilizar los diferentes elementos de madera.

Restricción N° 04: Falta de concreto

La falta de concreto ocasiona que no se desarrolle la mezcla del mismo, ya sea por la falta de insumos o por un mal concreto trabajado. Esto influye tanto en los tiempos productivos como en la calidad y resistencia del mismo.

Entre las posibles soluciones que se tomaron en cuenta para esta restricción encontramos:

- Coordinar y comprar la cantidad de insumos que falten para la mezcla de concreto, ya sea: arena gruesa, piedra chancada, bolsas de cemento y/o aditivos. El proveedor de estos insumos también fue Inversiones C y N Roma.
- Verificar rutinariamente el inventario para establecer fechas límites de compra y establecer las cantidades de los insumos con un porcentaje de error de desperdicio al momento de mezclar.
- Realizar charlas periódicas a los obreros y operarios para que puedan emplear técnicas que generen un mayor cuidado a la hora de utilizar los

insumos, evitando que se generen errores durante la mezcla del concreto, excesos de los insumos y desperdicios de los mismos por malas prácticas o cálculos mal hechos de las cantidades.

En el caso del proyecto, se empleó las tres soluciones mencionadas. Esto influyó a evitar desperdicios o cantidades en demasía de concreto, junto a las charlas de buenas prácticas y a un inventario de los insumos estableciendo fechas de compra y las cantidades necesarias.

Restricción N° 05: Metrado no listo

Un metrado no listo, influye significativamente en los procesos constructivos ocasionando incertidumbres y posibles errores para calcular las cantidades necesarias y exactas de insumos. A su vez, genera que no se tenga un presupuesto estable ya que el metrado pueda variar, generando nuevos o mayores costos. Entre las posibles soluciones que se tomaron en cuenta para esta restricción encontramos:

- Mantener comunicación con la persona o equipo responsable del metrado. Es necesario saber sobre el estado actual del trabajo, los posibles desafíos que podrían estar enfrentando y cuándo podrían completarlo.
- En el caso de que el metrado no esté listo debido a la falta de tiempo o a un cronograma ajustado, se debe considerar si es factible reevaluar y ajustar los plazos de entrega. Es por ello que se debe comunicar los cambios en las fechas a todas las partes interesadas del proyecto.
- El equipo encargado de los metrados puede encontrarse abrumado o puede carecer de experiencia. En ambos casos, es necesario considerar la posibilidad de buscar ayuda externa de consultores o expertos en la materia que puedan ayudar a acelerar el proceso de metrado y solucionar los errores en el caso de que los tuviera.

En el caso del proyecto, se empleó la tercera solución, consultando a otros profesionales encargados de la materia, los cuales ayudaron a mitigar los errores en los metrados y apoyar al equipo que se encontraba desarrollándolos.

Restricción N° 06: Trazo y replanteo

Un mal trazo y replanteo puede ocasionar que se ubique mal donde deben ir las placas, columnas y vigas que van a formar parte de la estructura del edificio. Entre las principales consecuencias que esto puede ocasionar, tenemos:

- Un mal trazo y replanteo puede ocasionar que los elementos del edificio puedan no estar alineados correctamente, lo que causaría problemas en la distribución de cargas y afectar la estabilidad.
- Los espacios interiores que han sido proyectados podrían no cumplir con las dimensiones previstas, ocasionando problemas en la distribución de habitaciones y espacios que ya han sido programados.
- La corrección de errores en el trazo y replanteo generará costos adicionales ya sea en los materiales y sobre todo en tiempo, lo que ocasionará demora en las actividades programadas.

Entre las posibles soluciones que se tomaron en cuenta para esta restricción encontramos:

- Contratar un topógrafo calificado y con experiencia, puesto que este va a garantizar que las mediciones y las marcas en el terreno sean exactas según lo que indica el plano.
- Contar con los planos estructurales necesarios y siempre tenerlos a la mano, esto ayudará a poder constatar que se esté cumpliendo las mediciones establecidas.

- Realizar constantemente verificaciones regulares durante el proceso de construcción para confirmar que el trazo y replanteo se mantienen precisas durante el desarrollo del proyecto y así evitar cualquier desviación.

En el caso de este proyecto, la constructora encargada del proyecto “ARAUCOR” cuenta entre su equipo con un topógrafo calificado que fue el encargado de realizar las mediciones exactas y asegurarse que el trazo y replanteo sea hecho sin errores. Además, durante el proceso de esta actividad se estuvo realizando un seguimiento manual con el uso de wincha para verificar que las distancias sean las establecidas en los planos.

Restricción N° 07: Mal encofrado o desplomado

Esta restricción consiste en que se realice un mal encofrado en las placas de cada uno de los pisos que se van a construir y en las vigas que van a pertenecer a la losa del piso. Es necesario asegurarnos de levantar esta restricción y evitar que al momento del proceso constructivo existan malos encofrados. Entre las principales consecuencias que esto puede ocasionar, tenemos:

- Un mal encofrado puede ocasionar debilidad estructural ya que puede comprometer la resistencia que debe tener las placas y vigas, esto afectaría a la estabilidad del edificio y su resistencia sísmica.
- Un mal encofrado puede ocasionar superficies irregulares y desalineaciones, lo que dificultaría al momento de realizar los acabados y afecta a la estética del edificio.
- El reparar un mal encofrado conlleva costos adicionales ya sea en los materiales y sobre todo en tiempo, lo que ocasionará demora en las actividades programadas.

Entre las posibles soluciones que se tomaron en cuenta para esta restricción encontramos:

- Contar con materiales de calidad para el encofrado y supervisar su instalación por medio del ingeniero residente y supervisión.
- Realizar controles de calidad durante el proceso de encofrado para detectar y corregir problemas a tiempo.
- Capacitar a los obreros constantemente y mediante las charlas diarias para que tengan en cuenta las técnicas adecuadas de encofrado y cumplan con la calidad establecida.

En el caso de este proyecto, se tomó mucha importancia a contar con puntales, soleras, clavos, madera y demás materiales necesarios para la realización de las actividades. Se contó con un área de producción encargada de realizar los requerimientos necesarios a tiempo para poder contar con materiales de buena calidad y en el momento que se necesitaban. Además, el ingeniero residente se encargó de supervisar que se cumplan con el nivel de calidad necesario en el encofrado.

Restricción N° 08: Falta de mixer / Llegada tardía de mixer

La presencia del mixer va a ser crucial para el vaciado de placas y de losas, el mixer facilita la preparación del hormigón y asegura una mezcla que cumpla con las especificaciones de resistencia y calidad. La falta de mixer durante el vaciado o el retraso de esta puede ocasionar demora en el cronograma de ejecución. Entre las principales consecuencias que esto puede ocasionar, tenemos:

- La falta de mixer durante el día que se tiene que realizar un vaciado se traduce en un retraso significativo en el cronograma de actividades, esto va a afectar la eficiencia y generará retrasos en la finalización de la obra.

- Existe la posibilidad de haber fragilidad en el concreto, debido a que la mezcla manual puede resultar en una consistencia desigual del hormigón, comprometiendo su resistencia y durabilidad.
- La demora en la disponibilidad del mixer genera costos adicionales debido a la pérdida de tiempo de mano de obra y la posible necesidad de realizar correcciones o reparaciones posteriores.

Entre las posibles soluciones que se tomaron en cuenta para esta restricción encontramos:

- Contar con una planificación adecuada y coordinar con anticipación la cantidad de concreto que se va a necesitar para el día de vaciado. Para esto es importante contar con los metrados ya que estos permiten saber la cantidad exacta que se necesitará para el vaciado de placas o de losa.
- Contar con el respaldo de un proveedor confiable, puesto que trabajar con proveedores de concreto confiables garantizará entregas puntuales y respuestas eficientes a cualquier imprevisto.
- Mantener una reserva de mixers o equipos alternativos en caso de emergencias o demoras, asegurando la continuidad del proceso de construcción.
- En el caso de este proyecto, se tomó mucha importancia a contar con el mixer durante las fechas programadas para el vaciado de placas y el vaciado de losas, es por eso que los ingenieros pertenecientes al área de producción se mantuvieron en contacto constante con los proveedores de hormigón (KEN CONCRETO), los cuales facilitaron su mixer para las fechas programadas con previa coordinación. Además de esto, se contó con los metrados realizados por ingenieros para poder hacer el requerimiento necesario de la cantidad de hormigón que se iba a utilizar durante el vaciado,

de esta manera se aseguró que el día del vaciado no falte concreto y así se evitó demoras en los plazos de ejecución.

Restricción N° 09: Falta de Vibradora

La presencia de vibradora durante el vaciado de las placas y pisos es fundamental para eliminar las burbujas de aire atrapadas en el concreto, garantizando una mezcla compacta y aumentando la resistencia y durabilidad de la estructura. Además, ayuda a lograr una superficie lisa y uniforme, mejorando la calidad estética del acabado. Entre las principales consecuencias que esto puede ocasionar, tenemos:

- Sin el uso de la vibradora, la mezcla puede no compactarse adecuadamente y esto afectaría a la integridad estructural y resistencia de las placas y losas
- La ausencia de vibración dará como resultado que las superficies queden desiguales y rugosas, lo que afectaría al momento de colocar los acabados.
- La demora en la disponibilidad de vibradora puede generar costos adicionales debido a la pérdida de tiempo de mano de obra y la posible necesidad de realizar correcciones o reparaciones posteriores.

Entre las posibles soluciones que se tomaron en cuenta para esta restricción encontramos:

- Contar con una planificación adecuada, se tiene que asegurar el contar con vibradoras disponibles y en buen estado para el día en el cual está programado el vaciado
- Contar con el respaldo de equipos adicionales y mantener vibradoras de repuesto en caso de fallas o imprevistos, de esta manera se asegura la continuidad y ejecución de la actividad

- Establecer una comunicación adecuada con los proveedores de los equipos, el área de producción debe estar en comunicación constante con los proveedores para informarles con anticipación y asegurarse de confirmar la disponibilidad de vibradora para el día programado.

En el caso de este proyecto, se tomó mucha importancia a contar con vibradora durante las fechas programadas para el vaciado de placas y el vaciado de losas, es por eso que los ingenieros pertenecientes al área de producción se mantuvieron en contacto constante con los proveedores. En este proyecto, la empresa Ken Concreto que fueron los que nos facilitaron el mixer, también nos facilitó vibradora para los días programados para el vaciado. Además de esto, se contó con una vibradora perteneciente a la empresa ARAUCOR, constructora encargada del proyecto. De esta manera, se garantizó contar con la vibradora que nos facilitaba el proveedor y con una vibradora de respaldo.

Restricción N° 10: Falta de acero

Esta restricción se refiere a la necesidad de garantizar la presencia necesaria de acero en elementos estructurales, como columnas y vigas. Esta restricción es crucial para la integridad y seguridad del proyecto de construcción. Entre las principales consecuencias que esto puede ocasionar, tenemos:

- La falta de acero puede resultar en la no conformidad con las normativas de construcción, lo que podría llevar a sanciones legales y poner en peligro la seguridad de los ocupantes del edificio.
- La ausencia adecuada de acero reduce la capacidad del edificio para resistir movimientos sísmicos, aumentando el riesgo de daños severos durante un terremoto.

- La demora en la disponibilidad de acero y concreto puede generar costos adicionales debido a la pérdida de tiempo de mano de obra y los retrasos que ocasionaría si es que faltan. Esto afecta al presupuesto y al cronograma de actividades programado.

Entre las posibles soluciones que se tomaron en cuenta para esta restricción encontramos:

- Se debe contar con los metrados realizados, de esta manera se pueden realizar los requerimientos de acero necesario para cada piso del edificio según el diseño estructural.
- Se debe establecer relaciones sólidas con proveedores de materiales confiables para garantizar la entrega oportuna y la calidad adecuada del acero.
- Se debe contar con un área de producción, el cual se encargará de realizar los requerimientos necesarios a tiempo y así asegurarse de que no falte el acero en las actividades programadas.

En el caso de este proyecto, se conformó un área de producción conformado por 2 ingenieros. Los ingenieros pertenecientes al área de producción se mantuvieron en contacto constante con los proveedores de acero. En el caso del acero, se mantuvo un contacto continuo con la empresa SIDERPERÚ para contar con el acero/ferro necesario para los elementos estructurales del edificio.

E. Capacitación y compromiso total

Como en cualquier programa de mejora, se realizó un diagnóstico exhaustivo para identificar las deficiencias en la planificación y la preparación. A la vista de los resultados negativos, se propuso un sistema de formación continua por parte del residente de obra, que posee amplia experiencia en gestión de la construcción y

adptos a las herramientas Lean, en particular a la metodología del Último Planificador.

En general, este sistema de formación representa un enfoque proactivo y estratégico para mejorar las prácticas de gestión de la construcción, lo que en última instancia conduce a mejores resultados del proyecto.

Este programa consta principalmente de dos reuniones semanales, además de las reuniones mencionadas anteriormente, que brindan una descripción detallada del trabajo realizado en campo y oficina junto con un cronograma. El análisis incluye comprobar que los datos del informe de producción mensual (LookAhead) y del cronograma semanal corresponden a lo que sucede en el terreno.

4.3.9. Calcular el porcentaje de Plan de Cumplimiento (PPC) de las actividades

El objetivo principal de este último capítulo es calcular y analizar el Porcentaje de Plan Cumplido para las actividades relacionadas con la estructura del edificio Mónaco. Este indicador proporcionará una medida cuantitativa del grado en que las planificaciones previas se han ejecutado según lo planeado, permitiendo evaluar la efectividad del LPS en esta fase crucial del proyecto.

La evaluación del desempeño del Last Planner System en la partida de estructura no solo ofrece una visión retrospectiva del cumplimiento del plan, sino que también proporciona información valiosa para ajustar y mejorar futuras planificaciones. La comprensión de los factores que afectan el rendimiento en esta etapa específica contribuirá a perfeccionar las estrategias de planificación para proyectos similares en el futuro.

Hallaremos el cálculo de los porcentajes de plan cumplido desde la semana 1 hasta la semana 32 que culminaron las actividades pertenecientes a la partida de estructuras. Como indicó Chokewanka y Sotomayor (2018), para obtener este porcentaje, se tiene que dividir el total de las actividades completadas entre las

actividades programadas en la semana que se está analizando. Las actividades no completadas no son tomadas en cuenta en este análisis.

$$PPC = \frac{\text{Cantidad de actividades culminadas}}{\text{Cantidad de actividades programadas}} \times 100\%$$

Teniendo en claro esto, se procedió a hallar las actividades realizadas en cada semana de acuerdo a los planes semanales y a verificar la cantidad de actividades programadas que hubo por semana y las actividades que fueron culminadas a tiempo.

Esto se aprecia en el siguiente cuadro de la semana 1, el cual solo contó con la actividad de demolición de concreto armado. La actividad programada fue desarrollada completamente, obteniendo un PPC del 100%.

Tabla 73

Porcentaje de Plan Cumplido para la Semana 1.

PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO - SEMANA 1						
ota.	Actividad	Actividades Programadas	Actividad al 100%	Cantidad de Actividades Completadas	Actividad No Completada	PPC (%)
Fue	Demolición de concreto armado	1	SI	1	NO	100%

nte

Propia.

Durante la semana 2, se desarrollaron 2 actividades: excavación masiva en terreno natural c/equipo y excavación manual para las calzaduras. Respectivamente, la primera actividad programada fue desarrollada completamente, mientras que la última actividad no se logró completar en su totalidad. Por ende, se obtuvo un PPC del 50%.

PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO - SEMANA 2
--

Actividad	Actividades Programadas	Actividad al 100%	Cantidad de Actividades Completadas	Actividad No Completada	PPC (%)
Excavación masiva en terreno natural c/equipo	2	SI	1	NO	50%
Excavación manual para calzaduras		NO		SI	

a 74

Porcentaje de Plan Cumplido para la Semana 2.

Nota. Fuente Propia.

En la semana 3, se desarrollaron 4 actividades: excavación manual para calzaduras, el armado de acero, el encofrado de calzada y vaciado de concreto en calzada. Respectivamente, las 2 primeras actividades programadas fueron desarrolladas completamente, mientras que las 2 últimas actividades no se lograron completar en su totalidad. Por ende, se obtuvo un PPC del 50%.

Tabla 75

Porcentaje de Plan Cumplido para la Semana 3.

PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO - SEMANA 3						
	Actividad	Actividades Programadas	Actividad al 100%	Cantidad de Actividades Completadas	Actividad No Completada	PPC (%)
Nota. Fuente Propia.	Excavación manual para calzaduras	4	SI	2	NO	50%
	Armado de acero		SI		NO	
	Encofrado de calzada		NO		SI	
	Vaciado de concreto en calzada		NO		SI	

En la semana 4, se desarrollaron 3 actividades: vaciado de concreto en calzada, trazo y replanteo de vigas de cimentación y encofrado del solado. Respectivamente, las 2 primeras actividades programadas fueron desarrolladas completamente, mientras que la última actividad no se logró completar en su totalidad. Por ende, se obtuvo un PPC del 67%.

Tabla 76*Porcentaje de Plan Cumplido para la Semana 4.*

PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO - SEMANA 4					
Actividad	Actividades Programadas	Actividad al 100%	Cantidad de Actividades Completadas	Actividad No Completada	PPC (%)
Vaciado de concreto en calzada	3	SI	2	NO	67%
Trazo y replanteo de vigas de cimentación		SI		NO	
Encofrado del solado		NO		SI	

Nota. Fuente Propia.

Durante la semana 5, se desarrollaron 4 actividades: encofrado del solado, vaciado del solado, trazo y replanteo de placas y armado de acero para las vigas de cimentación. Respectivamente, las 2 primeras actividades programadas fueron desarrolladas completamente, mientras que las 2 últimas actividades no se lograron completar en su totalidad. Por ende, se obtuvo un PPC del 50%.

Tabla 77*Porcentaje de Plan Cumplido para la Semana 5.*

PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO - SEMANA 5					
Actividad	Actividades Programadas	Actividad al 100%	Cantidad de Actividades Completadas	Actividad No Completada	PPC (%)
Encofrado del solado	4	SI	2	NO	50%
Vaciado del solado		SI		NO	
Trazo y replanteo de placas		NO		SI	
Armado de acero para vigas de cimentación		NO		SI	

Nota. Fuente Propia.

En la semana 6, se desarrollaron 3 actividades: armado de acero para la platea, armado de acero de muros de contención (sótano) y armado de acero para placas y columnas (sótano). Respectivamente, las 2 primeras actividades programadas fueron desarrolladas completamente, mientras que la última actividad no se logró completar en su totalidad. Por ende, se obtuvo un PPC del 67%.

Tabla 78*Porcentaje de Plan Cumplido para la Semana 6.*

PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO - SEMANA 6					
Actividad	Actividades Programadas	Actividad al 100%	Cantidad de Actividades Completadas	Actividad No Completada	PPC (%)
Armado de acero para platea	3	SI	2	NO	67%
Armado de acero de muros de contención - SÓTANO		SI		NO	
Armado de acero para placas y columnas - SÓTANO		NO		SI	

Nota. Fuente Propia.

