



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA LAST PLANNER
PARA MEJORAR EL CONTROL DE LAS ACTIVIDADES
EN LA ETAPA ESTRUCTURAL DEL PROYECTO
MULTIFAMILIAR LEAF- LINCE - LIMA - PERÚ**

**PRESENTADA POR
LIZ EVELING QUISPE BERROCAL
KAREN REGINA SUYO CALLA**

**ASESOR
JUAN MANUEL OBLITAS SANTA MARIA**

**TESIS
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

LIMA – PERÚ

2019



CC BY-NC-ND

Reconocimiento – No comercial – Sin obra derivada

La autora sólo permite que se pueda descargar esta obra y compartirla con otras personas, siempre que se reconozca su autoría, pero no se puede cambiar de ninguna manera ni se puede utilizar comercialmente.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>



USMP
UNIVERSIDAD DE
SAN MARTÍN DE PORRES

FACULTAD DE
INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA LAST PLANNER PARA
MEJORAR EL CONTROL DE LAS ACTIVIDADES EN LA
ETAPA ESTRUCTURAL DEL PROYECTO MULTIFAMILIAR
LEAF – LINCE – LIMA – PERÚ**

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

PRESENTADA POR

QUISPE BERROCAL, LIZ EVELING

SUYO CALLA, KAREN REGINA

LIMA – PERÚ

2019

Dedicatoria

A Dios, quien me protege y guía en cada paso que doy.

A mi madre, por la paciencia y amor incondicional que me muestra día a día.

A mi padre, quien depositó la confianza y esfuerzo para ver cumplir mis objetivos.

A mi abuelito, quien desde el cielo me protege y ve realizado este gran objetivo.

Liz Eveling, Quispe Berrocal

Dedicatoria

A Dios, quien protege a toda mi familia

A mis padres, que continuamente me dan alientos a seguir adelante para cumplir mis objetivos.

A mis hermanos, quienes siempre me brindaron sus conocimientos y me apoyaron a continuar con la carrera de ingeniería civil.

A mi abuelito por ser un ejemplo de superación.

Karen Regina, Suyo Calla

ÍNDICE

	Página
RESUMEN	XII
ABSTRACT	XIII
INTRODUCCIÓN	XIV
CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1 Situación problemática	1
1.2 Definición del problema	2
1.3 Formulación del problema	3
1.4 Objetivo general y específicos	4
1.5 Importancia de la investigación	4
1.6 Viabilidad	6
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	7
2.1 Antecedentes de la investigación	7
2.2 Bases teóricas	11
2.3 Definición de términos básicos	30
2.4 Hipótesis	32

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA	33
3.1 Diseño metodológico	33
3.2 Técnicas de recolección de datos	34
3.3 Técnicas para el procesamiento de la información	36
3.4 Variables	36
CAPÍTULO IV. DESARROLLO DEL PROYECTO	38
4.1 Descripción del proyecto	38
4.2 Implementación del sistema Last Planner	43
CAPÍTULO V. RESULTADOS	83
5.1 Análisis e interpretación de resultados	83
CAPÍTULO VI. DISCUSIÓN	118
6.1 Contraste con hipótesis general	118
6.2 Contraste con hipótesis específicas	118
6.3 Contraste con otras investigaciones	120
CONCLUSIONES	122
RECOMENDACIONES	124
FUENTES DE INFORMACIÓN	126
ANEXOS	132

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Modelo de flujo	13
Figura 2. Modelo de flujo con flujos eficientes	14
Figura 3. Modelo de flujo con procesos eficientes	15
Figura 4. Sistema Last Planner	16
Figura 5. Interrelación de las actividades planificadas	19
Figura 6. Interrelación de las actividades aplicando el sistema Last Planne	19
Figura 7. Idealización del Plan Maestro	21
Figura 8. Planificación utilizando el Pull System	23
Figura 9. Reglas del LooaAhead Planning	24
Figura 10. Tipos de restricciones I	25
Figura 11. Tipos de restricciones II	25
Figura 12. Tipos de restricciones III	26
Figura 13. Pasos para el Plan Semanal de Producción (PSP)	27
Figura 14. Escenario de avance real alto y PPC	28
Figura 15. Escenario de avance real bajo y PPC	28
Figura 16. Ejemplo de porcentaje de causas de no cumplimiento	29

Figura 17. Ubicación del proyecto	38
Figura 18. Edificio multifamiliar Leaf	42
Figura 19. Plano de arquitectura	42
Figura 20. Proceso de implementación	44
Figura 21. Capacitación para el staff	45
Figura 22. Capacitación para los subcontratistas	46
Figura 23. Modelo de sala de reuniones	47
Figura 24. Organigrama de la obra Leaf	48
Figura 25. Matriz de responsabilidades (inicio y planificación)	49
Figura 26. Matriz de responsabilidades (control y herramientas)	50
Figura 27. Formato de L.A.P	51
Figura 28. Formato de restricciones	52
Figura 29. Formato del plan semanal	53
Figura 30. Formato de causas raíz	54
Figura 31. Plano de sectorización piso típico	58
Figura 32. Plano de sectorización piso 7	59
Figura 33. Plano de sectorización azotea	59
Figura 34. Plan Maestro final	61
Figura 35. Lookahead Planning sem 48	63
Figura 36. Lookahead Planning sem 49	63
Figura 37. Lookahead Planning sem 50	64
Figura 38. Lookahead Planning sem 51	65
Figura 39. Lookahead Planning sem 52	66
Figura 40. Lookahead Planning sem 1	67
Figura 41. Plan semanal, semana 1	68

Figura 42. Plan semanal, semana 2	68
Figura 43. Plan semanal, semana 3	69
Figura 44. Plan semanal, semana 4	69
Figura 45. Plan semanal, semana 5	70
Figura 46. Plan semanal, semana 6	70
Figura 47. Plan semanal, semana 7	71
Figura 48. Plan semanal, semana 8	71
Figura 49. Plan semanal, semana 9	72
Figura 50. Plan semanal, semana 10	72
Figura 51. Registro de cumplimiento diario	73
Figura 52. Capataz de II.GG realizando el ajuste diario	74
Figura 53. Programación diaria	75
Figura 54. Análisis de restricciones	76
Figura 55. Fórmula del PPC	77
Figura 56. Grafica de índice de confiabilidad	78
Figura 57. Recursos de NGA	79
Figura 58. Secuencia de actividades piso 6	79
Figura 59. Identificación de actividades	80
Figura 60. Formato de NGA	81
Figura 61. Resultados del NGA	82
Figura 62. Gráfica por semana del PPC	89
Figura 63. Causas de no cumplimiento, semana 48	97
Figura 64. Causas de no cumplimiento, semana 49	97
Figura 65. Causas de no cumplimiento, semana 50	98
Figura 66. Causas de no cumplimiento, semana 51	98