En la semana 7, se desarrollaron 4 actividades: armado de acero para placas y columnas (sótano), armado de acero para escaleras (sótano), el vaciado de platea de cimentación y el encofrado de muros de contención, escaleras, placas y columnas (sótano). Respectivamente, las 3 primeras actividades programadas fueron desarrolladas completamente, mientras que la última actividad no se logró completar en su totalidad. Por ende, se obtuvo un PPC del 75%.

Tabla 79

PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO - SEMANA 7					
Actividad	Actividades Programadas	Actividad al 100%	Cantidad de Actividades Completadas	Actividad No Completada	PPC (%)
Armado de acero para placas y columnas - SÓTANO	4	SI	3	NO	75%
Armado de acero para escaleras - SÓTANO		SI		NO	
Vaciado de platea de cimentación		SI		NO	
Encofrado de muros de contención, escaleras, placas y columnas - SÓTANO		NO		SI	

*Porcentaje de Plan Cumplido para la Semana 7.**Nota.* Fuente Propia.

En la semana 8, se desarrollaron 2 actividades: encofrado de muros de contención, escaleras, placas y columnas (sótano) y el vaciado para muros de contención, escaleras, placas y columnas (sótano). Respectivamente, la primera actividad programada fue desarrollada completamente, mientras que la última

actividad no se logró completar en su totalidad. Por ende, se obtuvo un PPC del 50%.

Tabla 80

Porcentaje de Plan Cumplido para la Semana 8.

PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO - SEMANA 8					
Actividad	Actividades Programadas	Actividad al 100%	Cantidad de Actividades Completadas	Actividad No Completada	PPC (%)
Encofrado de muros de contención, escaleras, placas y columnas - SÓTANO	2	SI	1	NO	50%
Vaciado para muros de contención, escaleras y placas - SÓTANO		NO		SI	

Nota. Fuente Propia.

En la semana 9, se desarrollaron 3 actividades: desencofrado de muros de contención, placas y columnas (sótano), encofrado de fondo de vigas (sótano) y armado de acero para vigas (sótano). Respectivamente, las 2 primeras actividades programadas fueron desarrolladas completamente, mientras que la última actividad no se logró completar en su totalidad. Por ende, se obtuvo un PPC del 67%.

Tabla 81

Porcentaje de Plan Cumplido para la Semana 9.

PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO - SEMANA 9					
Actividad	Actividades Programadas	Actividad al 100%	Cantidad de Actividades Completadas	Actividad No Completada	PPC (%)
Desencofrado de muros de contención, placas y columnas - SÓTANO	3	SI	2	NO	67%
Encofrado de fondo de vigas - SÓTANO		SI		NO	
Armado de acero para vigas - SÓTANO		NO		SI	

Nota. Fuente Propia.

Tabla 82

Porcentaje de Plan Cumplido para la Semana 10.

PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO - SEMANA 10					
Actividad	Actividades Programadas	Actividad al 100%	Cantidad de Actividades	Actividad No Completada	PPC (%)

			Completadas		
Armado de acero para vigas - SÓTANO	5	SI	4	NO	80%
Encofrado de cartera de vigas - SÓTANO		SI		NO	
Encofrado de losa y colocación de SVB - SÓTANO		SI		NO	
Armado de acero para losa - SÓTANO		SI		NO	
Vaciado de losa - SÓTANO		NO		SI	

Nota. Fuente Propia.

En la semana 11, se desarrollaron 6 actividades: armado de acero para placas y columnas (P1), armado de acero para escaleras (P1), encofrado de placas y columnas (P1), encofrado de escaleras (P1), vaciado de placas, columnas y escaleras (P1) y desencofrado de placas y columnas (P1). Respectivamente, las 5 primeras actividades programadas fueron desarrolladas completamente, mientras que la última actividad no se logró completar en su totalidad. Por ende, se obtuvo un PPC del 83%.

Tabla 83

Porcentaje de Plan Cumplido para la Semana 11.

PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO - SEMANA 11					
Actividad	Actividades Programadas	Actividad al 100%	Cantidad de Actividades Completadas	Actividad No Completada	PPC (%)
Armado de acero para placas y columnas - P1	6	SI	5	NO	83%
Armado de acero para escaleras - P1		SI		NO	
Encofrado de placas y columnas - P1		SI		NO	
Encofrado de escaleras - P1		SI		NO	
Vaciado de placas, columnas y escaleras - P1		SI		NO	
Desencofrado de placas y columnas - P1		NO		SI	

Nota. Fuente Propia.

En la semana 12, se desarrollaron 6 actividades: encofrado de fondo de vigas (P1), armado de acero para vigas (P1), encofrado de cartera de vigas (P1), encofrado de losa y colocación SVB (P1), armado de acero para la losa (P1) y

vaciado de losa (P1). La última actividad no se logró completar en su totalidad. Por ende, se obtuvo un PPC del 83%.

Tabla 84

Porcentaje de Plan Cumplido para la Semana 12.

PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO - SEMANA 12					
Actividad	Actividades Programadas	Actividad al 100%	Cantidad de Actividades Completadas	Actividad No Completada	PPC (%)
Encofrado de fondo de vigas - P1	6	SI	5	NO	83%
Armado de acero para vigas - P1		SI		NO	
Encofrado de cartera de vigas - P1		SI		NO	
Encofrado de losa y colocación de SVB - P1		SI		NO	
Armado de acero para la losa - P1		SI		NO	
Vaciado de losa - P1		NO		SI	

Nota. Fuente Propia.

En la semana 13, se desarrollaron 4 actividades: armado de acero para placas y columnas (P2), armado de acero para escaleras (P2), encofrado de placas y columnas (P2) y encofrado de escaleras (P2). La última actividad no se logró completar en su totalidad. Por ende, se obtuvo un PPC del 75%.

Tabla 85

Porcentaje de Plan Cumplido para la Semana 13.

PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO - SEMANA 13					
Actividad	Actividades Programadas	Actividad al 100%	Cantidad de Actividades Completadas	Actividad No Completada	PPC (%)
Armado de acero para placas y columnas - P2	4	SI	3	NO	75%
Armado de acero para escaleras - P2		SI		NO	
Encofrado de placas y columnas - P2		SI		NO	
Encofrado de escaleras - P2		NO		SI	

Nota. Fuente Propia.

En la semana 14, se desarrollaron 7 actividades: vaciado de placas, columnas y escaleras (P2), desencofrado de placas y columnas (P2) junto al desencofrado de escaleras (P1), encofrado de fondo de vigas (P2), armado de acero

de vigas (P2), encofrado de cartera de vigas (P2), encofrado de losa y colocación SVB (P2) y el armado de acero para losa (P2). Respectivamente, las 6 primeras actividades programadas fueron desarrolladas completamente, mientras que la última actividad no se logró completar en su totalidad. Por ende, se obtuvo un PPC del 86%.

Tabla 86

Porcentaje de Plan Cumplido para la Semana 14.

PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO - SEMANA 14					
Actividad	Actividades Programadas	Actividad al 100%	Cantidad de Actividades Completadas	Actividad No Completada	PPC (%)
Vaciado de placas, columnas y escaleras - P2	7	SI	6	NO	86%
Desencofrado de placas y columnas - P2 y desencofrado de escaleras - P1		SI		NO	
Encofrado de fondo de vigas - P2		SI		NO	
Armado de acero de vigas - P2		SI		NO	
Encofrado de cartera de vigas - P2		SI		NO	
Encofrado de losa y colocación de SVB - P2 (50%)		SI		NO	
Armado de acero para losa - P2 (50%)		NO		SI	

Nota. Fuente Propia.

Durante la semana 15, se desarrollaron 5 actividades: encofrado de losa y colocación SVB (P2), el armado de acero para losa (P2), vaciado de losa (P2), armado de acero para placas y columnas (P3) y el encofrado de placas y columnas (P3). Respectivamente, las 4 primeras actividades programadas fueron desarrolladas completamente, mientras que la última actividad no se logró completar en su totalidad. Por ende, se obtuvo un PPC del 80%.

Tabla 87

Porcentaje de Plan Cumplido para la Semana 15.

PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO - SEMANA 15					
Actividad	Actividades Programadas	Actividad al 100%	Cantidad de Actividades Completadas	Actividad No Completada	PPC (%)
Encofrado de losa y colocación de SVB - P2 (100%)	5	SI	4	NO	80%
Armado de acero para la losa - P2 (100%)		SI		NO	
Vaciado de losa - P2		SI		NO	
Armado de acero para placas y columnas - P3		SI		NO	
Encofrado de placas y columnas - P3		NO		SI	

Nota. Fuente Propia.

En la semana 16, se desarrollaron 8 actividades: armado de acero para escaleras (P3), encofrado de escaleras (P3), vaciado de placas, columnas y escaleras (P3), desencofrado de placas y columnas del piso 3, etc. Respectivamente, las 7 primeras actividades programadas fueron desarrolladas completamente, mientras que la última actividad no se logró completar en su totalidad. Por ende, se obtuvo un PPC del 88%.

Tabla 88

Porcentaje de Plan Cumplido para la Semana 16.

PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO - SEMANA 16					
Actividad	Actividades Programadas	Actividad al 100%	Cantidad de Actividades Completadas	Actividad No Completada	PPC (%)
Armado de acero para escaleras - P3	8	SI	7	NO	88%
Encofrado de escaleras - P3		SI		NO	
Vaciado de placas, columnas y escaleras - P3		SI		NO	
Desencofrado de placas y columnas- P3		SI		NO	
Desencofrado de escaleras - P2		SI		NO	
Encofrado de fondo de vigas - P3		SI		NO	
Armado de acero para vigas - P3		SI		NO	
Encofrado de cartera de vigas - P3		NO		SI	

Nota. Fuente Propia.

Durante la semana 17, se desarrollaron 5 actividades: encofrado de losa y colocación SVB (P3), el armado de acero para losa (P3), vaciado de losa (P3),

armado de acero para placas y columnas (P4) y el encofrado de placas y columnas (P4). Respectivamente, las 4 primeras actividades programadas fueron desarrolladas completamente, mientras que la última actividad no se logró completar en su totalidad. Por ende, se obtuvo un PPC del 80%.

Tabla 89

Porcentaje de Plan Cumplido para la Semana 17.

PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO - SEMANA 17					
Actividad	Actividades Programadas	Actividad al 100%	Cantidad de Actividades Completadas	Actividad No Completada	PPC (%)
Encofrado de losa y colocación de SVB - P3	5	SI	4	NO	80%
Armado del acero de losa - P3		SI		NO	
Vaciado de losa - P3		SI		NO	
Armado del acero de placas y columnas - P4		SI		NO	
Encofrado de placas y columnas - P4		NO		SI	

Nota. Fuente Propia.

En la semana 18, se desarrollaron 10 actividades: armado de acero de placas y columnas (P4), armado de acero para escaleras (P4), encofrado de placas y columnas (P4), encofrado de escaleras (P4), vaciado de placas, columnas y escaleras (P4), desencofrado de placas (P4), desencofrado de escaleras (P3), encofrado de fondo de vigas (P4), armado de acero para vigas (P4) y encofrado de cartera de viga (P4). Respectivamente, las 7 primeras actividades programadas fueron desarrolladas completamente, mientras que las 2 últimas actividades no se lograron completar en su totalidad. Por ende, se obtuvo un PPC del 80%.

Tabla 90

Porcentaje de Plan Cumplido para la Semana 18.

PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO - SEMANA 18

Actividad	Actividades Programadas	Actividad al 100%	Cantidad de Actividades Completadas	Actividad No Completada	PPC (%)
Armado de acero de placas y columnas - P4	10	SI	8	NO	80%
Armado de acero para escaleras - P4		SI		NO	
Encofrado de placas y columnas - P4		SI		NO	
Encofrado de escaleras - P4		SI		NO	
Vaciado de placas, columnas y escaleras - P4		SI		NO	
Desencofrado de placas - P4		SI		NO	
Desencofrado de escaleras - P3		SI		NO	
Encofrado de fondo de vigas - P4		SI		NO	
Armado de acero para vigas - P4		NO		SI	
Encofrado de cartera de viga - P4		NO		SI	

Nota. Fuente Propia.

Tabla 91

Porcentaje de Plan Cumplido para la Semana 19.

PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO - SEMANA 19					
Actividad	Actividades Programadas	Actividad al 100%	Cantidad de Actividades Completadas	Actividad No Completada	PPC (%)
Armado de acero para vigas - P4	7	SI	6	NO	86%
Encofrado de cartera de vigas - P4		SI		NO	
Encofrado de losa y colocación de SVB - P4		SI		NO	
Armado de acero de losa - P4		SI		NO	
Vaciado de losa - P4		SI		NO	
Armado del acero de placas y columnas - P5		SI		NO	
Encofrado de placas y columnas - P5		NO		SI	

Nota. Fuente Propia.

Durante la semana 20, se desarrollaron 10 actividades: armado de acero de placas y columnas (P5), armado de acero para escaleras (P5), encofrado de placas y columnas (P5), encofrado de escaleras (P5), vaciado de placas, columnas y

escaleras (P5), desencofrado de placas y columnas (P5), desencofrado de escaleras (P4), encofrado de fondo de vigas (P5), armado de acero para vigas (P5) y encofrado de cartera de vigas (P5). Respectivamente, las 8 primeras actividades programadas fueron desarrolladas completamente, mientras que las 2 últimas actividades no se lograron completar en su totalidad. Por ende, se obtuvo un PPC del 80%.

Tabla 92

Porcentaje de Plan Cumplido para la Semana 20.

PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO - SEMANA 20					
Actividad	Actividades Programadas	Actividad al 100%	Cantidad de Actividades Completadas	Actividad No Completada	PPC (%)
Armado de acero de placas y columnas - P5	10	SI	8	NO	80%
Armado de acero para escaleras - P5		SI		NO	
Encofrado de placas y columnas - P5		SI		NO	
Encofrado de escaleras - P5		SI		NO	
Vaciado de placas, columnas y escaleras - P5		SI		NO	
Desencofrado de placas y columnas - P5		SI		NO	
Desencofrado de escaleras - P4		SI		NO	
Encofrado de fondo de vigas - P5		SI		NO	
Armado de acero para vigas - P5		NO	SI		
Encofrado de cartera de vigas - P5		NO	SI		

Nota. Fuente Propia.

En la semana 21, se desarrollaron 7 actividades: armado de acero para vigas (P5), encofrado de cartera de vigas (P5), encofrado de losa y colocación SVB (P5), armado de acero de losa (P5), vaciado de losa (P5), armado de acero de placas y columnas (P6) y encofrado de placas y columnas (P6). Respectivamente, las 6 primeras actividades programadas fueron desarrolladas completamente, mientras que la última actividad no se logró completar en su totalidad. Por ende, se obtuvo un PPC del 86%.

Tabla 93

Porcentaje de Plan Cumplido para la Semana 21.

PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO - SEMANA 21					
Actividad	Actividades Programadas	Actividad al 100%	Cantidad de Actividades Completadas	Actividad No Completada	PPC (%)
Armado de acero para vigas - P5	7	SI	6	NO	86%
Encofrado de cartera de vigas - P5		SI		NO	
Encofrado de losa y colocación de SVB - P5		SI		NO	
Armado del acero de losa - P5		SI		NO	
Vaciado de losa - P5		SI		NO	
Armado del acero de placas y columnas - P6		SI		NO	
Encofrado de placas y columnas - P6		NO		SI	

Nota. Fuente Propia.

Tabla 94

Porcentaje de Plan Cumplido para la Semana 22.

PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO - SEMANA 22					
Actividad	Actividades Programadas	Actividad al 100%	Cantidad de Actividades Completadas	Actividad No Completada	PPC (%)
Armado de acero de placas y columnas - P6	8	NO	6	SI	75%
Armado de acero para escaleras - P6		SI		NO	
Encofrado de placas y columnas - P6		NO		SI	
Encofrado de escaleras - P6		SI		NO	
Vaciado de placas, columnas y escaleras - P6		SI		NO	
Desencofrado de placas y columnas - P6		SI		NO	
Desencofrado de escaleras - P5		SI		NO	
Encofrado de fondo de vigas - P6		SI		NO	

Nota. Fuente Propia.

Durante la semana 23, se desarrollaron 7 actividades: armado de acero para vigas (P6), encofrado de cartera de viga (P6), encofrado de losa y colocación SVB (P6), armado de acero de losa (P6), vaciado de losa (P6), armado de acero de placas y columnas (P7) y encofrado de placas y columnas (P7). Respectivamente, las 6 primeras actividades programadas fueron desarrolladas completamente,

mientras que la última actividad no se logró completar en su totalidad. Por ende, se obtuvo un PPC del 86%.

Tabla 95

Porcentaje de Plan Cumplido para la Semana 23.

PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO - SEMANA 23					
Actividad	Actividades Programadas	Actividad al 100%	Cantidad de Actividades Completadas	Actividad No Completada	PPC (%)
Armado de acero para vigas - P6	7	SI	6	NO	86%
Encofrado de cartera de vigas - P6		SI		NO	
Encofrado de losa y colocación de SVB - P6		SI		NO	
Armado del acero de losa - P6		SI		NO	
Vaciado de losa - P6		SI		NO	
Armado del acero de placas y columnas - P7		SI		NO	
Encofrado de placas y columnas - P7		NO		SI	

Nota. Fuente Propia.

En la semana 24, se desarrollaron 7 actividades: armado de acero de placas y columnas (P7), armado de acero para escaleras (P7), encofrado de placas y columnas (P7), encofrado de escaleras (P7), vaciado de placas, columnas y escaleras (P7), desencofrado de placas y columnas (P7) y desencofrado de escaleras (P6). Respectivamente, casi todas las actividades programadas fueron desarrolladas completamente, a excepción de última actividad programada, la cual no logró completarse en su totalidad. Por ende, se obtuvo un PPC del 86%.

Tabla 96

Porcentaje de Plan Cumplido para la Semana 24.

PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO - SEMANA 24					
Actividad	Actividades Programadas	Actividad al 100%	Cantidad de Actividades Completadas	Actividad No Completada	PPC (%)
Armado de acero de placas y columnas - P7	7	NO	6	SI	86%
Armado de acero para escaleras - P7		SI		NO	
Encofrado de placas y columnas - P7		SI		NO	
Encofrado de escaleras - P7		SI		NO	

Vaciado de placas, columnas y escaleras - P7	SI	NO
Desencofrado de placas y columnas - P7	SI	NO
Desencofrado de escaleras - P6	SI	NO

Nota. Fuente Propia.

Tabla 97

Porcentaje de Plan Cumplido para la Semana 25.

PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO - SEMANA 25					
Actividad	Actividades Programadas	Actividad al 100%	Cantidad de Actividades Completadas	Actividad No Completada	PPC (%)
Encofrado de fondo de vigas - P7	6	SI	5	NO	83%
Armado de acero para vigas - P7		SI		NO	
Encofrado de cartera de vigas - P7		SI		NO	
Encofrado de losa y colocación de SVB - P7		SI		NO	
Armado del acero de losa - P7		SI		NO	
Vaciado de losa - P7		NO		SI	

Nota. Fuente Propia.