Figura 67. Causas de no cumplimiento, semana 52	99
Figura 68. Causas de no cumplimiento, semana 01	100
Figura 69. Causas de no cumplimiento, semana 02	100
Figura 70. Causas de no cumplimiento, semana 03	101
Figura 71. Causas de no cumplimiento, semana 04	101
Figura 72. Causas de no cumplimiento, semana 05	102
Figura 73. Causas de no cumplimiento, semana 06	103
Figura 74. Causas de no cumplimiento, semana 07	103
Figura 75. Causas de no cumplimiento, semana 08	104
Figura 76. Causas de no cumplimiento, semana 09	104
Figura 77. Causas de no cumplimiento, semana 10	105
Figura 78. Medición de NGA, semana 02	107
Figura 79. Distribución del NGA, semana 2	109
Figura 80. Gráfico de Pareto, semana 2	109
Figura 81. Medición de NGA, semana 08	110
Figura 82. Distribución del NGA, semana 8	112
Figura 83. Gráfico de Pareto, semana 8	112
Figura 84. Gráfico de curva S	115
Figura 85. Gráfico de curva S, proceso de implementación	116

ÍNDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 1. Variable independiente	37
Tabla 2. Variable dependiente	37
Tabla 3. Cuadro de metrados generales	55
Tabla 4. Cuadro de metrados piso típico	56
Tabla 5. Cuadro de metrados piso 7	57
Tabla 6. Cuadro de metrados azotea	57
Tabla 7. Cuadro de vaciado diario	58
Tabla 8. Dimensionamiento de cuadrillas por sector	60
Tabla 9. PPC, semana 42	83
Tabla 10. PPC, semana 43	84
Tabla 11. PPC, semana 44	84
Tabla 12. PPC, semana 45	85
Tabla 13. PPC, semana 46	85
Tabla 14. PPC, semana 47	86
Tabla 15. Resumen por semana del PPC	86
Tabla 16. Restricciones durante la implementación sistema Last Planner	90

Tabla 17. Listado de restricciones, semana 48	91
Tabla 18. Listado de restricciones, semana 49	91
Tabla 19. Listado de restricciones, semana 50	92
Tabla 20. Listado de restricciones, semana 51	93
Tabla 21. Listado de restricciones, semana 52	93
Tabla 22. Listado de restricciones, semana 1	94
Tabla 23. Listado de restricciones, semana 2	94
Tabla 24. Listado de restricciones, semana 3	95
Tabla 25. Listado de restricciones de la semana 04 – 10.	95
Tabla 26. Resumen CNC por semana, año 2017	96
Tabla 27. Resumen CNC por semana, año 2018	99
Tabla 28. Tipos de trabajo	106
Tabla 29. NGA semana 2	108
Tabla 30. NGA semana 8	111
Tabla 31. Resumen semanal del NGA	113
Tabla 32. Fechas Contractuales	114
Tabla 33. Fechas Plan Maestro Meta	114
Tabla 34. Porcentajes de avance inicial	117
Tabla 35. Porcentajes de avance durante el S.L.P	117

RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo general implementar el sistema Last Planner para el control de las actividades en la etapa estructural, del proyecto multifamiliar Leaf – Lince, Lima. La metodología empleada es de tipo aplicada, ya que busca un conocimiento mediante una metodología para luego ser aplicada; cuantitativa, porque se utilizan datos recopilados en campo con el cual se afirma las preguntas de la investigación y prueba las hipótesis planteadas; y explicativa; porque se propone explicar las ventajas del sistema para obtener una mayor confiabilidad en la planificación del proyecto.

Al implementar el sistema Last Planner en el proyecto a través de fases de planificación, se logró una mejora de 12.63% de avance real respecto al avance contractual en la etapa estructural, todo ello se logró llevando un lineamiento de procesos, que son el proceso de inicio, planificación y control, asimismo se logró identificar restricciones en las actividades programadas, lo cual proporcionó la disminución del porcentaje de incidencias de causa de no cumplimiento. Se concluye que al implementar el sistema Last Planner nos permite asegurar la planificación de las actividades programadas y así disminuir la variabilidad en los procesos que implica un proyecto.

Palabras claves: Sistema Last Planner, planificación maestra, lookahead, planificación semanal.

ABSTRACT

The purpose of this research is to implement the Last Planner system for the control of the activities in the structural stage of the Leaf - Lince Multifamily Project, Lima. The methodology used is the applied type, since it seeks knowledge through a methodology to then be applied; quantitative, because data collected in the field with which the research questions are affirmed and the hypotheses proposed are used; and explanatory; because it is proposed to explain the advantages of the system to obtain greater reliability in project planning.

By implementing the Last Planner system in the project through planning phases, an improvement of 12.63% of real progress was achieved with respect to the contractual progress in the structural stage, all this was achieved by carrying out a process guideline, which is the process of initiation, planning and control, it was also possible to identify restrictions in the programmed activities, which provided a decrease in the percentage of incidents of cause of non-compliance. It is concluded that by implementing the Last Planner system, we can ensure the planning of the programmed activities and thus reduce the variability in the processes involved in a project.

Keywords: Last Planner System, Master Planning, lookahead, weekly planning.

INTRODUCCIÓN

La presente investigación toma como referencias antecedentes de autores nacionales como internacionales, el uso del sistema Last Planner en proyectos de edificación, así como el uso de un software como tecnología de información para el uso de planificación y control.

La problemática de esta investigación, se centra, básicamente en proyectos que no cuentan con un sistema de control para una planificación de obra, utilizan sistemas de planificación tradicionales o las programaciones se realizan el mismo día y no hay control de materiales u horas hombres empleadas; esto provoca no cumplir con los plazos de entrega o en otros casos, son abandonados a mitad de su ejecución.

Por ello, es oportuno mencionar que el objetivo de esta tesis es implementar el sistema Last Planner para las actividades de la etapa estructural del proyecto multifamiliar Leaf – lince. Siendo, los objetivos específicos: Definir el proceso de inicio, definir el proceso de planificación, definir el proceso de control en las actividades de la etapa estructural y analizar el comportamiento de la programación contractual vs el avance real en la etapa estructural del proyecto multifamiliar Leaf.

En lo referente a la hipótesis, se plantea que la implementación del sistema Last Planner, en este proyecto, se logró mejorar el control de actividades a fin de cumplir con el cronograma de obra y/o reducir los tiempos programados para el proyecto.

Por otro lado, este proyecto tuvo como limitaciones escasos datos del control de costos del proyecto para ser utilizado como un resultado en la investigación. Un alcance acerca de esta investigación está, en que el sistema plantea metas generales y detalladas en términos de tiempo, productividad y confiabilidad, con el uso de herramientas de gestión en la planificación y explicar las buenas prácticas que se ha logrado con el sistema.