En la semana 26, se desarrollaron 7 actividades: armado de acero de placas y columnas (P8), armado de acero para escaleras (P8), encofrado de placas y columnas (P8), encofrado de escaleras (P8), vaciado de placas, columnas y escaleras (P8), desencofrado de placas (P8) y desencofrado de placas (P7). Respectivamente, las 6 primeras actividades programadas fueron desarrolladas completamente, mientras que la última actividad no se logró completar en su totalidad. Por ende, se obtuvo un PPC del 86%.

Tabla 98

Porcentaje de Plan Cumplido para la Semana 26.

PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO - SEMANA 26					
Actividad	Actividades Programadas	Actividad al 100%	Cantidad de Actividades Completadas	Actividad No Completada	PPC (%)
Armado de acero de placas y columnas - P8	7	SI	6	NO	86%
Armado de acero para escaleras - P8		SI		NO	
Encofrado de placas y columnas - P8		SI		NO	
Encofrado de escaleras - P8		SI		NO	
Vaciado de placas, columnas y escaleras - P8		SI		NO	
Desencofrado de placas - P8		SI		NO	
Desencofrado de escaleras - P7		NO		SI	

Nota. Fuente Propia.

Durante la semana 27, se desarrollaron 6 actividades: encofrado de fondo de viga (P8), armado de acero para vigas (P8), encofrado de cartera de viga (P8), encofrado de losa y colocación SVB (P8), armado de acero de losa (P8) y vaciado de losa (P8). Respectivamente, las 5 primeras actividades programadas fueron desarrolladas completamente, mientras que la última actividad no se logró completar en su totalidad. Por ende, se obtuvo un PPC del 83%.

Tabla 99

Porcentaje de Plan Cumplido para la Semana 27.

PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO - SEMANA 27					
Actividad	Actividades Programadas	Actividad al 100%	Cantidad de Actividades Completadas	Actividad No Completada	PPC (%)
Encofrado de fondo de vigas - P8	6	SI	5	NO	83%
Armado de acero para vigas - P8		SI		NO	
Encofrado de cartera de vigas - P8		SI		NO	
Encofrado de losa y colocación de SVB - P8		SI		NO	
Armado del acero de losa - P8		SI		NO	
Vaciado de losa - P8		NO		SI	

Nota. Fuente Propia.

En la semana 28, se desarrollaron 7 actividades: armado de acero de placas y columnas (P9), armado de acero para escaleras (P9), encofrado de placas y

columnas (P9), encofrado de escaleras (P9), vaciado de placas, columnas y escaleras (P9), desencofrado de placas y columnas (P9) y desencofrado de escaleras (P8). Respectivamente, casi todas las actividades programadas fueron desarrolladas completamente, a excepción de la quinta actividad programada, la cual no logró completarse en su totalidad. Por ende, se obtuvo un PPC del 86%.

Tabla 100

Porcentaje de Plan Cumplido para la Semana 28.

PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO - SEMANA 28					
Actividad	Actividades Programadas	Actividad al 100%	Cantidad de Actividades Completadas	Actividad No Completada	PPC (%)
Armado de acero de placas y columnas - P9	7	SI	6	NO	86%
Armado de acero para escaleras - P9		SI		NO	
Encofrado de placas y columnas - P9		SI		NO	
Encofrado de escaleras - P9		SI		NO	
Vaciado de placas, columnas y escaleras - P9		NO		SI	
Desencofrado de placas y columnas - P9		SI		NO	
Desencofrado de escaleras - P8		SI		NO	

Nota. Fuente Propia.

Durante la semana 29, se desarrollaron 5 actividades: encofrado de fondo de vigas (P9), armado de acero para vigas (P9), encofrado de cartera de vigas (P9), encofrado de losa y colocación de SVB (P9) y armado de acero de losa (P9). Respectivamente, las 4 primeras actividades programadas fueron desarrolladas completamente, mientras que la última actividad no se logró completar en su totalidad. Por ende, se obtuvo un PPC del 80%.

Tabla 101

Porcentaje de Plan Cumplido para la Semana 29.

PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO - SEMANA 29

Actividad	Actividades Programadas	Actividad al 100%	Cantidad de Actividades Completadas	Actividad No Completada	PPC (%)
Encofrado de fondo de vigas - P9	5	SI	4	NO	80%
Armado de acero para vigas - P9		SI		NO	
Encofrado de carterá de vigas - P9		SI		NO	
Encofrado de losa y colocación de SVB - P9		SI		NO	
Armado del acero de losa - P9		NO		SI	

Nota. Fuente Propia.

En la semana 30, se desarrollaron 7 actividades: encofrado de losa y colocación SVB (P9), armado de acero de losa (P9), vaciado de losa (P9), armado de acero de placas y columnas (P10), armado del acero para escaleras (P10), encofrado de placas y columnas (P10) y encofrado de escaleras (P10). Respectivamente, las 6 primeras actividades programadas fueron desarrolladas completamente, mientras que la última actividad no se logró completar en su totalidad. Por ende, se obtuvo un PPC del 86%.

Tabla 102

Porcentaje de Plan Cumplido para la Semana 30.

PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO - SEMANA 30					
Actividad	Actividades Programadas	Actividad al 100%	Cantidad de Actividades Completadas	Actividad No Completada	PPC (%)
Encofrado de losa y colocación de SVB - P9	7	SI	6	NO	86%
Armado de acero de losa - P9		SI		NO	
Vaciado de losa - P9		SI		NO	
Armado del acero de placas y columnas - P10		SI		NO	
Armado del acero para escaleras - P10		SI		NO	
Encofrado de placas y columnas - P10		SI		NO	
Encofrado de escaleras - P10		NO		SI	

Nota. Fuente Propia.

Durante la semana 31, se desarrollaron 8 actividades: vaciado de placas, columnas y escaleras (P10), desencofrado de placas y columnas (P10),

desencofrado de escaleras (P9), encofrado de fondo de vigas (P10), armado de acero para vigas (P10), encofrado de cartera de vigas (P10), encofrado de losa y colocación de SVB (P10) y armado de acero de losa (P10). Respectivamente, las 7 primeras actividades programadas fueron desarrolladas completamente, mientras que la última actividad no se logró completar en su totalidad. Por ende, se obtuvo un PPC del 88%.

Tabla 103

Porcentaje de Plan Cumplido para la Semana 31.

PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO - SEMANA 31					
Actividad	Actividades Programadas	Actividad al 100%	Cantidad de Actividades Completadas	Actividad No Completada	PPC (%)
Vaciado de placas, columnas y escaleras - P10	8	SI	7	NO	88%
Desencofrado de placas y columnas - P10		SI		NO	
Desencofrado de escaleras - P9		SI		NO	
Encofrado de fondo de vigas - P10		SI		NO	
Armado de acero para vigas - P10		SI		NO	
Encofrado de cartera de vigas - P10		SI		NO	
Encofrado de losa y colocación de SVB - P10		SI		NO	
Armado del acero de losa - P10		NO	SI		

Nota. Fuente Propia.

Finalmente, en la semana 32, se desarrollaron 9 actividades: encofrado de losa y colocación SVB (P10), armado de acero de losa (P10), vaciado de losa (P10), armado de acero de placas y columnas (azotea), encofrado de placas y columnas (azotea), vaciado de placas y columnas (azotea), desencofrado de placas y columnas (azotea), desencofrado de escaleras (P10) y desencofrado de muros de contención (azotea). Respectivamente, la mayoría de las actividades programadas

fueron desarrolladas completamente, a excepción de la primera, la cual no se logró completar en su totalidad. Por ende, se obtuvo un PPC del 89%.

Tabla 104

Porcentaje de Plan Cumplido para la Semana 32.

PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO - SEMANA 32					
Actividad	Actividades Programadas	Actividad al 100%	Cantidad de Actividades Completadas	Actividad No Completada	PPC (%)
Encofrado de losa y colocación de SVB - P10	9	NO	8	SI	89%
Armado del acero de losa - P10		SI		NO	
Vaciado de losa - P10		SI		NO	
Armado del acero de placas y columnas - AZOTEA		SI		NO	
Encofrado de placas y columnas - AZOTEA		SI		NO	
Encofrado de muros de contención - AZOTEA		SI		NO	
Vaciado de placas y columnas - AZOTEA		SI		NO	
Desencofrado de placas - AZOTEA		SI		NO	
Desencofrado de escaleras - P10		SI		NO	

Nota. Fuente Propia.

Como observamos en las tablas anteriores, existe una variabilidad de porcentajes de plan cumplido, dentro de un rango mayor igual al 50% y menor igual a 100%. Esto indica que el avance general del proyecto está dentro de un margen aceptable de cumplimiento, sin embargo, se pueden identificar áreas que podrían estar enfrentando dificultades. Identificar y analizar las causas de estos niveles más bajos de cumplimiento, puede ayudar a corregir los problemas y optimizar el avance del proyecto.

A continuación, se presentará un cuadro resumen de los porcentajes de plan cumplido, indicando el PPC promedio que se obtuvo de inicio a fin en las 32 semanas.

Tabla 105

Resumen del Porcentaje de Plan Cumplido.

ITEM	ACTIVIDADES COMPLETADAS	ACTIVIDADES NO COMPLETADAS	ACTIVIDADES PROGRAMADAS	PPC
Semana 01	1	0	1	100%
Semana 02	1	1	2	50%
Semana 03	2	2	4	50%
Semana 04	2	1	3	67%
Semana 05	2	2	4	50%
Semana 06	2	1	3	67%
Semana 07	3	1	4	75%
Semana 08	1	1	2	50%
Semana 09	2	1	3	67%
Semana 10	4	1	5	80%
Semana 11	5	1	6	83%
Semana 12	5	1	6	83%
Semana 13	3	1	4	75%
Semana 14	6	1	7	86%
Semana 15	4	1	5	80%
Semana 16	7	1	8	88%
Semana 17	4	1	5	80%
Semana 18	8	2	10	80%
Semana 19	6	1	7	86%
Semana 20	8	2	10	80%
Semana 21	6	1	7	86%
Semana 22	6	2	8	75%
Semana 23	6	1	7	86%
Semana 24	6	1	7	86%
Semana 25	5	1	6	83%
Semana 26	6	1	7	86%
Semana 27	5	1	6	83%
Semana 28	6	1	7	86%
Semana 29	4	1	5	80%
Semana 30	6	1	7	86%
Semana 31	7	1	8	88%
Semana 32	8	1	9	89%
PROMEDIO	147	36	183	80%

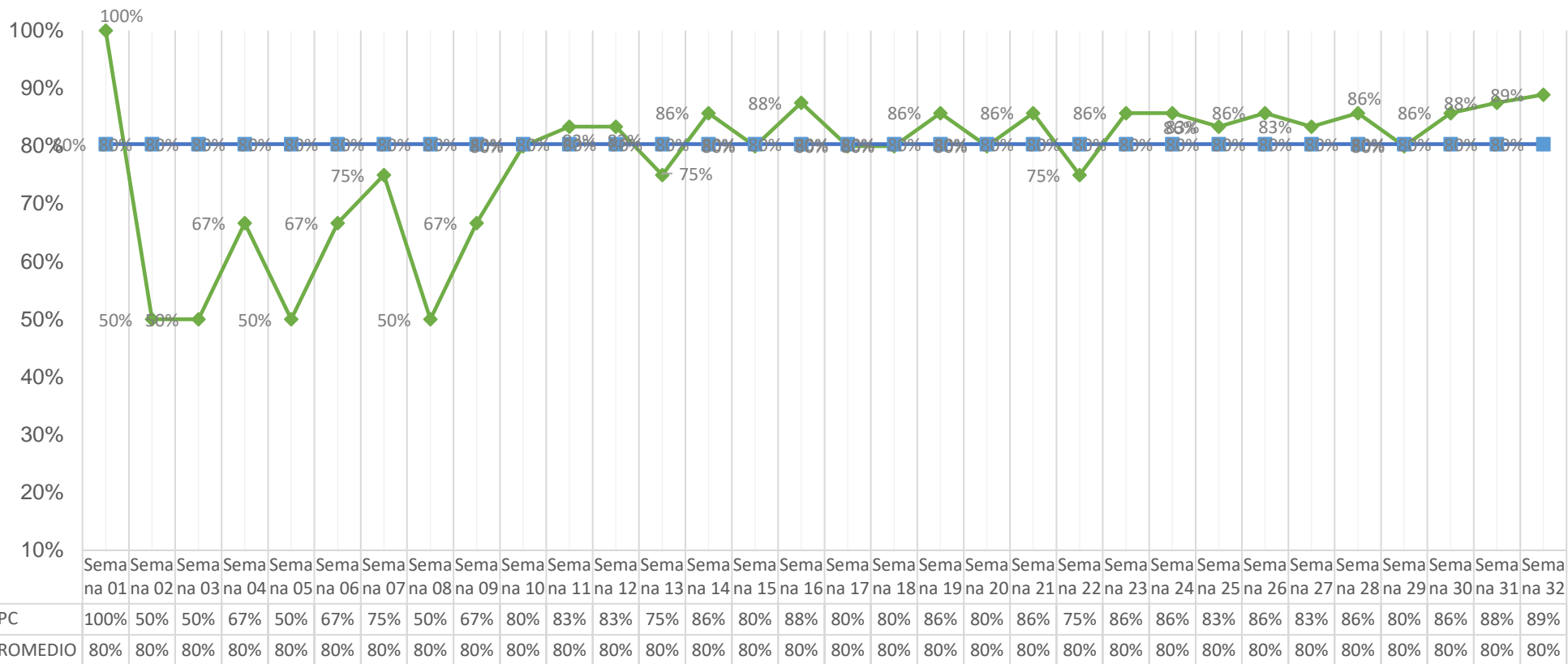
Nota. Fuente Propia.

El promedio de las actividades cumplidas da un total del 80% para las actividades estructurales ejecutadas. En el siguiente gráfico se mostrará la evolución de efectividad de las tareas cumplidas vs la media de avance

Figura 41

PORCENTAJE DE PLAN DE CUMPLIMIENTO (%)

◆ PPC ■ PROMEDIO



Porcentaje de plan de cumplimiento (%)

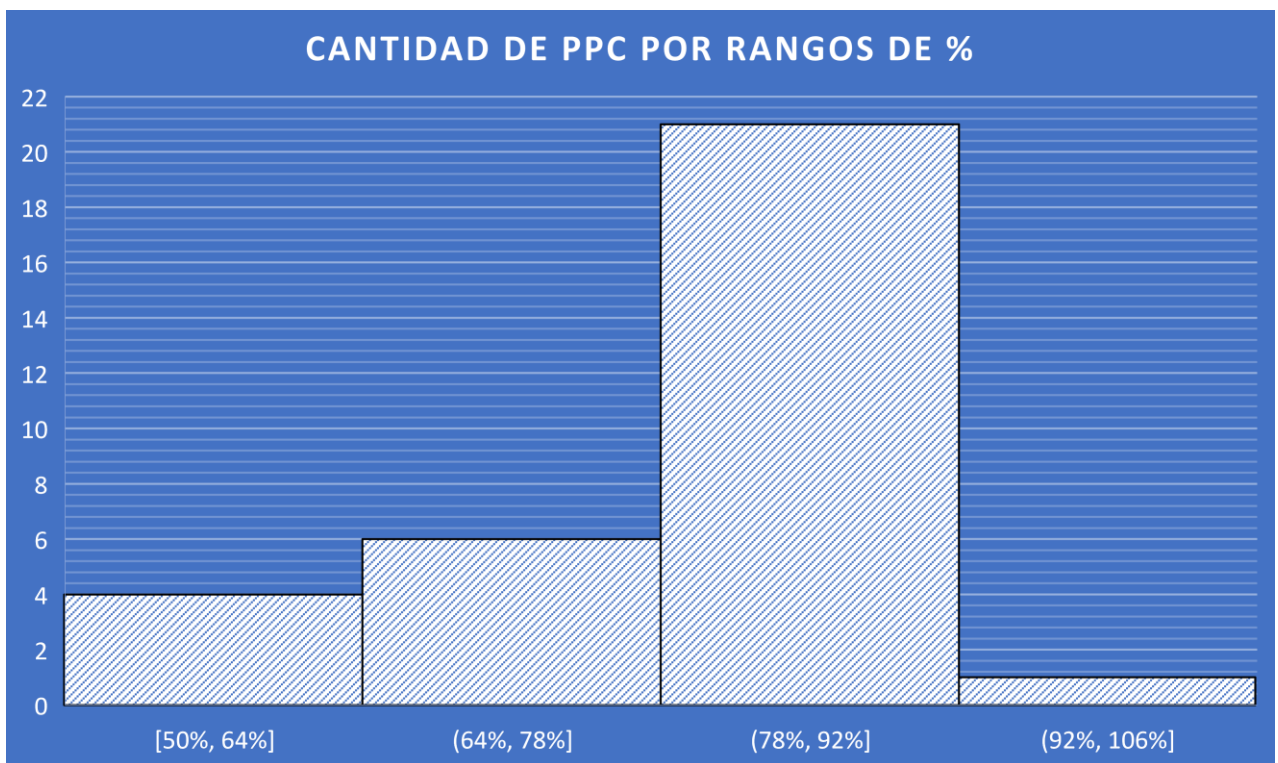
Nota.

Fuente

Propia.

Analizando el anterior gráfico, se puede observar que el PPC de la ejecución de los trabajos de las primeras semanas estaba por debajo del PPC promedio, debido a que se empezó con el desarrollo de la metodología del last planner system. Es por ello, que se toma como base las primeras programaciones, cuya información servirá para una mejor planificación de las actividades de las siguientes semanas. Así, se aplicará uno de los principios de esta metodología Lean como lo es la mejora continua. A partir de este punto, las siguientes semanas lograron alcanzar una mayor estabilidad de mejora, pudiendo asegurar una efectividad de cumplimiento de los trabajos por encima del 80%, teniendo como pico más alto a una efectividad del 88%.

Figura 42



Cantidad de PPC por rangos de %

Nota. Fuente Propia

Del mismo modo, el acumulado da a conocer que el control de los trabajos fue de manera creciente a lo largo de la ejecución de los procesos estructurales. Lo que demuestra que la correcta implementación del last planner system afectó en la mejoría la planificación de las actividades.