La tesis comprende seis capítulos. El primero trata sobre el planteamiento del problema donde se evaluó la situación actual del proyecto para plantear los objetivos de esta tesis. En el segundo, se desarrolla el marco teórico donde se tienen los antecedentes, las bases teóricas y las distintas definiciones y términos que serán utilizadas en el desarrollo de esta investigación. En el tercero, se desarrolla la metodología que se empleó en la tesis, se definen el diseño metodológico y las técnicas de recolección de datos. En el cuarto, se plantea el desarrollo, descripción del proyecto y la implementación del sistema Last Planner. En el quinto, se presentan los resultados de la investigación y en el sexto capítulo, se expone la discusión de la investigación.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Situación problemática

Es indiscutible el desenvolvimiento del sector de la construcción en la economía de un país, por ello la importancia de resaltar los problemas que enfrenta este sector como: uso de recursos, incertidumbre en los plazos, control de calidad y altos riesgos de seguridad, entre otros. Estos factores tornan la gestión de proyectos como principales responsable a la planificación, el seguimiento y control de los proyectos.

La experiencia de muchas de las empresas durante los últimos 20 años en el sector de la construcción ha proporcionado una larga lista de motivos por los que consideran absolutamente necesario un cambio de paradigma en este sector, que si bien ya se ha iniciado, todavía no se ha extendido de manera global ni a todas las compañías y ni en todos los países. Como resultado de las experiencias e investigaciones de muchos autores, se han agrupado algunos de los problemas crónicos de la construcción en una lista con los 10 más recurrentes. Las cuales son:

- Uso de métodos obsoletos para la planificación, control y gestión de la producción.
- Escaso rigor en el cumplimiento de la seguridad.
- Controles de calidad ineficaces que no garantizan la entrega de calidad a la primera.
- Proyectos incompletos, poco detallados y escasamente analizados.

- Incumplimiento sistemático de los plazos de entrega.
- Mano de obra poco calificada, comparada con la industria manufacturera.
- Falta de coordinación y transparencia entre las partes interesadas.
- Escasos o nulos controles de la productividad.
- Sobrecostos.
- Gran cantidad de retrabajos.

Los problemas recurrentes provocan mayor incertidumbre y variabilidad, que son dos de los mayores peligros de cualquier inversión. Históricamente, el sistema tradicional de producción, control y gestión de proyectos de diseño y construcción no ha sido capaz de reducir de manera notable los problemas crónicos de la construcción.

Lean Construction es una filosofía de producción que busca eliminar las pérdidas, es decir, todo aquello que no genere valor al producto final, pero que consume recursos y tiempo. Para cumplir con dicho objetivo, Ballard y Howell, fundadores del Lean Construction Institute, diseñaron el sistema de planificación y control denominado Last Planner, el objetivo principal sería cuidar el flujo de la obra, incrementando el cumplimiento de las actividades de construcción mediante la disminución de la variabilidad de los factores externos o factores internos asociada a la planificación.

1.2 Definición del problema

La gestión de una secuencia constructiva de obra es una tarea de gestión de la producción, que, por lo general, está a cargo de los jefes de obra, encargados y jefes de producción. No obstante, si bien éstos pueden ser eficaces en la gestión de cada una de las actividades que forman parte de las diferentes secuencias de trabajo, su foco no siempre está necesariamente en alcanzar la productividad óptima para el conjunto de todas las operaciones involucradas. Por tanto, la gestión tradicional en la construcción de obras tiende a centrarse en la gestión de contratos de forma individual con cada una

de las partes interesadas, y no necesariamente en la gestión de la producción y en alcanzar la productividad óptima del proyecto.

En consecuencia, los responsables de la obra a menudo terminan imponiendo expectativas poco realistas sobre el proceso de producción o fracasan en su gestión por completo.

Este es el caso de la obra Leaf, que debido al mal control de la planificación y la falta de claridad en el flujo de procesos cayó en atraso en los primeros meses de inicio, viendo la necesidad de implementar una herramienta de gestión, la cual permita el uso óptimo de los recursos, crear sistemas flexibles que se adapten a los requerimientos del cliente, reducir pérdidas, incrementar la confiabilidad de la planificación, aplicar la mejora continua en los procesos, promover la participación de todos los empleados para generar una mayor responsabilidad y confiabilidad en la planificación.

1.3 Formulación del problema

1.3.1 Problema general:

- ¿Cómo implementar el Sistema Last Planner en el proyecto multifamiliar Leaf para el control de las actividades en la etapa estructural?

1.3.2 Problemas específicos:

- ¿De qué manera influye el proceso de inicio en las actividades de la etapa estructural del proyecto multifamiliar Leaf?
- ¿De qué manera influye el proceso de planificación en las actividades de la etapa estructural del proyecto multifamiliar Leaf?

- ¿De qué manera influye el proceso de control en las actividades de la etapa estructural del proyecto multifamiliar Leaf?
- ¿Cuál es el comportamiento de la programación contractual vs el avance real en la etapa estructural del proyecto Leaf?

1.4 Objetivo general y específicos

1.4.1 Objetivo general:

- Implementar el sistema Last Planner en el proyecto multifamiliar Leaf para el control de las actividades en la etapa estructural.

1.4.2 Objetivos específicos:

- Definir el proceso de inicio en las actividades de la etapa estructural del proyecto multifamiliar Leaf.
- Definir el proceso de planificación en las actividades de la etapa estructural del proyecto multifamiliar Leaf.
- Definir el proceso de control en las actividades de la etapa estructural del proyecto multifamiliar Leaf.
- Analizar el comportamiento de la programación contractual vs el avance real en la etapa estructural del proyecto Leaf.

1.5 Importancia de la investigación

Esta investigación se centra en implementar una herramienta de gestión para la planificación, llamada Sistema Last Planner, con el cual se busca diseñar sistemas de producción con el fin de disminuir la variabilidad presente

a diario y manejar un flujo continuo de trabajo generando el máximo valor posible en cual tipo de proyecto.

El Sistema Last Planner (El Último planificador) incrementa la confiabilidad de la planificación desarrollada por ende mejora el desempeño y controla el flujo de la obra, este sistema tiene herramientas de planificación y control, adicionalmente facilita la obtención del origen de los problemas (la causa raíz) y la toma oportuna de decisiones para realizar la acción más adecuada al problema.

De esta manera, poder concluir que se optimiza en el control de actividades y confiabilidad en la planificación, con el objetivo de disminuir y/o eliminar las improvisaciones causadas durante la ejecución del proyecto.

1.5.1 Alcances

La presente tesis tiene como finalidad implementar una metodología que se centra en controlar las actividades del proyecto "Leaf" utilizando herramientas de gestión en la planificación y explicar las buenas prácticas que se ha logrado con el Sistema del Último Planificador.

El sistema plantea metas generales y detalladas en términos de tiempo, productividad y confiabilidad. Se entiende que usando el sistema en un periodo se pueden mejorar los resultados, por lo que el equipo de obra debe plantear sus metas al inicio de la obra, es necesaria la participación de los miembros del equipo de obra en las reuniones.

1.5.2 Limitaciones

La adaptación de este sistema es aplicada al Proyecto multifamiliar Leaf, localizado en el distrito de Lince. Dentro de las limitaciones de la investigación, se obvió la etapa de control de costos, además de no contar con la fecha de término exacto de la obra por esa razón solo se realizó en la etapa estructural; solo se tiene datos del área de producción y escasos datos del área de costos.