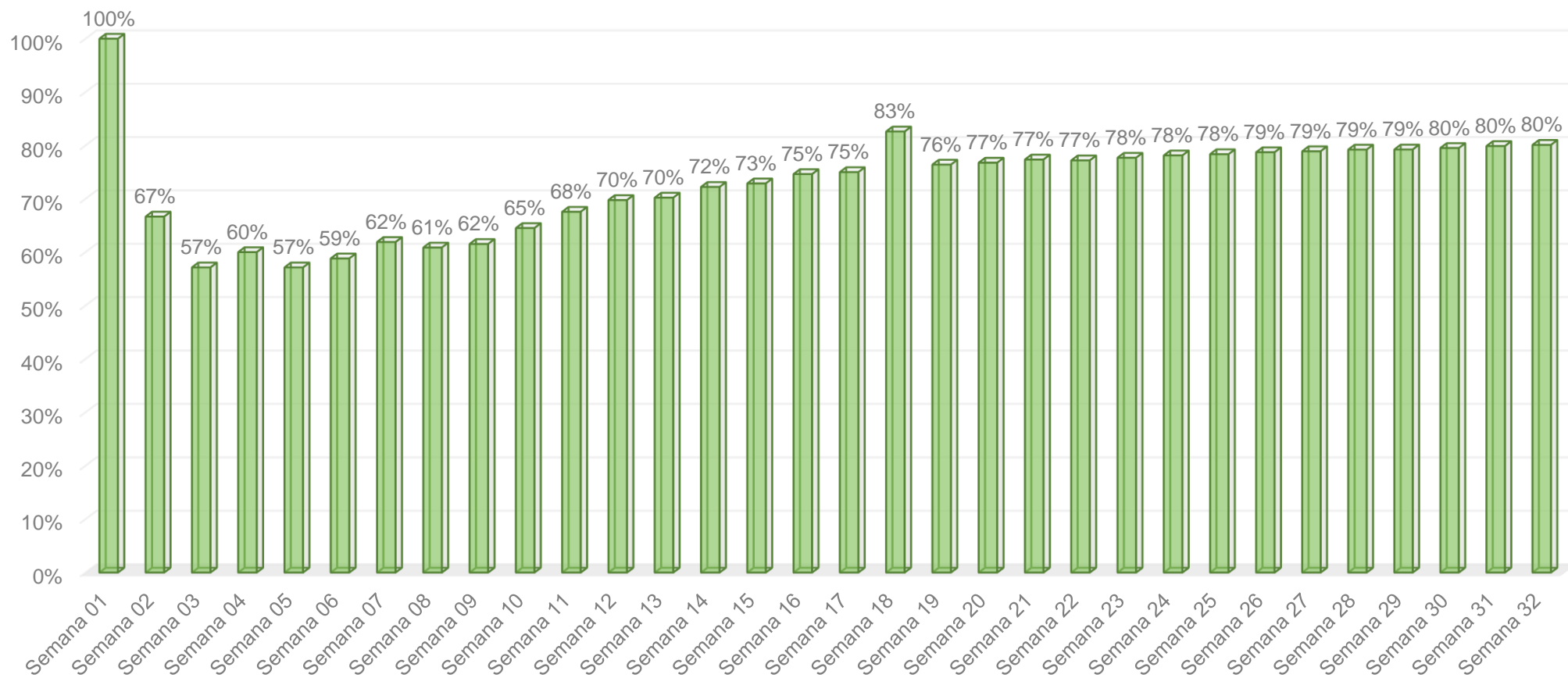
Tabla 106

Resumen acumulado del Porcentaje de Plan Cumplido.

	ITEM	PPC	PPC ACUMULADO
ota. Fue nte Prop ia.	Semana 01	100%	100%
	Semana 02	50%	67%
	Semana 03	50%	57%
	Semana 04	67%	60%
	Semana 05	50%	57%
	Semana 06	67%	59%
	Semana 07	75%	62%
	Semana 08	50%	61%
	Semana 09	67%	62%
	Semana 10	80%	65%
	Semana 11	83%	68%
	Semana 12	83%	70%
	Semana 13	75%	70%
	Semana 14	86%	72%
	Semana 15	80%	73%
	Semana 16	88%	75%
	Semana 17	80%	75%
	Semana 18	80%	83%
	Semana 19	86%	76%
	Semana 20	80%	77%
	Semana 21	86%	77%
	Semana 22	75%	77%
	Semana 23	86%	78%
	Semana 24	86%	78%
	Semana 25	83%	78%
	Semana 26	86%	79%
	Semana 27	83%	79%
	Semana 28	86%	79%
	Semana 29	80%	79%
	Semana 30	86%	80%
	Semana 31	88%	80%
	Semana 32	89%	80%

Figura 43

PORCENTAJE DE PLAN DE CUMPLIMIENTO ACUMULADO (%)



PPC acumulado.

Nota.

Fuente

Propia.

V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

DISCUSION 1

Se estructuró y se desarrolló el formato del master plan de los procesos estructurales del proyecto multifamiliar Mónaco en Monserrate, ciudad de Trujillo. Entre las partidas intervinientes se obtuvo el movimiento de tierras, obras de concreto simple y obras de concreto armado, comenzando los procesos estructurales un lunes 09/01/23 y finalizando las actividades un viernes 18/08/23 de acuerdo a lo que fue programado. Siguiendo una organización en base a la identificación de los hitos más principales. De acuerdo con Dávila y Pereda (2021) la propuesta de master plan que realizaron, trajo consigo grandes beneficios como el incremento de la productividad y optimización de los procesos constructivos. Esto demostró que en el proyecto Mónaco, la organización previa del master plan fue clave para la correcta disposición de las partidas estructurales, generando una mejor programación de las tareas a cumplir, permitiendo dar una visión integral más amplia de las actividades como también sirviendo de base para el desarrollo de los LookAheads y los Weekly Plans. Es por ello, que teniendo un buen master plan, brinda al proyecto una mejor planificación a largo plazo, ayuda a mantener una coherencia en el desarrollo de las actividades, promueve el desarrollo sostenible de recursos, minimiza errores y futuros problemas y sobre todo facilita la evaluación y monitoreo del progreso hacia los objetivos.

DISCUSIÓN 2

El desarrollo de los LookAhead permitió observar a detalle todas las actividades mensuales que pertenecen a la partida de estructura y los plazos establecidos para que el proyecto se desarrolle con total normalidad. Además, estos LookAhead también nos permitieron observar el avance real que hubo en campo de estas actividades e identificar cuáles fueron las actividades esenciales para la estructura de los pisos, que en este caso son los vaciados de placas, vigas y losa. De acuerdo con Peche (2023) al implementar esta herramienta (LPS) se mejoró significativamente en la planificación y productividad a pesar de la variabilidad presentada en la obra a causa de agentes externos, este método de flujo de trabajo es empleado generalmente en nuestro sector construcción ayudando a mejorar e incrementar la producción. Esto significa que, la aplicación del Last Planner System en obras como edificios multifamiliares, ayuda a poder tener una mejor gestión de las actividades programadas puesto que se cuenta con una visión clara y detallada de las actividades a desarrollar en las semanas siguientes.

DISCUSIÓN 3

La planificación semanal del proyecto del edificio multifamiliar en Trujillo fue de 32 semanas, la cual nos proporcionó una hoja de ruta detallada para gestionar eficientemente las actividades estructurales. En estas tablas encontramos información sobre la duración de las actividades, las fechas de inicio y término, y las restricciones encontradas, facilitando la anticipación de posibles retrasos y la implementación de medidas correctivas. Establecer fechas precisas para cada actividad nos permitió poder contar con los equipos, optimizando recursos y evitando restricciones. Esta planificación detallada permitió una gestión adecuada, mejorando la capacidad respuesta ante cualquier imprevisto, minimizando riesgos de retrasos y sobrecostos, y garantizando una mayor eficiencia y sostenibilidad del proyecto. Un adecuado análisis de restricciones se debe aplicar obligatoriamente ya que permitirá establecer las condiciones esenciales que se deben cumplir para llevar a cabo las diferentes actividades e identificará aquellas limitaciones que podrían obstaculizar su realización (Pons y Rubio, 2019). Esto significa que, los planes semanales fueron esenciales para una ejecución ordenada y eficiente, proporcionando una base sólida para la toma de decisiones y la gestión de riesgos a lo largo del desarrollo del proyecto.

DISCUSIÓN 4

Se determinaron 3 estrategias de solución para cada una de las restricciones más incidentes en las partidas de estructuras. De las cuales, dependiendo de la naturaleza de la restricción se tomó la solución o soluciones más apropiadas para poder liberar las diferentes actividades restringidas. Las soluciones fueron enfocadas en base a un análisis y a un formato de restricciones. Logrando establecer propuestas como alcanzar una calidad óptima de los materiales a emplear, una correcta supervisión de los procesos constructivos estructurales y de sus metrados, un adecuado mantenimiento de los equipos, una programación centrada en reuniones diarias y el desarrollo de capacitaciones para los obreros y operarios. De acuerdo con Moyano y Ventura (2019) las soluciones propuestas para las restricciones de cada actividad tomaron las ideas sobre los trabajos contributorios, trabajos no contributorios y trabajos productivos en donde se planteó un sistema de recompensas para motivar la producción de partidas y cumplir con los metrados establecidos. Entre otras medidas correctivas se emplearon un análisis y supervisión de las tareas planificadas con las tareas ejecutadas, una alta calidad de los materiales e insumos y capacitaciones regulares para los operarios y albañiles. Esto demostró que en el proyecto Mónaco las medidas de solución fueron 2 veces más efectivas que en el estudio general sobre los edificios multifamiliares en la ciudad de Trujillo, incrementado así las posibilidades en un 200% de liberar las restricciones. Es por ello que el proceso de identificar las restricciones, siempre debe ir acompañado de estrategias que permitan resolverlas de manera oportuna, de modo que las actividades puedan llevarse a cabo según lo planificado (Pons y Rubio, 2019). De esta manera, se evidencia que no existe un molde para establecer estrategias de solución. Estas pueden ser muy variables, dependiendo del contexto y naturaleza de la restricción, pero lo importante es saber escoger cual de todas ellas se ajusta al problema. Dentro del marco, un sistema de recompensas es tan útil y ventajoso como establecer reuniones periódicas, comprar materiales de alta calidad y capacitar a los obreros, ya que ambos a su método de solución logran derribar las posibles dificultades, superando las restricciones, evitando los retrasos y las pérdidas económicas.

DISCUSIÓN 5

Se realizó el porcentaje de plan cumplido para las 32 semanas de duración de las actividades de la partida de estructuras mediante la división del número de actividades realizadas entre el número de actividades programadas de la semana respectiva, todo multiplicado por 100%. Como resultado de las primeras semanas, se obtuvo un PPC por debajo del promedio, debido a que se empezó a desarrollarse la metodología. A partir de este punto, las siguientes semanas lograron alcanzar una mayor estabilidad de mejora, pudiendo asegurar una efectividad de cumplimiento de los trabajos por encima del promedio. Al realizar el resumen de los PPC durante las 32 semanas, se obtuvo un promedio del 80%, lo cual funciona como indicador de que la aplicación del LPS tuvo éxito en el proyecto. De acuerdo a Chokewanka y Sotomayor (2018) al implementar el last planner system en los sectores E y F se observó un aumento del porcentaje de plan cumplido en las semanas donde se aplicó este sistema, contrastando con las semanas donde no había una correcta de planificación y el PPC era bajo y las actividades no se culminaban en los plazos establecidos. Esto significa que, la aplicación del last planner system influye para que las actividades sean desarrolladas en los plazos establecidos y de esta manera los porcentajes de plan cumplido semanales sean altos como en el caso del proyecto multifamiliar Mónaco llegando a un 80% en promedio total.

CONCLUSIONES

1. Se estructuró un plan maestro para el proyecto multifamiliar Mónaco, detallando y programando de manera precisa las actividades estructurales, incluyendo movimientos de tierra, obras de concreto simple (solado) y armado (vigas, placas, losas y platea de cimentación). Este plan, que abarca desde el 9 de enero hasta el 18 de agosto de 2023, proporciona una guía estructurada para asegurar la ejecución eficiente y coordinada de cada etapa.
2. El desarrollo de los LookAhead permitió observar a detalle todas las actividades mensuales que pertenecen a la partida de estructura y los plazos establecidos para que el proyecto se desarrolle con total normalidad. Se desarrollaron un total de 7 LookAhead desde el mes de enero hasta el mes de agosto donde se apreció que se avanzaba en promedio 2 pisos al mes. Los LookAhead nos facilitó una toma de decisiones más proactiva y nos brindó una idea sobre los aspectos a mejorar mes a mes en el desarrollo de los procesos estructurales.
3. Se desarrollaron 32 planes semanales para la partida de estructuras. En estos planes semanales se encontró información sobre la duración, las fechas de inicio y termino y las principales restricciones encontradas. Se encontraron 183 actividades programadas durante el desarrollo de los planes semanales. El desarrollo de los planes semanales fue esencial para la adecuada toma de decisiones y la capacidad de evitar restricciones.
4. Entre las restricciones más incidentes según su naturaleza fueron: las cuadrillas incompletas (13.90%), material para completar encofrado de madera (12.30%) y la gestión del material para el encofrado dimensionado (10.70%). Asu vez, estas restricciones se clasificaron por pre requisito (13.90%), equipos (11.76%), materiales (47.07%) y mano de obra (27.27%). Para poder mitigarlas, se buscaron 3 posibles

soluciones para cada restricción establecida y en base a un análisis y a un formato de restricciones, se logró solucionar y liberar a la mayoría de estas

5. Se logró un porcentaje de plan cumplido en promedio total del 80%, con 183 actividades programadas, 147 actividades completadas y 36 actividades no completadas dentro de la planificación programada. De esta manera, se verifica que la correcta aplicación del LPS logra que se obtenga porcentajes semanales por encima del promedio, generando una mayor productividad en la obra.

RECOMENDACIONES

- La primera sugerencia es seleccionar una persona competente que será responsable de la planificación semanal del proyecto (Planner).
- Para garantizar una planificación eficaz, es recomendable realizar reuniones de Pull Planning todos los viernes para revisar los resultados de la semana y planificar la próxima semana.
- Si surgen problemas concretos de variabilidad, se recomienda considerar proveedores alternativos en colaboración con la oficina técnica para evaluar las preocupaciones de costos.
- Es necesario que los planificadores designados asuman la responsabilidad de cada tarea, asegurando un compromiso confiable para asegurar un progreso ininterrumpido.
- Un enfoque Lean del trabajo implica tratar a los demás con respeto. Está en el derecho de todos ofrecer ideas que puedan ayudar a resolver problemas.
- Una sala big room en espacios más grandes permitiría reuniones colaborativas donde todas las partes podrían participar.
- Se programan reuniones diarias para recopilar información sobre el progreso diario y los obstáculos encontrados a lo largo del día.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez, M., Severino, M. y Armiñana, E. (2019). *An improvement in construction planning: Last Planner System* ®. *Building & Management*, Article 2.
<https://doi.org/10.20868/bma.2019.2.3924>
- Ascue, K. (2021). *Productividad en obras: Seis claves para entender su importancia*. Universidad Continental. <https://blogs.ucontinental.edu.pe/productividad-en-obras-seis-claves-para-entender-su-importancia/temas/ingenieria/>
- Atlassian. (s. f.). *Cronogramas de proyecto: Mejora tu gestión de proyectos*. Atlassian.
Recuperado de: <https://www.atlassian.com/es/work-management/project-management/project-planning/timeline>
- Bartolón, J. (2020). *Filosofía Lean Construction y su impacto en la implementación en e desarrollo de proyectos de edificación*. <http://repositorio.unam.mx>
- Benites, L., Escobar, C., Toledo, M., Pérez, A., Alayo, M., y Martínez, P. (2020). *Análisis de los factores de competitividad para la productividad sostenible de las PYMES en Trujillo (Perú)*. *Revista de Métodos Cuantitativos para la Economía y la Empresa*.
<https://doi.org/10.46661/revmetodoscuanteconempresa.3513>
- Carrillo, D. (2022). *Implementación Last Planner System (LPS) en el proyecto Urban Salitre Zúrich E2, construido por Ménsula Ingenieros S.A* [Universidad de los Andes].
<http://hdl.handle.net/1992/58168>
- Chokewanka, V., y Sotomayor, J. (2018). *Sistema Last Planner para mejorar la planificación en la obra civil del Centro de Salud Picota - San Martín* [Universidad San Martín de Porres]. <https://repositorio.usmp.edu.pe/handle/20.500.12727/4235>

- Costos (2021). *Construcción global crecerá un 5.7 % en el presente año*. Noticias de construcción en el Perú. <https://3.139.172.74/globaldata-construccion-global-crecera-un-5-7-en-el-presente-ano/>
- Dávila, J., y Pereda, D. (2021). *Implementación del sistema last planner para la optimización y control de obra de la vivienda multifamiliar Residencial Santa Edelmira—Trujillo—La Libertad* [Universidad Privada Antenor Orrego - UPAO]. <https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/7089>
- Delgado, C. y García, T. (2022). Análisis de la falta de supervisión técnica en las construcciones aprobadas por el municipio de Manta y su incidencia. *Revista Científica FIPCAEC* . <https://doi.org/10.23857/fipcaec.v7i4.730>
- Díaz, L., Oliveira, M., Pucharelli, P. y Pinzón, J. *Integración entre el sistema last planner y el sistema de gestión de calidad aplicados en el sector de la construcción civil*. Revista ingeniería de construcción. <https://doi.org/10.4067/S0718-50732019000200146>
- Espinoza, S. (2020). *Aplicación de la filosofía Lean Construction y la simulación al mejoramiento de los procesos constructivos en Grupo Yeril*. [Instituto Tecnológico de Costa Rica]. https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/11393/Aplicaci%c3%b3n_de_la_filosof%c3%ada_Lean_Construction....pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Fontalvo, T., De la Hoz, E., y Morelos, J. (2018). La productividad y sus factores: Incidencia en el mejoramiento organizacional. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6233008>
- García, B. (2021). *Introducción a la metodología Lean*. <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/165994/Garc%C3%ADa%20-%20Introducc%C3%B3n%20a%20la%20metodolog%C3%ADa%20Lean.pdf?sequence=1>
- Ghio, V. (2001). *Productividad en obras de construcción: Diagnóstico, crítica y propuesta*. Pontificia Universidad Católica del Perú. <https://repositorio.pucp.edu.pe/index/handle/123456789/181910>

- González, F. (2007). *Manufactura Esbelta (Lean Manufacturing). Principales Herramientas*.
<https://ideas.repec.org/a/cey/panora/v2y2007i2p85-112.html>
- Hoyos, M., y Botero, L. (2018). Evolution and global impact of the Last Planner System: A literature review. <https://doi.org/10.14482/inde.36.1.10946>
- ISO 9000, ISO 9000:2015, Cuarta edición (2015).
<https://www.iso.org/obp/ui/es/#iso:std:iso:9000:ed-4:v1:es>
- Jones, D., y Womack, J. (2012). *Lean Thinking: Cómo utilizar el pensamiento Lean para eliminar los despilfarros y crear valor en la empresa*.
<https://www.planetadelibros.com/libro-lean-thinking/61402>
- Lean Construction Institute. (2023). *Lean Construction*. <https://leanconstruction.org/lean-topics/lean-construction/>
- Marin, N., y Correa, L. (2020). Metodología Lean Construction en la mejora de la producción, caso de estudio: Red de alcantarillado Av. Cieza De León – La Purísima. *Revista Científica Pakamuros*, 8, 13-24. <https://doi.org/10.37787/pakamuros-unj.v8i3.135>
- Martín, A. (2021). *Los procesos de industrialización de la construcción tradicional*.
<https://oa.upm.es/67752/>
- Moon, M. (2019). *¿Qué es un flujo de trabajo y para qué se usa?*
<https://blog.trello.com/es/que-es-un-flujo-de-trabajo-ejemplo#:~:text=Un%20flujo%20de%20trabajo%20es,para%20lograr%20terminar%20tus%20actividades>.
- Moyano, K., y Ventura, J. (2019). *Evaluación de la aplicación del last planner system en la construcción de edificios multifamiliares, en Trujillo, la libertad* [Universidad Privada Antenor Orrego - UPAO]. <https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/4620>
- Pons, J. (2014). *Introducción a Lean Construction*. <http://www.juanfelipepons.com/wp-content/uploads/2017/02/Introduccion-al-Lean-Construction-1.pdf>

- Pons, J., y Rubio, I. (2019). *Lean construction y la planificación colaborativa. Metodología del Last Planner System*
<https://www.cgate.es/pdf/LEAN%20CONSTRUCTION%20PDF%20Web.pdf>
- Quesada, H., Buehlmann, U., y Arias, E. (2018). *Pensamiento Lean: Ejemplos y Aplicaciones en la Industria de Productos de Madera*.
https://www.pubs.ext.vt.edu/content/dam/pubs_ext_vt_edu/420/420-002S/CNRE-33S.pdf
- Remolina, A., y Polanco, L. M. (2014). Estudio de rendimientos para las actividades estructura y mampostería para un proyecto de construcción en el campus de la UPB.
<https://doi.org/10.15665/rp.v12i2.294>
- Reyna, C. L., y Sales, G. (2022). Aplicación de la metodología Last Planner en la construcción de la Institución Educativa Máximo Alvarado Romero—Loreto.
Repositorio Institucional - UCV.
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/86221>
- Richert, T. (2019). *Last Planner System – Besser Lean Construction Monterrey*.
<https://besserlean.mx/last-planner-system/>
- Rodríguez, F. (2020). Guía de Implementación de Last Planner System. *A3 Lean Construction*. <https://a3leanconstruction.com/guia-implementacion-last-planner-system/>
- Salvatierra, A., y Villavicencio, J. (2017). *Sistemas constructivos ventajas y desventajas, debido al desarrollo*. <https://www.eumed.net/cursecon/ecolat/ec/2017/sistemas-constructivos-ecuador.html>
- Socconini, L. (2019). *Lean Manufacturing: Paso a paso*.
<https://books.google.co.cr/books?id=rjyeDwAAQBAJ&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>
- Solís, H., y Chica, L. (2022). La metodología Just in Time como factor clave en las Pymes del sector textil. <https://doi.org/10.33262/ap.v4i1.1.162>

Tzortzopoulos, P., Kagioglou, M., y Koskela, L. (2020). *Lean Construction: Core Concepts and New Frontiers*.