1.6 Viabilidad

Para realizar el trabajo de investigación de la presente tesis se han elaborado fichas de evaluación, mediciones, comparaciones y cuadros de Excel para implantar el Sistema Last Planner en el proyecto. Esta recolección de toma de datos y comparaciones se realizó en la ejecución del proyecto, los cuales son necesarios para cumplir con nuestros objetivos.

En cuanto al tiempo, se tienen datos del periodo de excavación hasta los acabados húmedos de la tesis. Con respecto al costo necesario para realizar la investigación no se tuvo problema alguno.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

Ureta, G. (2018) “Impactos en la aplicación del sistema Last Planner en obras de edificación con el uso de Tecnologías de la información”. (Tesis para optar el grado académico de magister en construcción) Pontificia Universidad Católica de Chile, Chile.

El objetivo de la investigación fue el evaluar los impactos que tiene el uso del sistema Planner System en la gestión de proyectos de construcción, en obras de edificación, a través de un software especializado en planificación y control de proyectos. Para lograr el objetivo principal, se buscó analizar las fortalezas e indicadores utilizados por Last Planner System. (p. 13)

Cabrera, W (2017) “Metodología para la planificación de la construcción de obras de regeneración urbana”. (Tesis para la obtención del grado académico de magister en gestión de la construcción), Universidad Técnica de Machala, Ecuador.

Se plantea por la necesidad profesional de profundizar en la temática de Administración de Proyectos y sobre todo en la

planificación para la ejecución, poco conocida en el ámbito de la construcción y con esto mejorar la calidad de la infraestructura muy necesaria en todos los países latinoamericanos. (p. 13)

Angeli, C. (2017) “Implementación del Sistema Last Planner en edificación en altura en una empresa constructora: estudio de casos de dos edificios en las comunas de Las condes y San Miguel”. (Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil). Universidad Andrés Bello, Chile.

La investigación tiene se centra en analizar los datos obtenidos a partir de la metodología Last Planner en dos edificios de altura de una empresa constructora en Santiago de Chile. Las dos obras cuentan con un atraso evidente y a pesar de tener semanas un porcentaje aceptable de actividades cumplidas, en ningún caso representaba la disminución del atraso, pues no se utilizó un indicador que relacione el avance físico según lo programado por carta Gantt con el PAC. (p. 16)

Lagos, C. (2017) “Desarrollo e implementación de herramientas para el mejoramiento de la gestión de la información de Last Planner”. (Tesis para Obtener el título de Ingeniero Civil). Universidad Católica de Chile, Chile.

La investigación tiene como objetivo el desarrollo de herramientas de gestión de la información, ya que estos permiten capturar la información con el fin de crear reportes que sirvan de ayuda al análisis para la mejora continua. Esta tesis identificó aspectos claves de cómo mejorar la recolección y uso de las tecnologías de información (TI), se realizó mediante un análisis comparativo de la información de restricciones, las causas de incumplimiento y realizar acciones correctivas en 34 proyectos de construcción (p. 23)

Venegas, F. (2016) “Propuesta de implementación del sistema Last Planner System incluyendo mejoras en la gestión de requerimientos de información en obras de corta duración”. (Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil). Universidad Nacional Andrés Bello, Chile.

La investigación propone el uso del sistema Last Planner System (LPS) para mejorar el seguimiento y control de avance, y la gestión de requerimientos de información (RDI), analizando retrospectivamente un proyecto de corta duración del tipo estación de servicio: ENEX Los Domínicos. En este proyecto los principales problemas que se encontraron son de seguimiento y control de avance, que derivaba en una deficiente anticipación de los posibles problemas y como consecuencia estuvieron directamente relacionados con el atraso de 3 meses del proyecto. Por esa razón se propuso el uso de LPS, pero se realizó adaptando sus etapas a periodos más acotados, programación de corto plazo de 2 a 3 días de duración y programación de mediano plazo a 2 semanas. (p. 18)

Cornejo, K.; Gonzales, F. y Tapia, V. (2017) “Implementación de Last Planner system en actividades de concreto armado para proyectos de edificación industrial”. (Tesis para obtener el grado académico de maestro en dirección de la construcción) Universidad Peruana Ciencias Aplicadas, Perú.

La investigación de este trabajo tiene como finalidad evaluar el impacto en la implementación del Last Planner System en las partidas de concreto armado para proyectos de edificación industrial. En este proyecto se encontró problemas de planificación, seguimiento y control de avance, con un posterior diagnóstico se encontraron falencias del proceso de planificación actual. Por ello se propuso el uso del sistema con una programación intermedia de cuatro semanas de duración y programación semanal. (pp. 1-3)

Hinostroza, D. y Manosalva, O. (2015) “Aplicación de Last Planner en edificaciones multifamiliares”. (Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil) Universidad Ricardo Palma, Perú.

La presente investigación tomó como estudio el edificio multifamiliar Las Dalias, donde se explica detalladamente la aplicación de lookahead de la semana 19 donde se realizó el vaciado de losa del sótano 2 y se detalla el análisis de programación semanal con sus posibles restricciones y recursos para poder resolverlas, demostrando con ello que aplicando el Last Planner se maximiza la producción y se minimizan los costos. (p. 22)

Ramirez, H. (2015) “Productividad y optimización de la ejecución del proyecto edificio “Villa Marquez””. (Informe de Suficiencia para optar el título de ingeniero Civil) Universidad Nacional de Ingeniería – Lima.

En este informe se centra el manejo de la producción mediante la filosofía Lean Construction como método de planificación y control para la construcción de departamentos del distrito de Jesús María. Este informe llega a describir los conceptos y herramientas de esta filosofía para obtener una base que pueda respaldar la aplicación de las herramientas (Last Planner System, Sectorización, Diagramas de flujo, etc). También se realizara un análisis de las partidas no cumplidas y un análisis cuantitativo, para demostrar los óptimos resultados que brinda la filosofía y así promover su expansión a otras empresas constructoras. (p. 15)

Tucto, G. (2017) “Metodología de aplicación de la filosofía Lean Construction y Last Planner System en la Región San Martín”. (Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil). Universidad Nacional de San Martín, Perú.

La presente Investigación tiene finalidad implementar la metodología Last Planner System bajo los lineamientos del “Lean Construction” o “construcción sin pérdidas”, en busca de la mejora continua, reflejando resultados optimistas aplicado a una edificación hospitalaria en la Amazonía peruana, específicamente en la provincia de Picota, Región San Martín, para poder estudiar los resultados del uso con visiones fijas a un objetivo específico, no solo en los formatos y fundamentos teóricos, sino que también las dificultades que se afrontan en la etapa de implementación. (p. 12)

Bueno De Olarte, A. (2014) “Propuesta de mejora para disminuir el número de no cumplimientos de actividades programadas en proyectos de edificaciones basado en Last Planner System, para la Empresa A & Arq Contratistas y Consultores”. (Tesis para obtener el título de Magister en Gerencia de la construcción). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Perú.

La presente investigación tiene como finalidad identificar y analizar las causas que generan el incumplimiento de partidas planificadas, con la finalidad de desarrollar una capacidad preventiva sobre los tiempos generados y costos por los incumplimientos de las partidas, para conocer las causas con mayor porcentaje de incidencia en los retrasos de los proyectos. (p. 15)

2.2 Bases teóricas

A continuación se muestran las definiciones de la filosofía Lean Construction, ya que este es el camino para disminuir la variabilidad y manejar un flujo continuo de trabajo generando así el máximo valor posible.

2.2.1 Historia del principio Lean

Originalmente, la metodología Lean no fue hecha para el sector de la construcción, esta metodología nació con el fin de optimizar los procesos de industria de la producción en serie, por esa razón su nombre original es Lean Production. En concreto, Lean Production fue desarrollado en Toyota, liderado por el ingeniero Taiichi Ohno (1912 - 1990). Según (Cisterna, 2013, p. 8) El pionero en desarrollar el principio de la eliminación de pérdidas fue Ohno.

2.2.2 Lean Construction

Según Guzmán, A (2014), La metodología actual en la construcción respecto al costo, plazo y productividad en obras son los principales problemas; por ello esta filosofía Lean Construction propone dar una solución, esta filosofía propone lograr dicho objetivo generando un sistema de producción efectivo, para lo cual se tienen que cumplir con 3 objetivos básicos según orden de prioridad. (pp. 11-15)

- **Asegurar que los flujos no paren**

Según Guzmán, A (2014) “En esta etapa que es la más importante la filosofía lean Construction propone centrarnos en que el flujo sea continuo, sin preocuparnos de la eficiencia de los flujos y procesos” (p. 12)

Asegurar que los flujos no paren; significa que al obtener flujos continuos el trabajo no se podrá detener, además que se podrán observar las diferentes fallas que pueda haber en cada proceso, para así poder ser eliminados. Para lograr esta etapa de la filosofía Lean Construction se deben de utilizar las siguientes herramientas:

- ✓ **Manejo de la variabilidad:** Para el manejo de la variabilidad se propone el uso de buffers, la cual tiene mayor importancia de uso en proyectos de infraestructuras que se encuentren alejados de la

ciudad, ya que ocurre mayor variabilidad a diferencia de las edificaciones en la capital.

- ✓ **Sistema Last Planner:** Esta herramienta tiene mayor importancia en las edificaciones, ya que la variabilidad en ellas es más controlable. Con este sistema se logra incrementar la confiabilidad de la planificación.

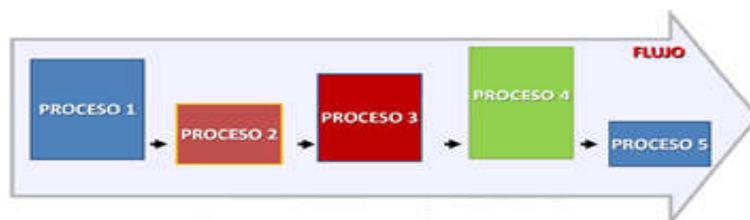


Figura 1. Modelo de flujo

Fuente. Capítulo Peruano LCI. (2017)

Se puede observar que en la figura 1, hay continuidad en los procesos debido al manejo de la variabilidad, aunque estos procesos poseen una capacidad de producción diferente, por tanto, pueden existir pérdidas.

- **Lograr flujos eficientes**

La segunda etapa de esta filosofía es lograr obtener flujos eficientes, quiere decir que se debe dividir los trabajos equitativamente para cada proceso, y así obtener flujos balanceados. Para ello se debe utilizar las siguientes herramientas:

- ✓ **Física de producción:** Para esto se utiliza la teoría de las restricciones, con ello lograr balancear los flujos; ya que se debe lograr que el sistema tenga capacidad de producción similar en cada proceso.

- ✓ **Tren de actividades:** al realizar este tren de actividades, se propone que en cada proceso haya una cantidad de trabajo y recursos similares, y así lograr ejecutarlo en el mismo tiempo. Una vez realizado establecer una secuencia lineal de dichas actividades.

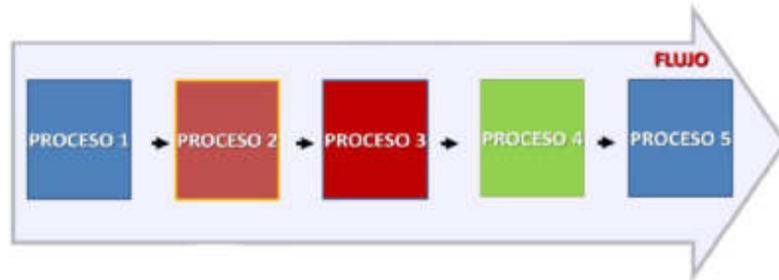


Figura 2. Modelo de flujo con flujos eficientes

Fuente: Capítulo Peruano LCI. (2017)

Una vez aplicado las herramientas, se puede obtener un flujo constante y equilibrado. Con ello lograr flujos eficientes como se observa en la figura 2.

- **Lograr procesos eficientes**

La tercera etapa de esta filosofía Lean Construction es lograr procesos eficientes, para ello se debe optimizar los procesos con la siguiente herramienta:

- ✓ **Optimización de procesos:** Para lograr optimizar los procesos, se debe de realizar cartas de balance y el nivel general de actividades, ya que dichas herramientas se logra entender el estado de cada proceso y posteriormente optimizarlo. En dichas herramientas se obtienen los diferentes tipos de trabajos de cada proceso o actividad.

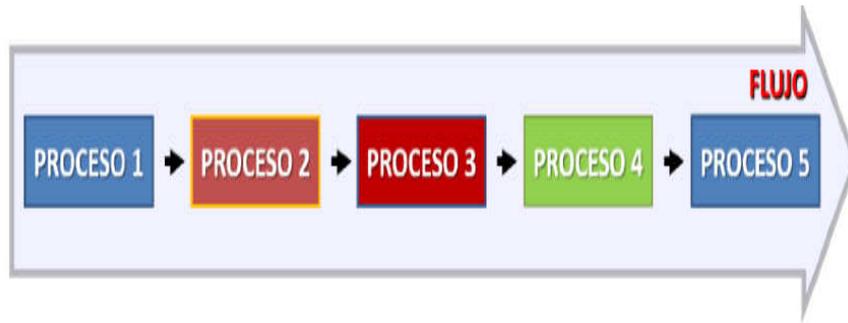


Figura 3. Modelo de flujo con procesos eficientes

Fuente: Capítulo Peruano LCI. (2017)

Cuando se realiza este tercer paso de la filosofía; se logra dimensionar los procesos y recursos con ello eliminar los desperdicios dentro de cada proceso, con el objetivo que el sistema de producción sea efectivo. Como se observa en la figura 3.