[https://books.google.com.pe/books?hl=es&lr=&id=eTj3DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=Tzortzopoulos,+P.,+Kagioglou,+M.,+y+Koskela,+L.+\(2020\).&ots=hpKxSbyYIm&sig=3Biey5zJH3Wcov3v0McrDdrlaVs#v=onepage&q=Tzortzopoulos%2C%20P.%2C%20Kagioglou%2C%20M.%2C%20y%20Koskela%2C%20L.%20\(2020\).&f=false](https://books.google.com.pe/books?hl=es&lr=&id=eTj3DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=Tzortzopoulos,+P.,+Kagioglou,+M.,+y+Koskela,+L.+(2020).&ots=hpKxSbyYIm&sig=3Biey5zJH3Wcov3v0McrDdrlaVs#v=onepage&q=Tzortzopoulos%2C%20P.%2C%20Kagioglou%2C%20M.%2C%20y%20Koskela%2C%20L.%20(2020).&f=false)

Xiuyu, M., & Yan, W. (2023). Study on the mechanism of a lean construction safety planning and control system: An empirical analysis in China.

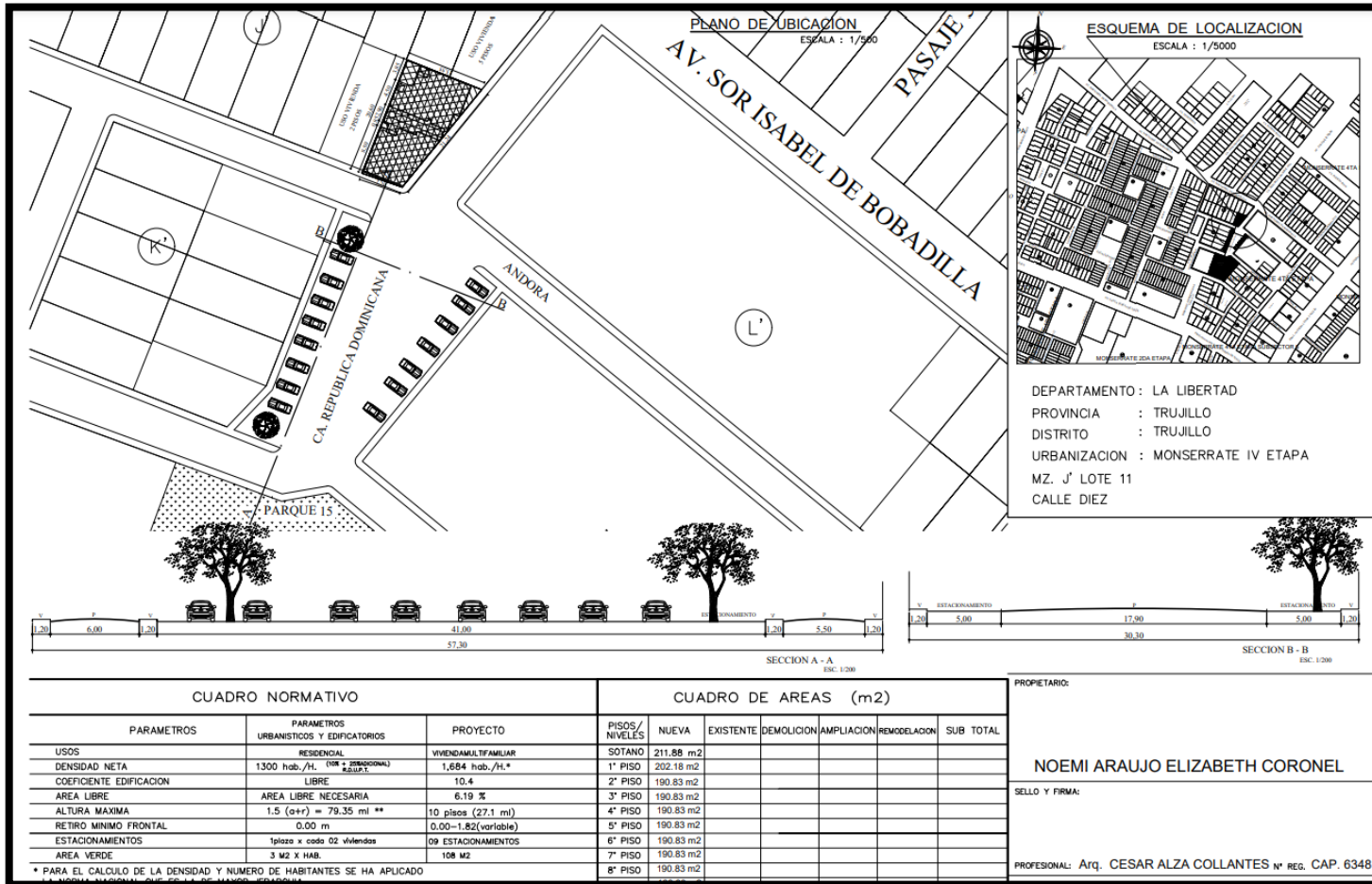
<https://doi.org/10.1016/j.asej.2022.101856>

Yesa, B. (2020). Sin planificación previa, no existe ahorro en la obra—EPC Tracker.

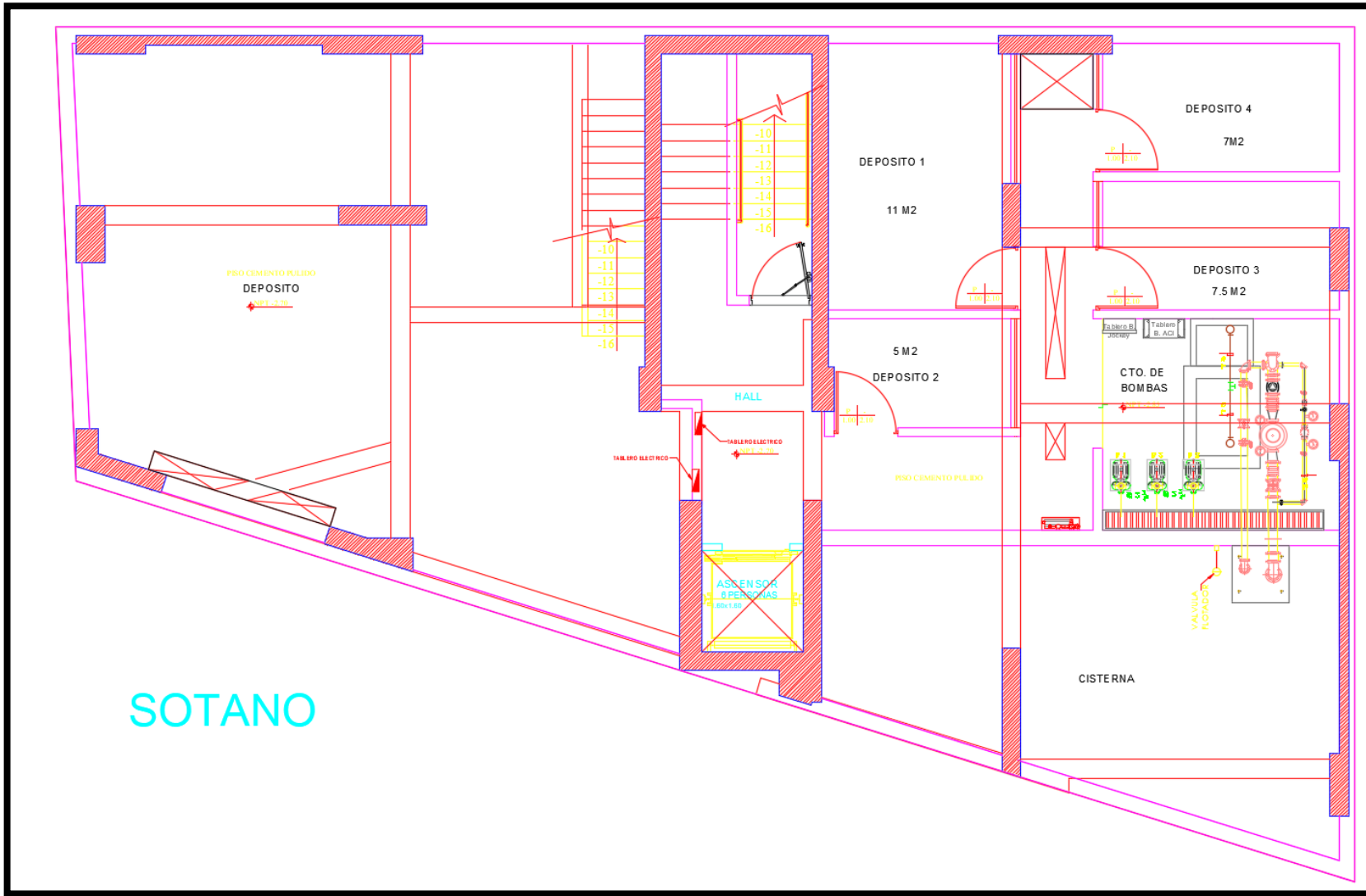
<https://epc-tracker.es/sin-planificacion-previa-no-existe-ahorro-en-la-o>

ANEXOS

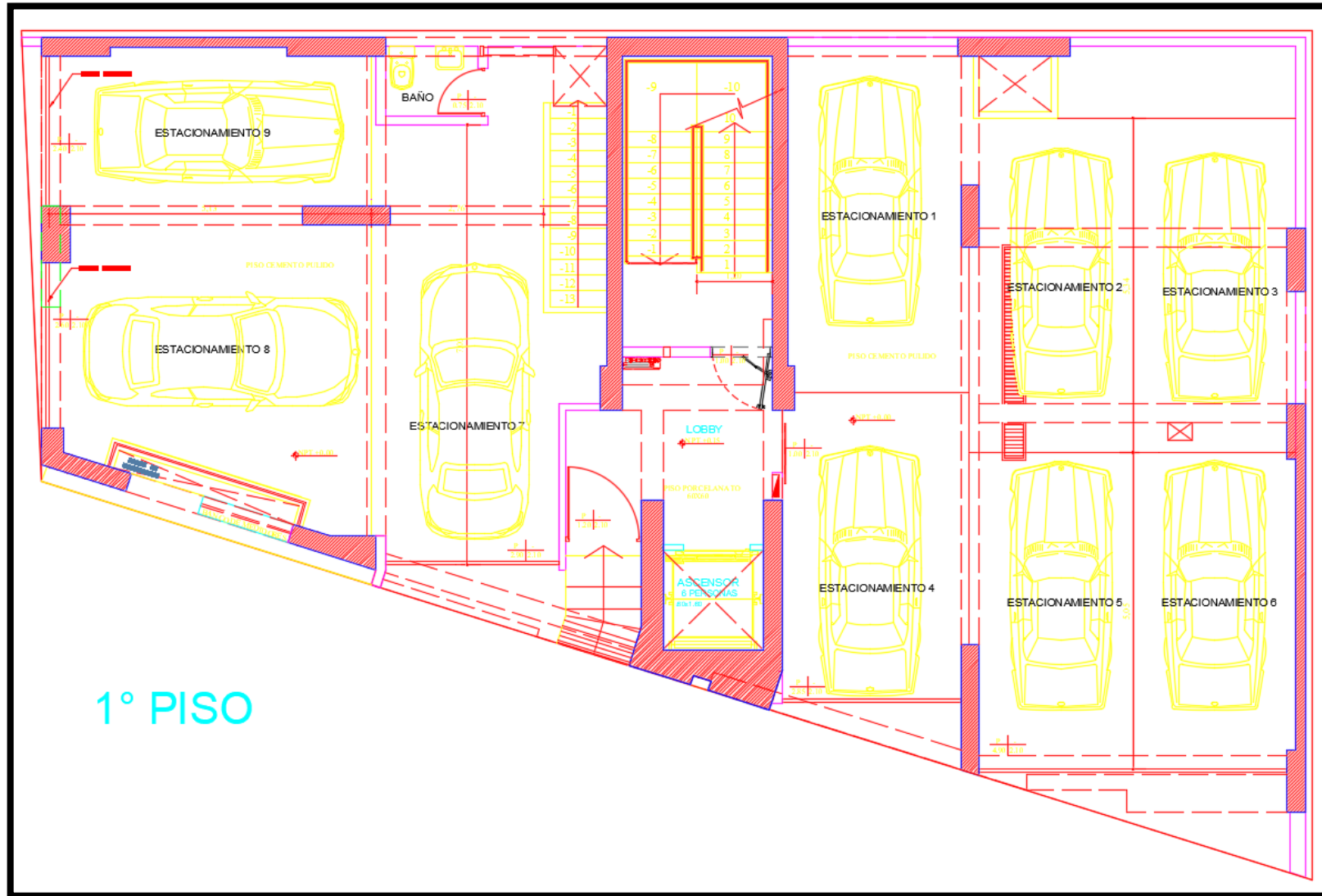
Anexo 01. Plano de ubicación y localización del edificio multifamiliar Mónaco.



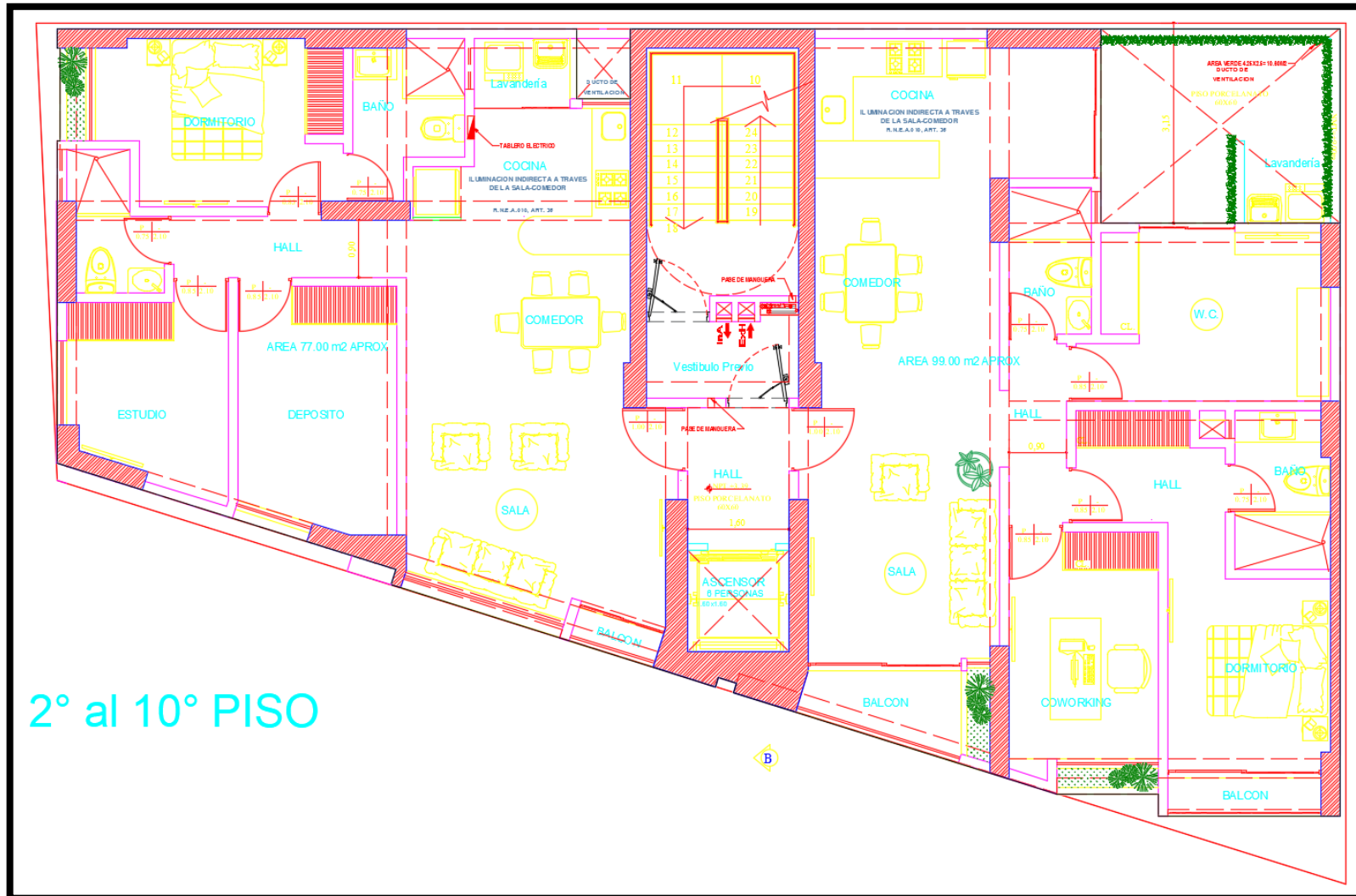
Anexo 02. Plano de distribución del sótano.