2.2.3 Principios de la filosofía Lean Construction

Según Palatchi (2012). Los principios de Lean Construction se desprenden del Lean thinking, mencionados a continuación:

- Minimizar las actividades que no generan valor.
- Minimizar la variabilidad.
- Minimizar el tiempo de los ciclos.
- Reducir los pasos para simplificar el proceso.
- Incrementar la transparencia de los procesos.
- Introducir la mejora continua.
- Mantener el equilibrio entre mejoras en los flujos y las conversiones. (p. 17)

2.2.4 Last Planner System

Según Sanchis, I (2013) “El Last Planner System es un método de trabajo basado en la filosofía Lean, en la cual el objetivo es conseguir un flujo de trabajo continuo y una disminución de las pérdidas o tareas que no aportan valor”. (p. 11)

El Sistema Last Planner realiza una programación en forma de cascada, la cual se organiza en tres niveles que son: programación a largo plazo, a mediano plazo y la programación a corto plazo; con este sistema se podrá llevar a cabo los objetivos generales de proyecto a la realidad del día a día. (Sanchis, I, 2013, p. 11)



Figura 4. Sistema Last Planner

Fuente: Manual de estándares de Produktiva, 2018, p. 61

Como se aprecia en la figura 4, el sistema Last Planner cuenta con todo un proceso de planificación; como inicio tenemos al master plan; es aquella programación que muestra todas aquellas actividades que se realizarán en el proyecto, desde inicio hasta la culminación de la misma.

Como segundo nivel tenemos al plan de fases, en este nivel se muestra la agrupación de actividades en sectores de 4 ó 6 meses de acuerdo a la magnitud de actividades que cuenta el proyecto, de tal manera de identificar las restricciones más relevantes para poder realizar las actividades sin dificultad.

Como tercer nivel, contamos con el plan intermedio o más conocido como Look ahead, este tipo de planificación nos detalla una programación de 4 semanas, para lograr visualizar las restricciones.

Y finalmente tenemos, la planificación semanal, la cual es como su nombre lo dice una programación de 6 días, en la que se muestra cada actividad planteada libre de restricciones, pero en el mayor de los casos en esta etapa todavía se encuentran restricciones menores, que deben ser plasmados en el ajuste diario, para poder ser levantadas durante esa semana.

Según Andrade, M y Arrieta, B. (2010) “El Last Planner apunta a incrementar la fiabilidad de la planificación y en consecuencia, mejorar los desempeños. Este sistema está especialmente diseñado para mejorar el control de la incertidumbre aumentando la confiabilidad de los planes”. (p. 38)

El sistema del último planificador, su esencia de este sistema es trabajar directamente con quien define finalmente lo que será realizado y quien realizara el trabajo. Los maestros, capataces, jefes de obra, subcontratistas entre otros cumplen con este papel de ser el último planificador. (Andrade y Arrieta, 2010, p.38)

2.2.5 Características del Last Planner System

Según ElRoy Soluciones e ingeniería (2014) las características del sistema Last Planner son los siguientes:

- El sistema tiene como finalidad incrementar la confiabilidad de la planificación para mejorar los desempeños.
- El sistema trabaja en base a restricciones, eso quiere decir que todas las actividades tienen dificultades para poder ser ejecutadas.
- El sistema provee de herramientas de planificación y control que resultan efectivas para proyectos complejos, inciertos y/o rápidos.
- El aumento de la confiabilidad del plan se logra tomando acciones en los diferentes niveles del sistema de planificación.

- La naturaleza de este sistema es trabajar directamente con el último planificador, el cual puede ser: jefe de obra, supervisor, maestro, capataz, subcontratista, entre otros.
- El último planificador es la persona que define lo que deberá ser ejecutado y quien realizará el trabajo. (p. 6)

2.2.6 Se puede, se debería, se hará

El sistema Last Planner introduce un gran cambio, la cual es el método en que las tareas serán ejecutadas semanalmente. En la planificación tradicional, los jefes de campo, maestro, capataces entre otros que participan en la ejecución del trabajo “planifican las tareas a ejecutar en función de aquello que DEBE ser hecho, dando por supuesto que los recursos necesarios estarán disponibles cuando se precisen, sin tener en consideración si realmente PUEDE ser hecho” (Sanchis, I, 2013, p. 13).

En la Figura 5, se muestra la interrelación de las actividades con el sistema tradicional. En la mayoría de los proyectos “lo que puede hacerse” y “lo que se hará” son subconjuntos de “lo que debería hacerse”. Si el plan (lo que se hará) se desarrolla sin saber lo que puede hacerse, el trabajo realmente ejecutado será la intersección de ambos subconjuntos. Si planificar consiste en determinar “lo que debería hacerse” para completar un proyecto y decidir “lo que se hará” en un cierto período de tiempo, debe reconocerse que debido a las restricciones que no se van a liberar, no todo puede hacerse, dando lugar a retrasos de forma reiterada.

Sin Last Planner® System



Figura 5. Interrelación de las actividades planificadas

Fuente: Colección y guías prácticas de Lean Construction, 2019

En contraposición, “el método del Last Planner System realiza la planificación de qué DEBO hacer teniendo en cuenta qué PUEDO realizar según los recursos, prerequisites etc. consiguiendo que aquello que SE HARÁ sea realmente ejecutable”. (Sanchis, I, 2013, p. 14).

En la Figura 6, se muestra la interrelación de las actividades aplicando el sistema Last Planner, en donde se integra “lo que debería hacerse” “lo que se puede hacer” para lograr “lo que se hará”, el objetivo de ello es entregar flujos de trabajo fiable y aprendizaje rápido.

Con Last Planner® System



Figura 6. Interrelación de las actividades aplicando el sistema Last Planner

Fuente: Colección y guías prácticas de Lean Construction, 2019

2.2.7 Planificación maestra

“La planificación inicial o maestra genera el presupuesto y el programa del proyecto, proporcionando un mapa de coordinación de actividades que lleva a la realización del mismo”. (Andrade y Arrieta, 2010, p. 38).

El plan maestro es una herramienta que se desarrolla de manera colaborativa mediante los trenes de trabajo. “Los trenes de trabajo es una programación a ritmo constante que promueve cargas similares de trabajo cada jornada para la misma cuadrilla durante todo el ciclo de la construcción”. Según el “Manual del sistema...” (2018, p. 61)

Algunos de los componentes a considerar en un programa maestro son los siguientes:

- Análisis de los stakeholders o partes interesadas: cliente, proveedores, subcontratistas, diseñadores, comunidad de usuarios, etc.
- Análisis de riesgos del proyecto.
- Programación general de la obra (secuencia de actividades principales, duración real, solapes reales, etc.).
- Coste de las actividades.
- Etc

Partiendo del plan maestro, normalmente un diagrama de Gantt (que como mínimo refleja las promesas que se hicieron al cliente cuando se realizó el estudio), el equipo de proyecto debe definir claramente unos hitos principales, de modo que los diferentes individuos y grupos de trabajo puedan alinear sus esfuerzos de manera efectiva. Idealmente, el primer paso de la metodología del LPS consiste en realizar una Planificación de hitos generales del proyecto, en una fase temprana, a ser posible de 2 a 4 meses antes de iniciar la construcción. Teniendo en

cuenta que esto no siempre es factible dado que es posible que el equipo de subcontratistas aún no se encuentre confirmado; en la práctica habitual, muchas veces esta sesión se realiza en una fecha muy próxima a la de inicio de la obra o incluso una vez comenzada la obra. En esta etapa, es importante identificar las diferentes fases que tendrá el proyecto, entendiendo que para cada fase se deberá realizar lo que se conoce como Planificación de fases. Para identificar las fases se sugiere considerar al menos las siguientes variables:

- Entregables o áreas de proyecto.
- Utilización de los recursos: ¿son compartidos por todas las áreas?
¿Cada área de proyecto tiene sus propios recursos?
- Hitos del proyecto: internos y/o contractuales.

En la Figura 7, se muestra la forma de programar el tren de trabajo, la imagen es una muestra idealizada del plan maestro

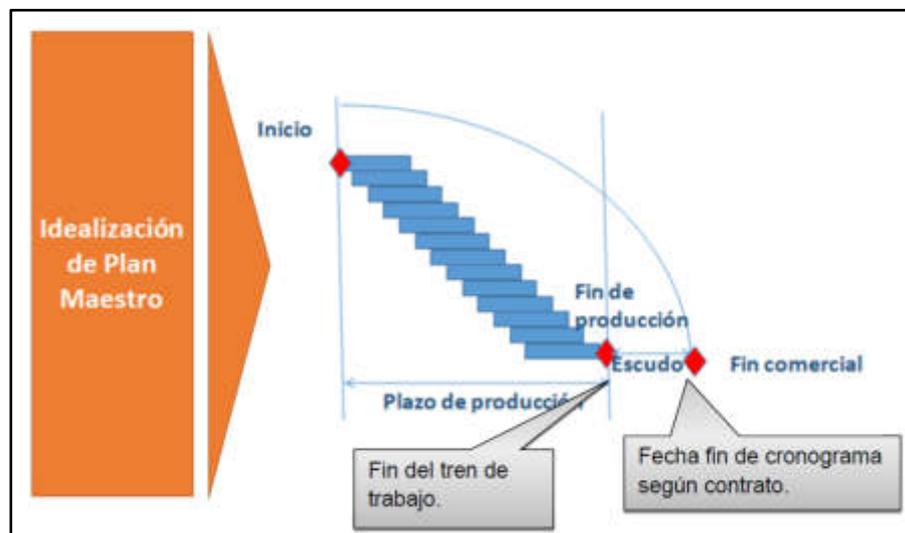


Figura 7. Idealización del Plan Maestro

Fuente: Manual de estándares de Produktiva, 2018, p.62

2.2.8 Planificación por fases

Según Andrade, M y Arrieta, B. (2010). La planificación por fases “representan una subdivisión más detallada del programa maestro preparada por las personas que administran al trabajo en la fase para apoyar el cumplimiento de los hitos del programa maestro” (Pág. 38)

Esta etapa se debe realizar en la planificación inicial o comenzando cada etapa importante como estructuras, acabados húmedos, acabados secos, entre otros. Los beneficios de la planificación por fases según (Orihuela y Ulloa, 2011, p. 2):

- El equipo entiende cómo debe realizarse el proyecto.
- El equipo tiene la oportunidad de conocerse más, por consecuencia formar un verdadero equipo.
- Cada miembro sabe lo que cada uno necesita para llevar a cabo sus tareas.
- El trabajo es planeado de tal manera que todos entienden lo que se debe hacer y cuando.

2.2.9 El concepto “Pull” de la producción

La Planificación Pull es una metodología de planificación que como su nombre indica “jalar”, se planifica utilizando los conceptos de un sistema productivo PULL. Es decir, se parte por definir cuál es el último entregable de la fase a planificar y a partir de este último hito, se realiza la pregunta “¿qué es lo que requiero que esté listo justo antes para poder entregar este hito?”. De esta manera, se llama a la actividad predecesora a que asuma su compromiso con su cliente y acuerden las condiciones de satisfacción de ese compromiso (especificación de cuál es el trabajo a ejecutar, fechas, duración, calidad, etc.) de entrega.

En la figura 8, se muestran los pasos para realizar la planificación Pull, que como lo describe en el texto anterior se planifica del final hacia

el principio del hito marcado, por lo que será necesario solicitar a cada responsable de las actividades los rendimientos, recursos y restricciones necesarias para comenzar y finalizar tareas según lo planificado y sin los temidos cuellos de botella.



Figura 8. Planificación utilizando el Pull System

Fuente: Manual de estándares de Produktiva, 2018, p. 77

2.2.10 Planificación intermedia

“En la planificación intermedia se analizan las restricciones que puede tener una actividad para ser ejecutada (4 a 6 semanas), pero dependerá de la naturaleza del trabajo a realizar y la sensibilidad de los proveedores para las distintas actividades.” (Andrade y Arrieta, 2010, p. 38).

El objetivo de la planificación intermedia se basa en mantener un inventario que se ejecute efectivamente. “Los planes de trabajo semanal son formados desde el inventario de trabajo ejecutable, mejorando así la productividad de quienes reciben estas asignaciones e incrementando la confiabilidad del flujo de trabajo para la siguiente unidad de producción”. (Andrade y Arrieta, 2010, p. 38). Véase figura 9