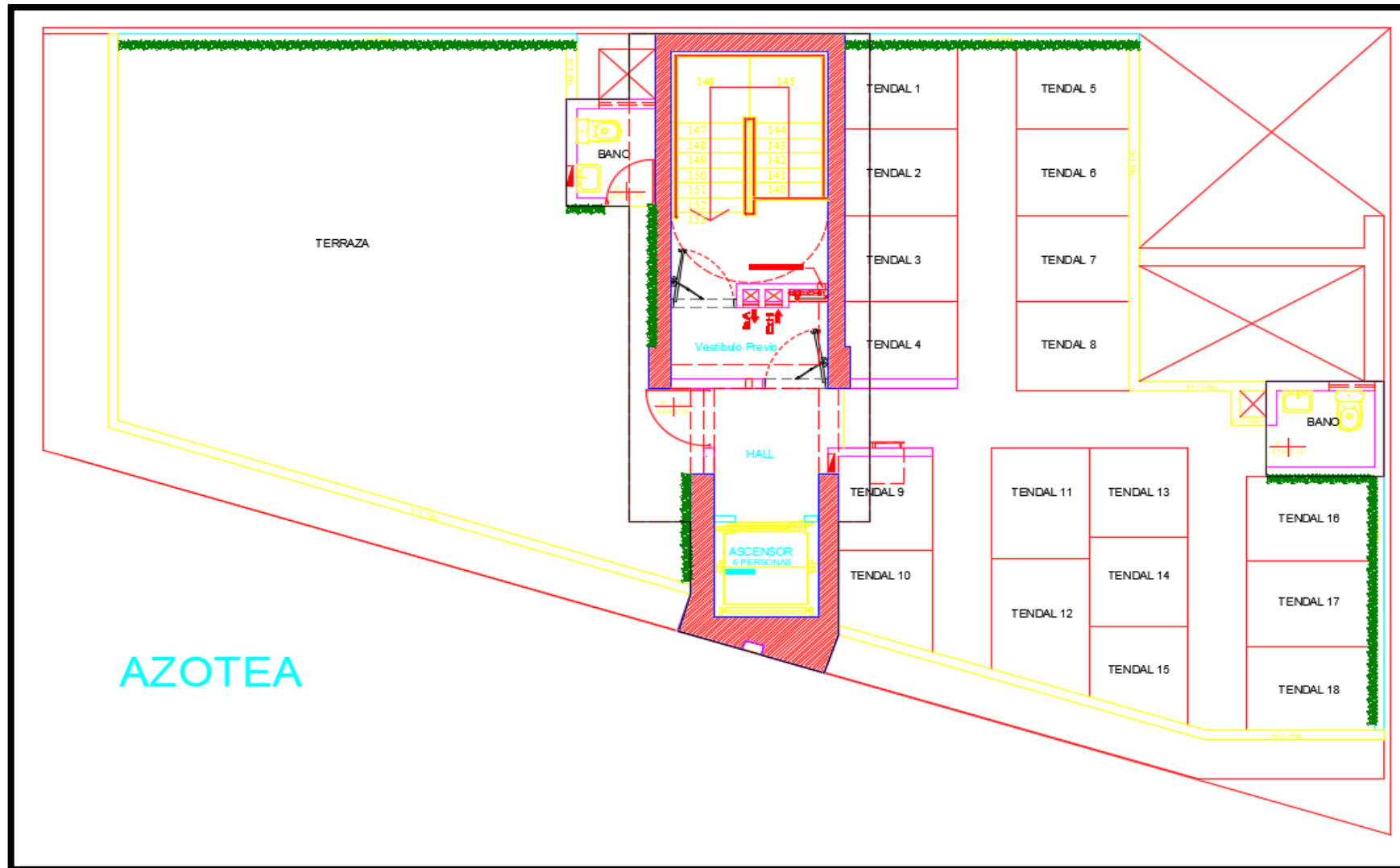
Anexo 03. Plano de distribución del primer piso.



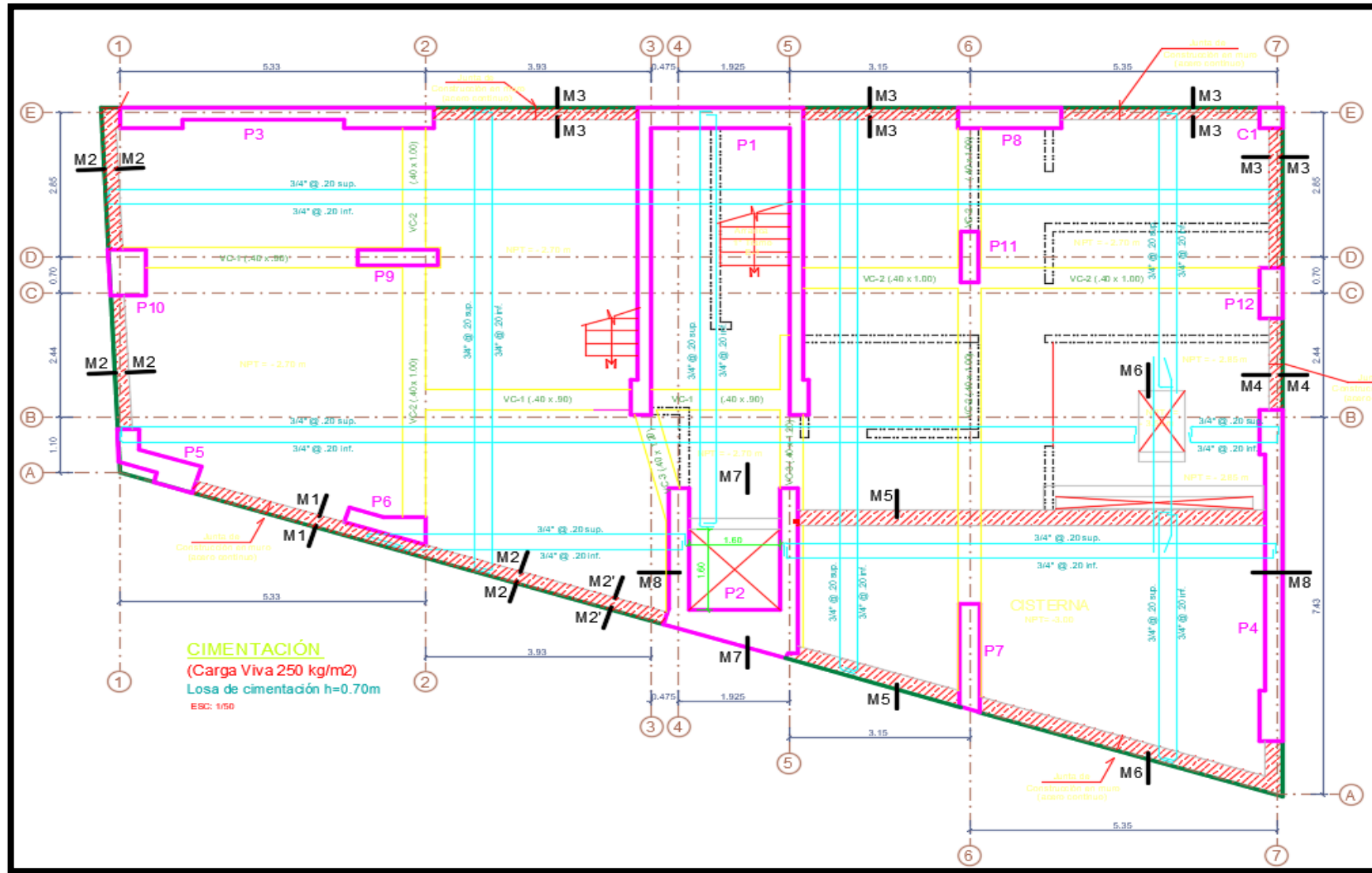
Anexo 04. Plano de distribución del 2do al 10mo piso.



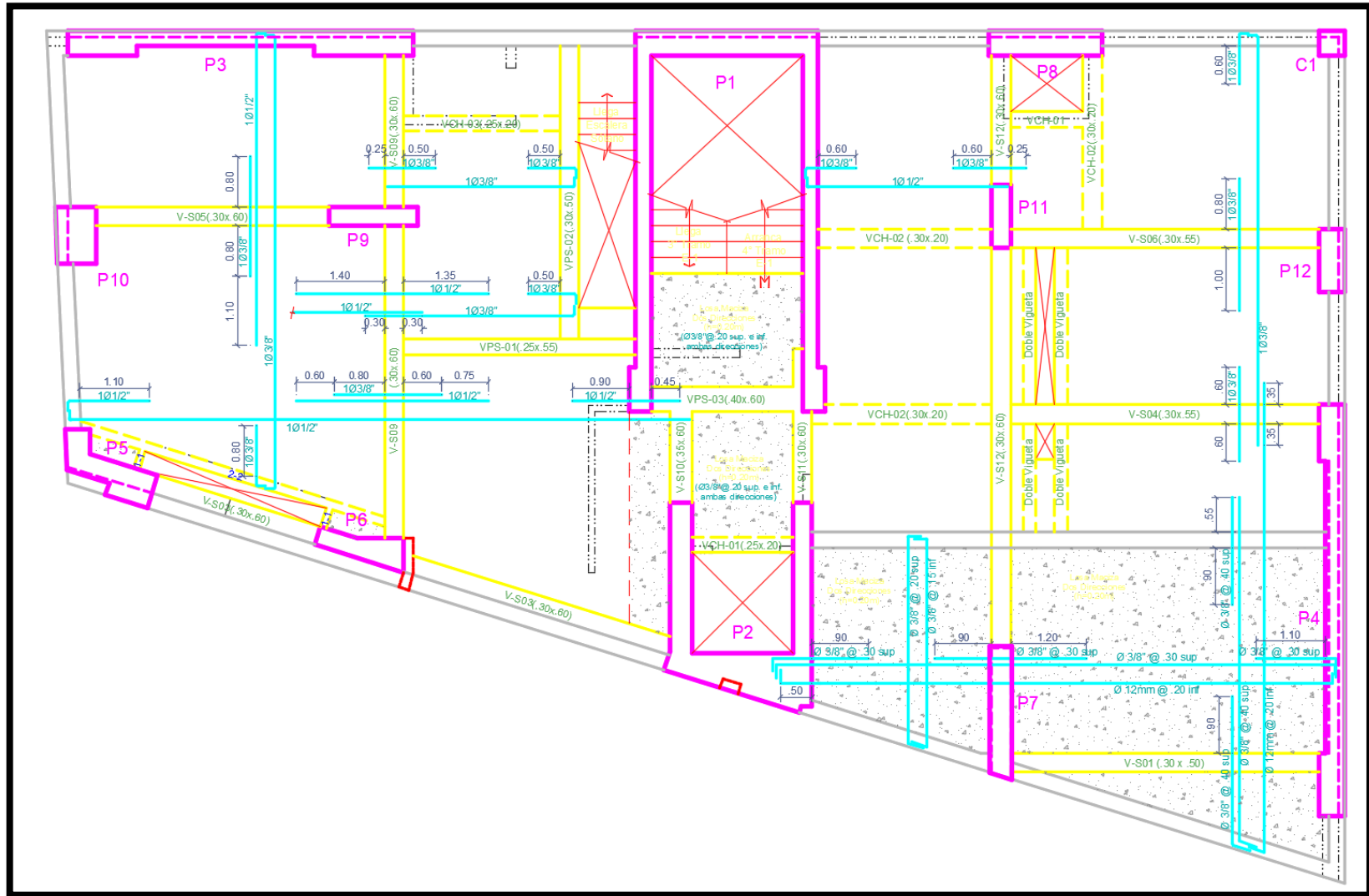
Anexo 05. Plano de distribución de la azotea.



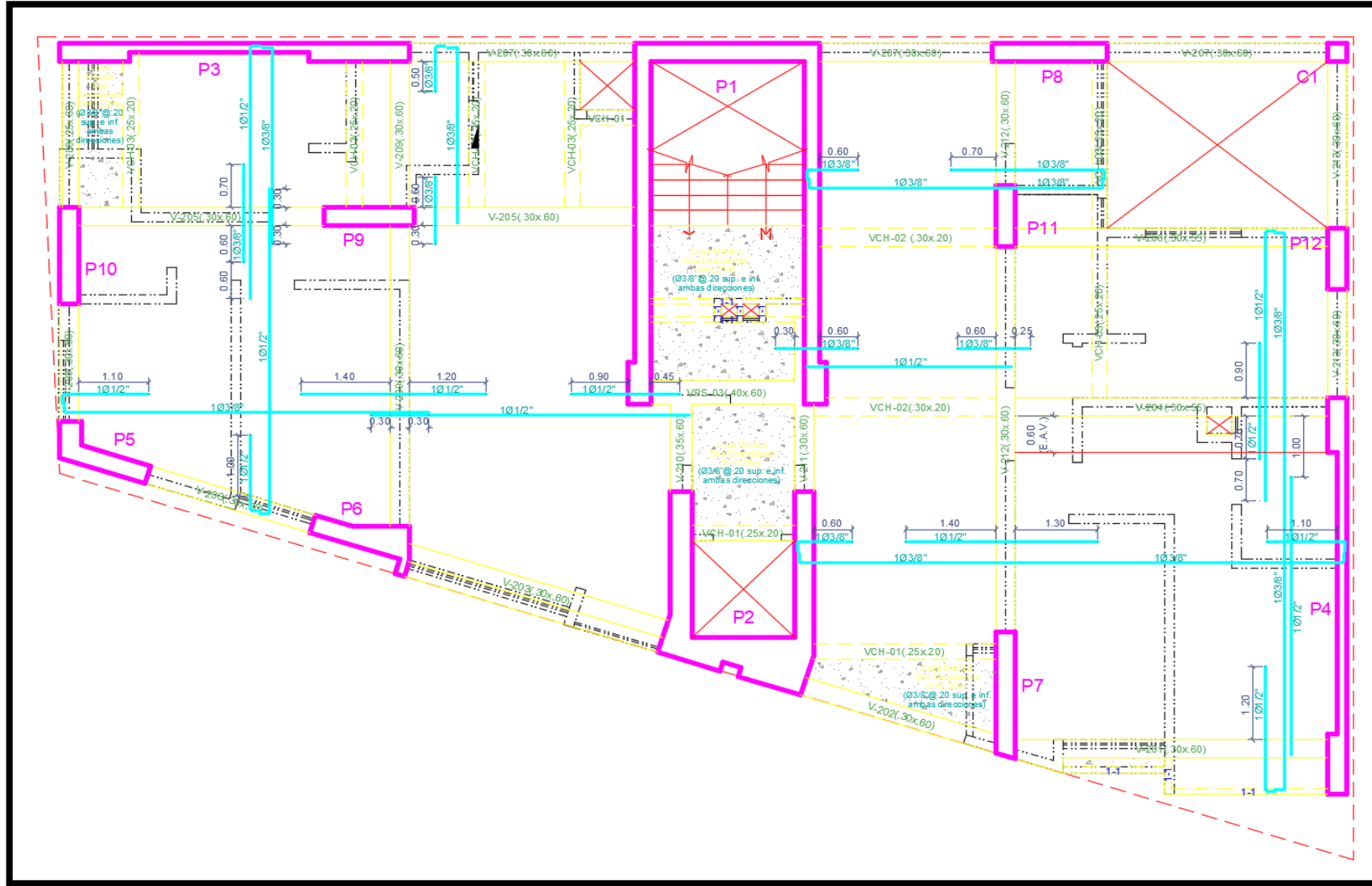
Anexo 06. Plano de Cimentación del proyecto multifamiliar Mónaco.



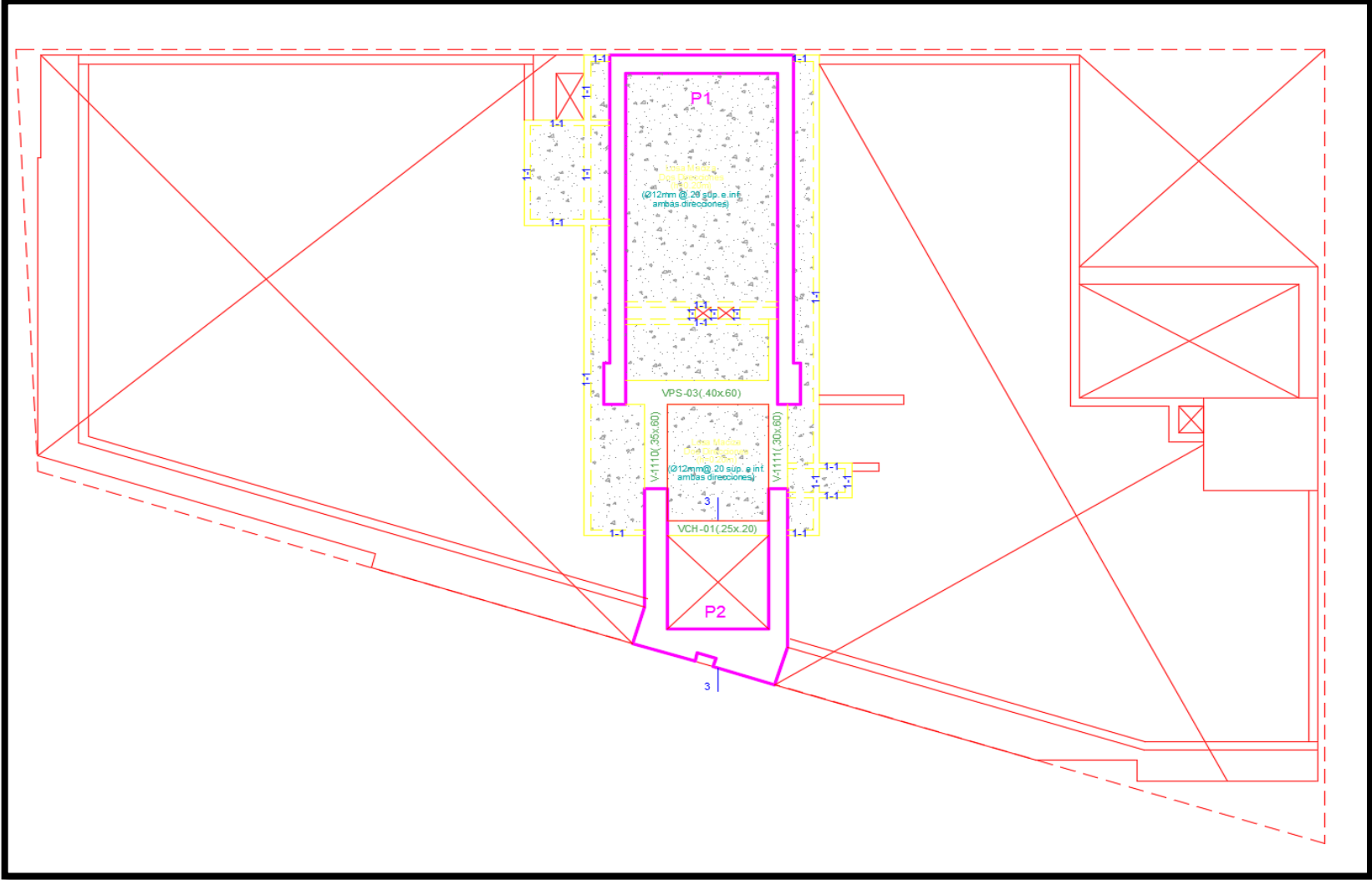
Anexo 07. Plano de estructura del sótano.



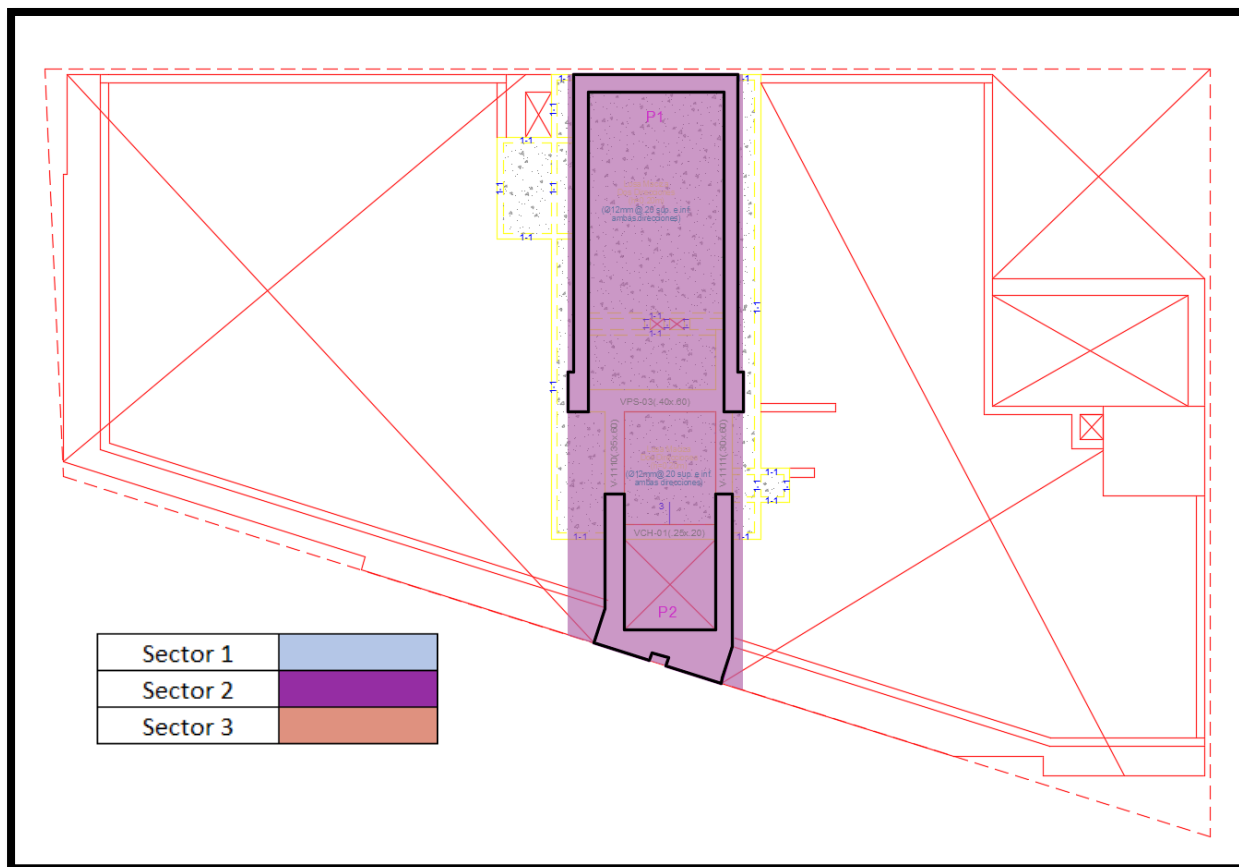
Anexo 09. Plano de estructura del 2do al 10mo piso.



Anexo 10. Plano de estructura de la azotea.



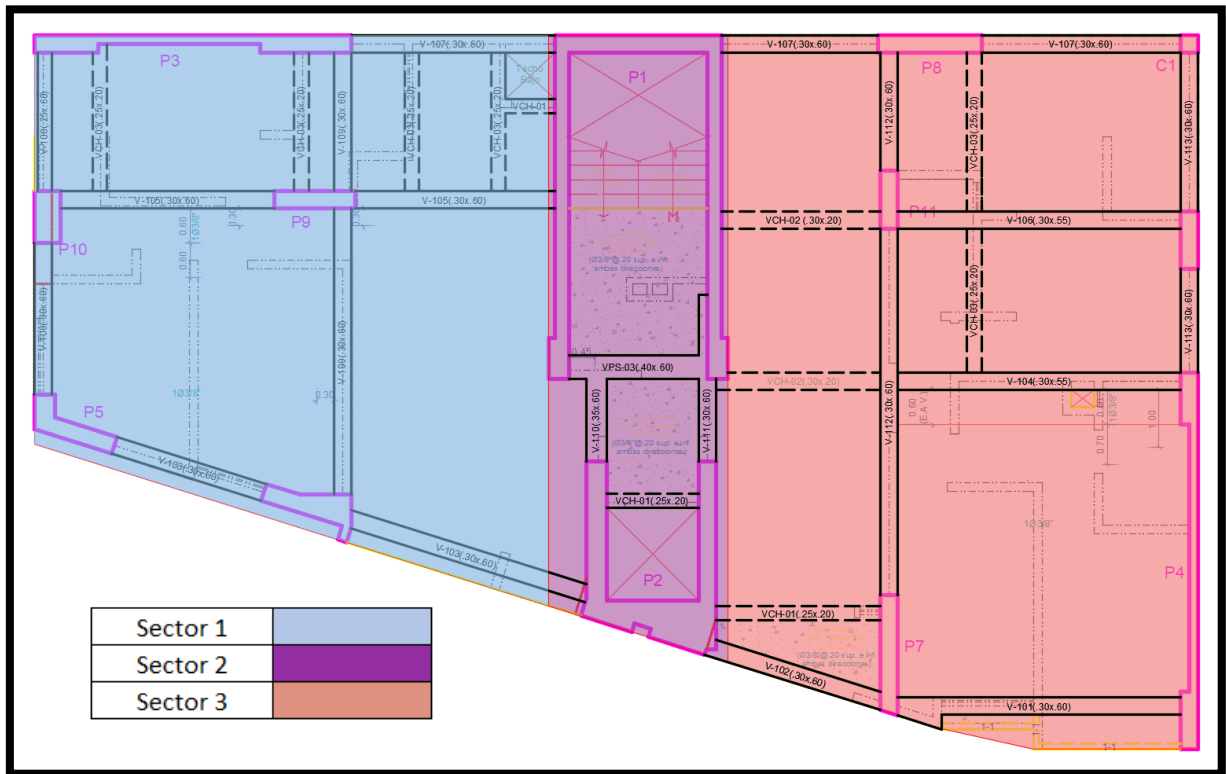
Anexo 11. Sectorización de placas y columnas en la azotea.

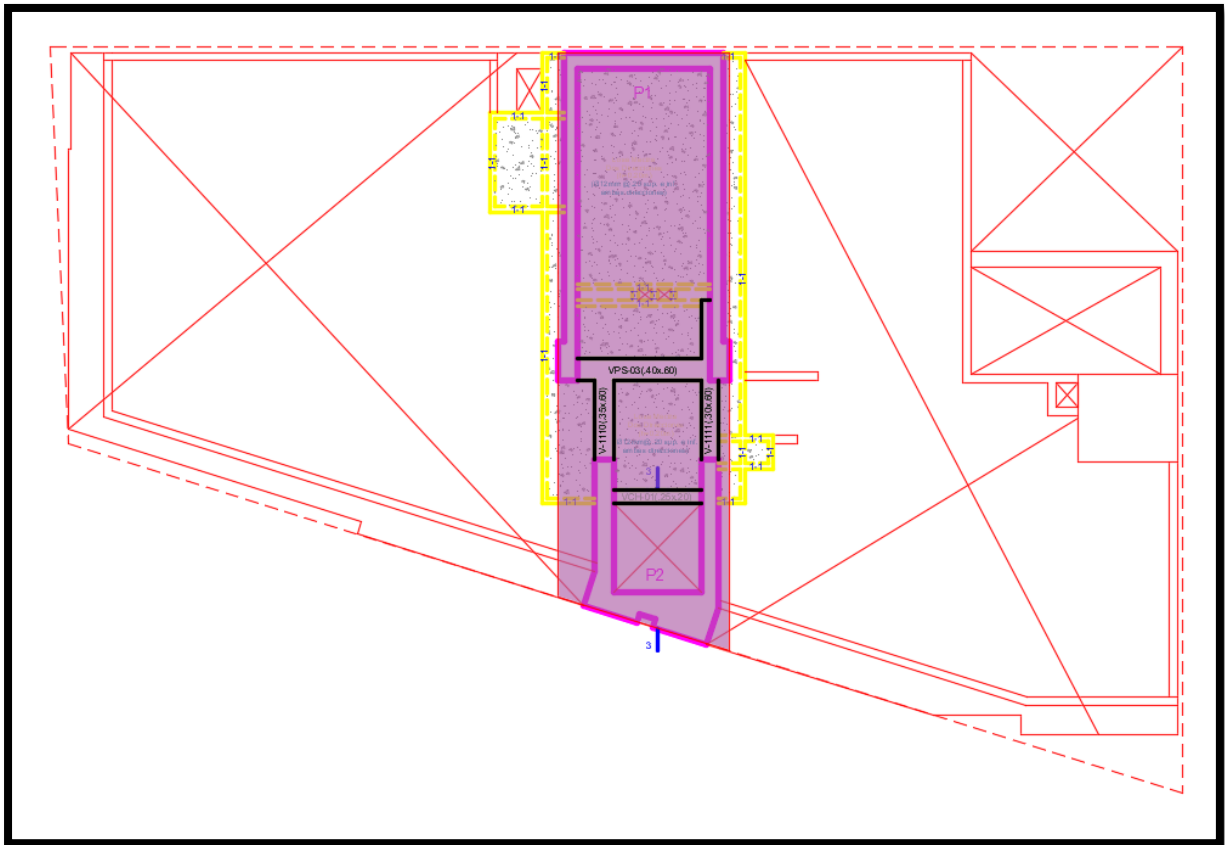


Anexo 12. Sectorización de vigas en el primer piso.

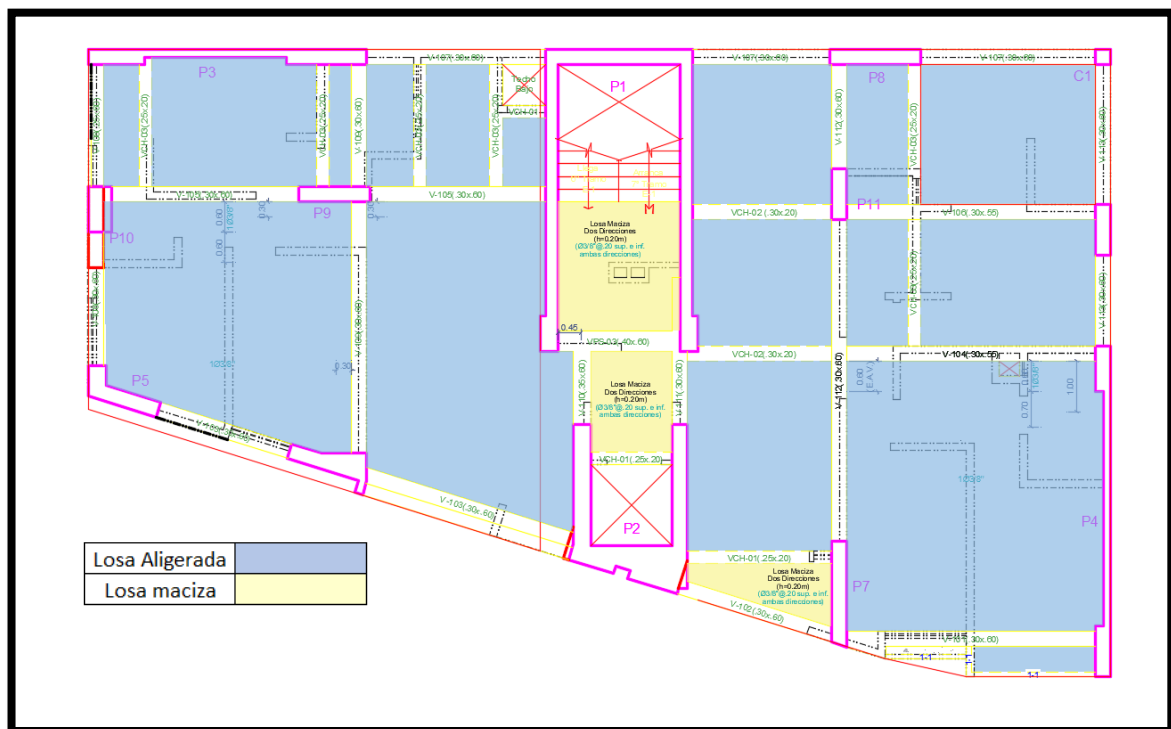
Anexo 13. Sectorización de vigas para la azotea.

Sector 1	
Sector 2	
Sector 3	

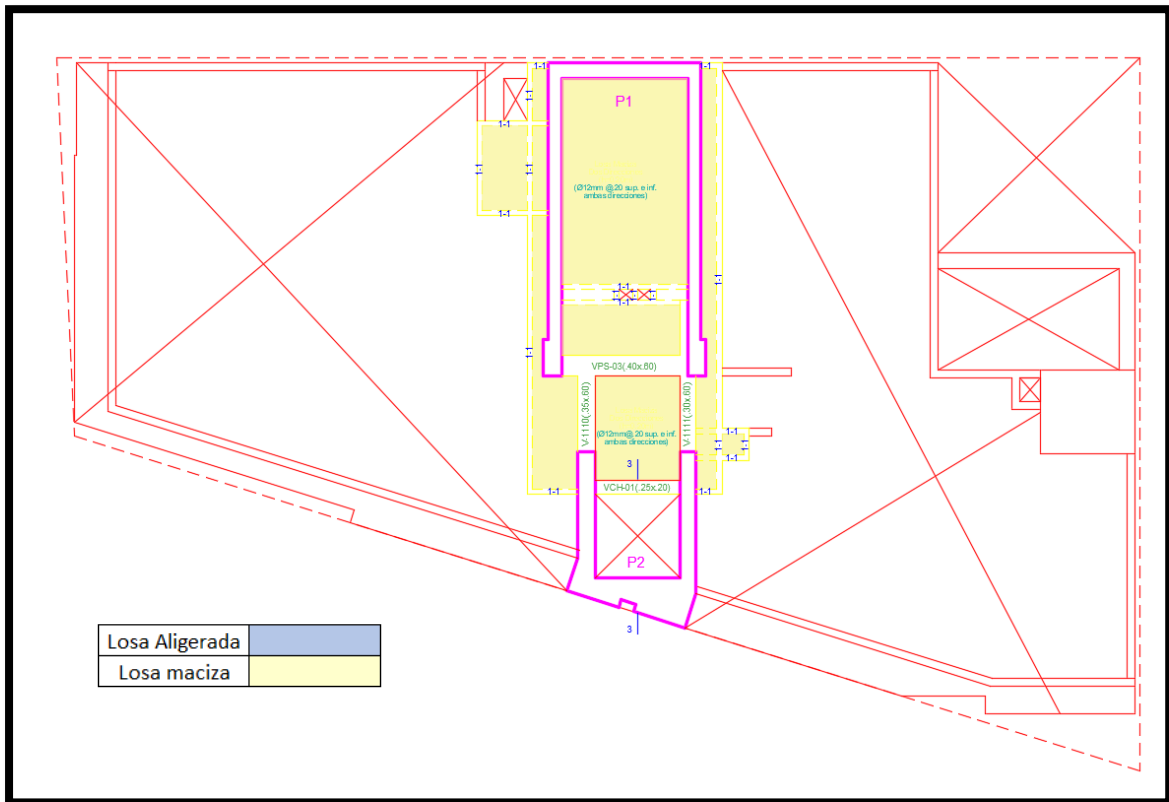




Anexo 14. Sectorización de losas en el primer piso.



Anexo 15. Sectorización de losas en la azotea.



Anexo 16. APU – Demolición de concreto armado.

Partida	2.01	DEMOLICIÓN DE CONCRETO ARMADO				
Rendimiento	glb/DIA	12.0000	EQ. 12.0000	Costo unitario directo por: glb		24,780.00
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.
	Materiales					
	DEMOLICIÓN DE ESTRUCTURAS EXISTENTES		glb		1.0000	24,780.00
						24,780.00

Anexo 17. APU - Excavación en terreno natural con Equipo.

Partida	2.02	EXCAVACIÓN MASIVA EN TERRENO NATURAL C/EQUIPO				
Rendimiento	glb/DIA	200.0000	EQ. 200.0000	Costo unitario directo por: glb		31,152.00
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.
	Materiales					
	EXCAVACIÓN MASIVA EN TERRENO NATURAL C/EQUIPO		glb		1.0000	31,152.00
						31,152.00

Partida	2.03	CONCRETO P/CALZADURAS f'c=100 kg/cm2				
Rendimiento	m3/DIA	14.0000	EQ. 14.0000	Costo unitario directo por: m3	247.92	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0571	18.46	1.05
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.5714	15.36	8.78
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.5714	12.20	6.97
0147010004	PEON	hh	5.0000	2.8571	9.85	28.14
						44.95
Materiales						
0204000007	ARENA GRUESA	m3		0.4000	50.30	20.12
0205000033	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3		0.5000	76.27	38.14
0221000000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		5.0000	26.00	130.00
0230290001	AGUA (INCLUYE TRANSPORTE)	m3		0.1000	15.36	1.54
						189.79
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	44.95	1.35
0349000003	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	hm	1.0000	0.5714	7.58	4.33
0349100010	MEZCLADORA DE CONCRETO 11p3 (23HP)	hm	1.0000	0.5714	13.13	7.50
						13.18

Anexo 18. APU – Concreto para calzaduras.

Anexo 19. APU - Solado de concreto.

Partida	2.04	SOLADO DE CONCRETO e=0.10m				
Rendimiento	m2/DIA	80.0000	EQ. 80.0000	Costo unitario directo por: m2	32.20	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0100	18.46	0.18
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.1000	15.36	1.54
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.1000	12.20	1.22
0147010004	PEON	hh	8.0000	0.8000	9.85	7.88
						10.82
Materiales						
0201030001	GASOLINA	gal		0.0600	16.50	0.99
0238000000	HORMIGÓN	m3		0.1230	57.28	7.05
0221000000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		0.3600	26.00	9.36
0230290001	AGUA (INCLUYE TRANSPORTE)	m3		0.1200	15.36	1.84
						19.24
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	10.82	0.32
0349100010	MEZCLADORA DE CONCRETO 11p3 (23HP)	hm	1.0000	0.1000	18.14	1.81
						2.14

Partida	3.04	CONCRETO F'C= 280 KG/CM2 (CEMENTO TIPO I) - PLATEA DE CIMENTACIÓN				
Rendimiento	m3/DIA	14.0000	EQ. 14.0000	Costo unitario directo por: m3		469.72
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0571	18.46	1.05
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.5714	15.36	8.78
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.5714	12.20	6.97
0147010004	PEON	hh	5.0000	2.8571	9.85	28.14
44.95						
Materiales						
0204000007	ARENA GRUESA	m3		0.4100	50.30	20.62
0205000033	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3		0.6100	76.27	46.52
0221000000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		13.3400	26.00	346.84
0230290001	AGUA (INCLUYE TRANSPORTE)	m3		0.2140	15.36	3.29
417.27						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	44.95	1.35
0349000003	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2,40"	hm	1.0000	0.5714	6.63	3.79
0349100010	MEZCLADORA DE CONCRETO 11p3 (23HP)	hm	1.0000	0.5714	13.13	7.50
12.64						

Anexo 20. APU - Concreto para platea de cimentación.

Anexo 21. APU – Encofrado para platea de cimentación.

Partida	3.05	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO - PLATEA DE CIMENTACIÓN				
Rendimiento	m2/DIA	12.0000	EQ. 12.0000	Costo unitario directo por: m2		36.17
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0667	18.46	1.23
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.6667	15.36	10.24
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.6667	12.20	8.13
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.6667	9.85	6.57
26.17						
Materiales						
0202000008	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	kg		0.1000	2.53	0.25
0202100090	CLAVOS CON CABEZA PROMEDIO	kg		0.1000	3.54	0.35
0243010003	MADERA TORNILLO	p2		2.1000	4.10	8.61
9.22						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	26.17	0.79
0.79						

Anexo 22. APU – Acero de refuerzo para platea de cimentación.

Partida	3.06	ACERO DE REFUERZO fy= 4200 kg/cm2 - PLATEA DE CIMENTACIÓN				
Rendimiento	kg/DIA	200.0000	EQ. 200.0000	Costo unitario directo por: kg		5.17
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0040	18.46	0.07
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0400	15.36	0.61
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0400	12.20	0.49
1.18						
Materiales						
0202000007	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16	kg		0.0500	2.53	0.13
0203030000	ACERO CORRUGADO FY=4,200 Kg/cm2 GRADO 60	kg		1.0500	3.65	3.83
3.96						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.18	0.04
0.04						

Partida	3.07	CONCRETO F'C= 280 KG/CM2 (CEMENTO TIPO I) - MURO DE CONTENCIÓN				
Rendimiento	m3/DIA	14.0000	EQ. 14.0000	Costo unitario directo por: m3	469.72	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0571	18.46	1.05
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.5714	15.36	8.78
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.5714	12.20	6.97
0147010004	PEON	hh	5.0000	2.8571	9.85	28.14
						44.95
Materiales						
0204000007	ARENA GRUESA	m3		0.4100	50.30	20.62
0205000033	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3		0.6100	76.27	46.52
0221000000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		13.3400	26.00	346.84
0230290001	AGUA (INCLUYE TRANSPORTE)	m3		0.2140	15.36	3.29
						417.27
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	44.95	1.35
0349000003	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	hm	1.0000	0.5714	6.63	3.79
0349100010	MEZCLADORA DE CONCRETO 11p3 (23HP)	hm	1.0000	0.5714	13.13	7.50
						12.64

Anexo 23. APU - Concreto para muro de contención.

Anexo 24. APU - Encofrado para muro de contención.

Partida	3.09	ACERO DE REFUERZO FY = 4200 KG/CM2 - MURO DE CONTENCIÓN				
Rendimiento	kg/DIA	200.0000	EQ. 200.0000	Costo unitario directo por: kg	5.17	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0040	18.46	0.07
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0400	15.36	0.61
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0400	12.20	0.49
						1.18
Materiales						
0202000007	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16	kg		0.0500	2.53	0.13
0203030000	ACERO CORRUGADO FY=4,200 Kg/cm2 GRADO 60	kg		1.0500	3.65	3.83
						3.96
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.18	0.04
						0.04

Anexo 25. APU – Acero para muro de contención.

Partida	3.08	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL - MURO DE CONTENCIÓN				
Rendimiento	m2/DIA	12.0000	EQ. 12.0000	Costo unitario directo por: m2	36.17	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0667	18.46	1.23
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.6667	15.36	10.24
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.6667	12.20	8.13
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.6667	9.85	6.57
						26.17
Materiales						
0202000008	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	kg		0.1000	2.53	0.25
0202100090	CLAVOS CON CABEZA PROMEDIO	kg		0.1000	3.54	0.35
0243010003	MADERA TORNILLO	p2		2.1000	4.10	8.61
						9.22
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	26.17	0.79
						0.79

Partida	3.21	ACERO DE REFUERZO FY = 4200 KG/CM2 - LOSAS ALIGERADAS				
Rendimiento	kg/DIA	200.0000	EQ. 200.0000	Costo unitario directo por: kg		5.17
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0040	18.46	0.07
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0400	15.36	0.61
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0400	12.20	0.49
1.18						
Materiales						
0202000007	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16	kg		0.0500	2.53	0.13
0203030000	ACERO CORRUGADO FY=4,200 Kg/cm2 GRADO 60	kg		1.0500	3.65	3.83
3.96						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.18	0.04
0.04						

Anexo 26. APU – Acero de refuerzo para losas aligeradas.

Anexo 27. APU – Concreto para escaleras.

Partida	3.22	CONCRETO F'C = 280 KG/CM2 (CEMENTO TIPO I) - ESCALERAS				
Rendimiento	m3/DIA	14.0000	EQ. 14.0000	Costo unitario directo por: m3		469.72
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0571	18.46	1.05
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.5714	15.36	8.78
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.5714	12.20	6.97
0147010004	PEON	hh	5.0000	2.8571	9.85	28.14
44.95						
Materiales						
0204000007	ARENA GRUESA	m3		0.4100	50.30	20.62
0205000033	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3		0.6100	76.27	46.52
0221000000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		13.3400	26.00	346.84
0230290001	AGUA (INCLUYE TRANSPORTE)	m3		0.2140	15.36	3.29
417.27						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	44.95	1.35
0349000003	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	hm	1.0000	0.5714	6.63	3.79
0349100010	MEZCLADORA DE CONCRETO 11p3 (23HP)	hm	1.0000	0.5714	13.13	7.50
12.64						

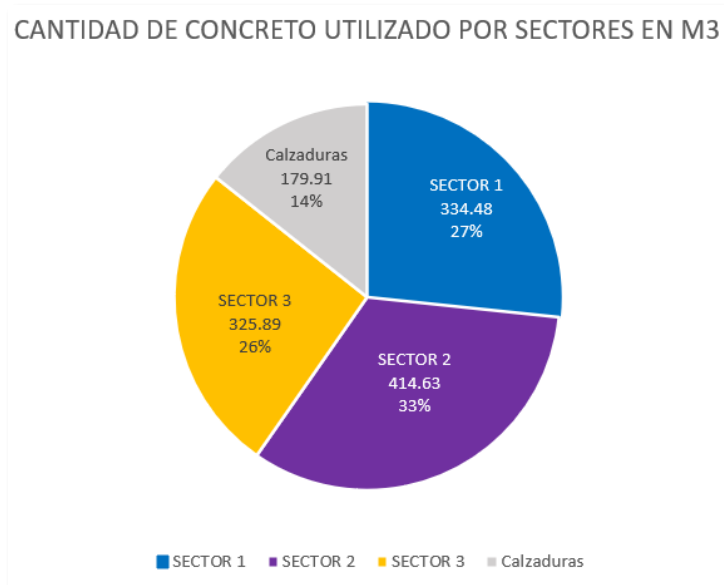
Anexo 28. APU – Encofrado para escaleras.

Partida	3.23	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL - ESCALERAS				
Rendimiento	m2/DIA	12.0000	EQ. 12.0000	Costo unitario directo por: m2		36.17
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0667	18.46	1.23
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.6667	15.36	10.24
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.6667	12.20	8.13
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.6667	9.85	6.57
26.17						
Materiales						
0202000008	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	kg		0.1000	2.53	0.25
0202100090	CLAVOS CON CABEZA PROMEDIO	kg		0.1000	3.54	0.35
0243010003	MADERA TORNILLO	p2		2.1000	4.10	8.61
9.22						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	26.17	0.79
0.79						

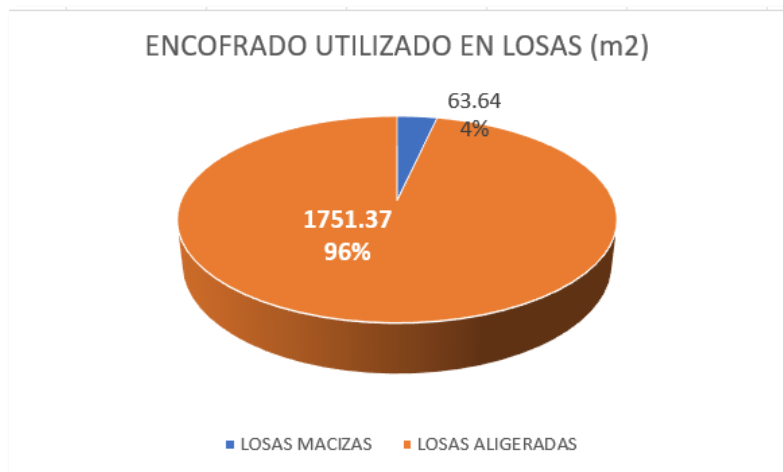
Anexo 29. APU – Acero de refuerzo para escaleras.

Partida	3.24	ACERO DE REFUERZO FY = 4200 KG/CM2 - ESCALERAS				
Rendimiento	kg/DIA	200.0000	EQ. 200.0000	Costo unitario directo por: kg		5.17
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0040	18.46	0.07
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0400	15.36	0.61
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0400	12.20	0.49
1.18						
Materiales						
0202000007	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16	kg		0.0500	2.53	0.13
0203030000	ACERO CORRUGADO FY=4,200 Kg/cm2 GRADO 60	kg		1.0500	3.65	3.83
3.96						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.18	0.04
0.04						

Anexo 30. Cantidad de concreto total utilizado por sectores.



Anexo 31. Cantidad de encofrado en losas.

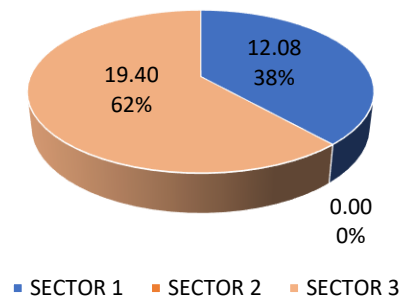


Anexo 32.

concreto
muros de
por

**CONCRETO UTILIZADO EN MUROS DE
CONTENCIÓN POR SECTORES (m3)**

Cantidad de
utilizado en
contención
sectores.

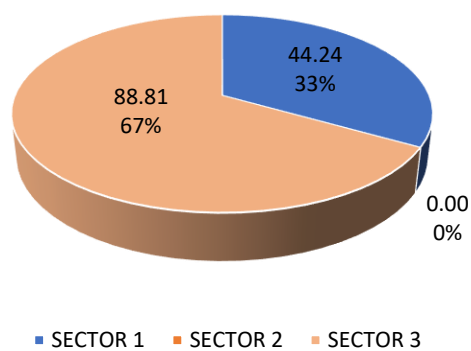


Anexo 33.

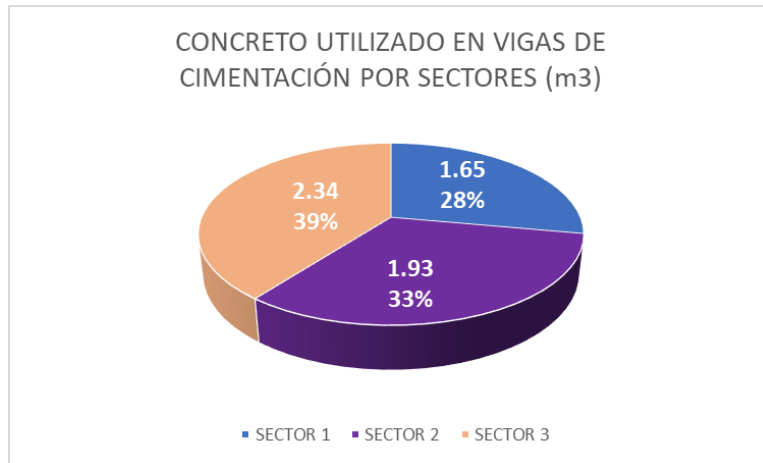
encofrado
muros de
sectores.

**ENCOFRADO UTILIZADO EN MUROS DE
CONTENCIÓN POR SECTORES (m2)**

Cantidad de
utilizado en
contención por

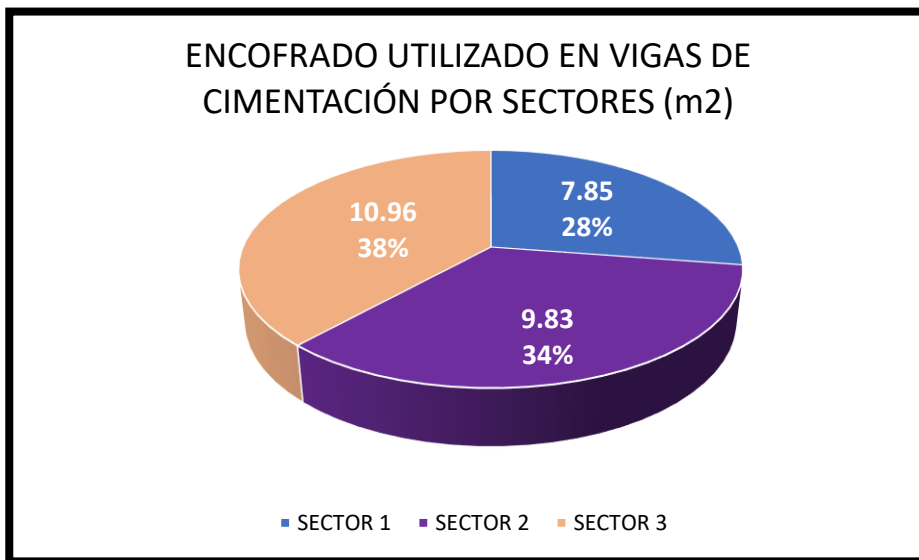


Anexo 34. Cantidad de concreto utilizado en vigas de cimentación por sectores.



Anexo 35.
encofrado
vigas de cimentación por sectores.

Cantidad de
utilizado en



Anexo 36. Asesoramiento con expertos en gestión y Last Planner System.



Anexo 37. Análisis de posibles soluciones para las restricciones con el grupo planificador.



Anexo
listado

38.
de



Desarrollo
del
restricciones.

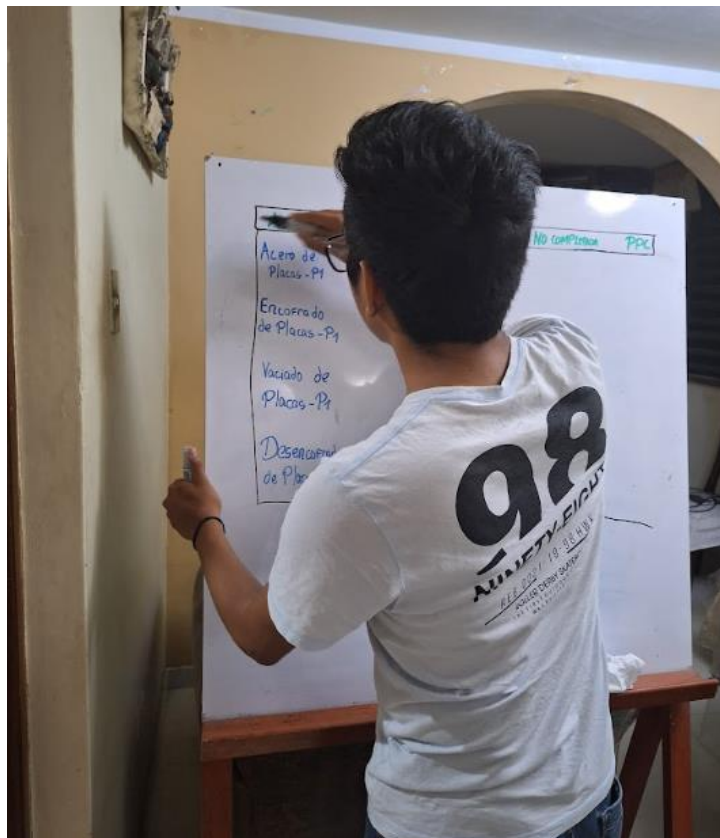
Anexo 39. Desarrollo del listado de restricciones desde el sótano hasta el piso 10.

ACTIVIDAD	RESTRICCIÓN	DESCRIPCIÓN	TIPO DE RESTRICCIÓN
CALZADURAS			
Excavación	Eliminación de material excedente	Se tiene que eliminar el material excedente	Prerrequisito
Arreglo de acero	Falta de mano de obra	Completar obreros	Mano de obra
Empalme de calzadura	Falta de material, para cada metro de calzadura	Material para completar empalme de calzadura	Materiales
Unión de calzadura	Falta concreto para calzadura	Material para completar conexión de calzadura	Materiales
ESTRUCTURA DE LOS PISOS			
Trazo y replanteo	Falta de yaco	Se necesita yaco para el trazo	Materiales
		Es necesario el botiquín con el repunte	Mano de obra
		Necesario para calcular cantidad de materiales	Prerrequisito
	Falta material y sobre	Material necesario para el empalme	Materiales
	El trazo y replanteo	Herramienta para ubicar donde anclar	Prerrequisito
	Falta cuadrilla	Completar obreros	Mano de obra
	Asesor para planos, vigas, columnas y losas	Para poder realizar la estructura	Materiales
	Falta de acero		
	Falta de concreto	Material necesario	
	Falta de mixer	Equipos necesarios para el vaciado	Equipos
	Falta vibradora		

Anexo 40. Desarrollo de la plantilla de Porcentaje de Plan Cumplido (PPC).



Anexo 41. Desarrollo del modelo tentativo de la plantilla de Porcentaje de Plan Cumplido (PPC).



Anexo 42. Discusión del formato a trabajar – PPC.



Anexo 43. Desarrollo de los planes semanales y análisis de restricciones.