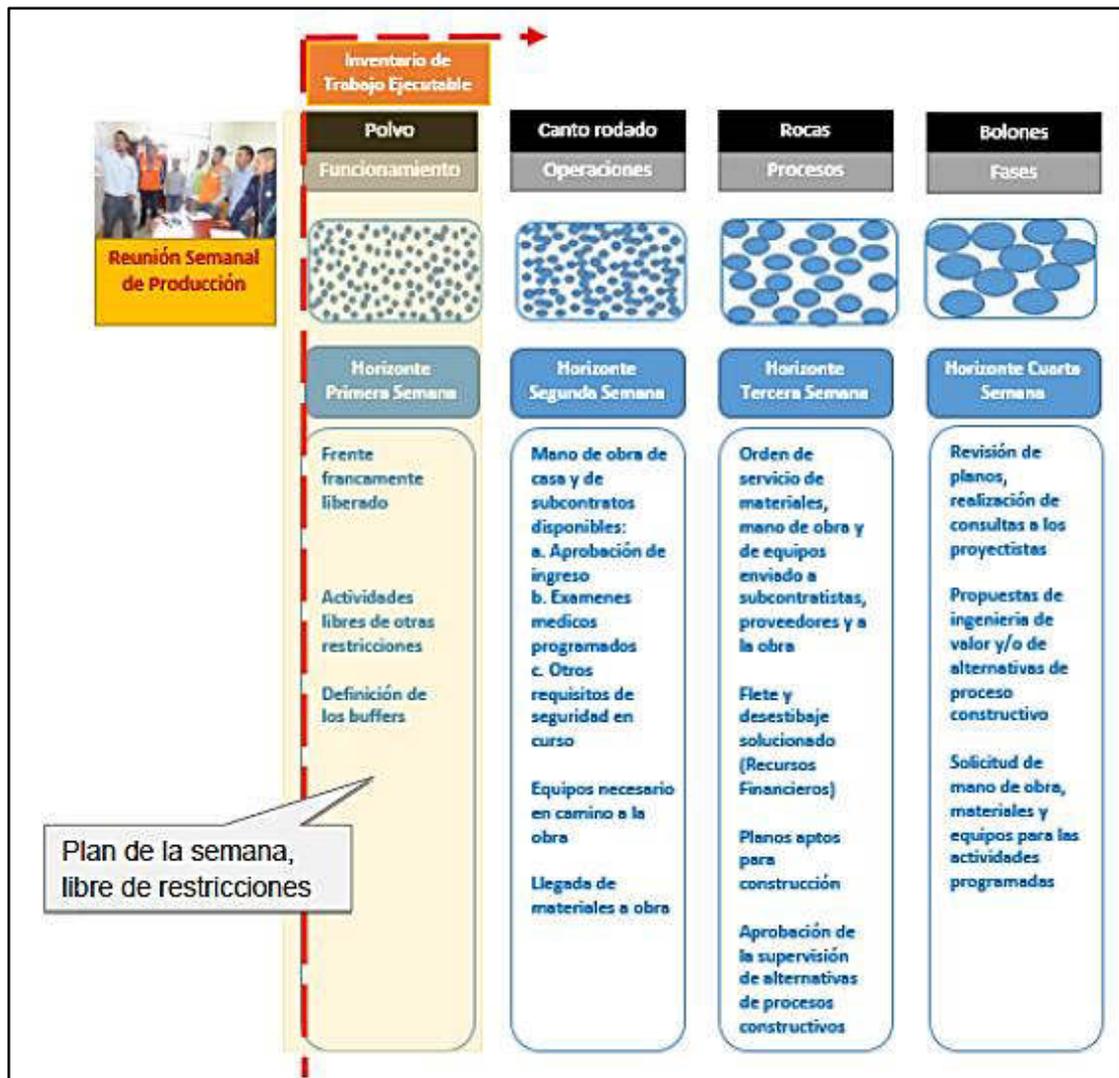


Figura 9. Reglas del LookAhead Planning

Fuente: Manual de estándares de Productiva, 2018, p. 106

a) Análisis de restricciones

Según Angeli C. (2017). “Cada actividad dentro de la Planificación Intermedia tiene restricciones asociadas que impiden el desarrollo de la actividad y se debe asignar responsables encargados de liberarlas. Esto involucra dos procesos: Revisión y Preparación” (p. 23).

La revisión consiste en “determinar la entrada de las actividades al período de lookahead dependiendo si sus restricciones pueden ser liberadas dentro de la duración establecida y a la probabilidad de removerlas antes del comienzo programado”. (Angeli, 2017, p.23).

La preparación según Angeli, C (2017) consiste en “gestionar las acciones necesarias para liberar o levantar las restricciones encontradas dejando la actividad lista para comenzar” (p. 24). Una vez que la restricción fue liberada, se puede incluir estas actividades al Inventario de Trabajo Ejecutable (ITE).

En las figuras 10, 11, 12, se muestran todas aquellas restricciones que pueden presentarse en las actividades planificadas de un proyecto.

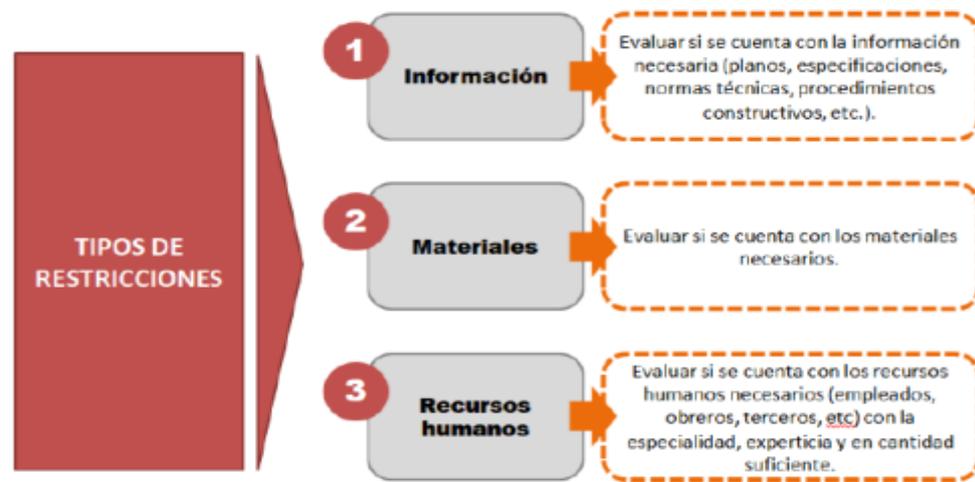


Figura 10. Tipos de restricciones I

Fuente: Manual de estándares de Produktiva, 2018, p. 112



Figura 11. Tipos de restricciones II

Fuente: Manual de estándares de Produktiva, 2018, p.113



Figura 12. Tipos de restricciones III

Fuente: Manual de estándares de Produktiva, 2018, p. 113

2.2.11 Planificación semanal

La planificación semanal presenta mayor nivel de detalle antes de la ejecución. Tiene que ser realizada por aquellos que participen directamente en la ejecución del proyecto (maestro, capataces, ing. De campo, supervisores entre otros), solo se compromete el trabajo que puede ser hecho; este compromiso aumenta la confiabilidad del plan semanal y con ello incrementa el rendimiento de la unidad de producción que ejecuta dicho plan. (Andrade y Arrieta, 2010, pp. 39-40)

En la figura 13, se muestran los pasos para el plan semanal de producción utilizado, como primer paso se plantea la programación de las 4 semanas siguientes, luego cada responsable de actividad colocan un post it de manera de compromiso, para éstas actividades sean cumplidas, y finalmente, se realiza un seguimiento de cada una de estas actividades, que será plasmada mediante un porcentaje de plan cumplido.



Figura 13. Pasos para el Plan Semanal de Producción (PSP)

Fuente: Manual de estándares de Productiva, 2018, p. 107

2.2.12 Indicadores del sistema Last Planner

a. Porcentaje del plan cumplido (PPC)

Es un porcentaje que representa la cantidad de actividades realizadas / actividades programadas en la semana, "el objetivo es conocer el nivel del cumplimiento del plan diseñado en la reunión semanal, con el fin de encontrar las causas raíces de algún incumplimiento y así poder realizar acciones correctivas en la siguiente semana" ("Manual de estándares...", 2018, p.127).

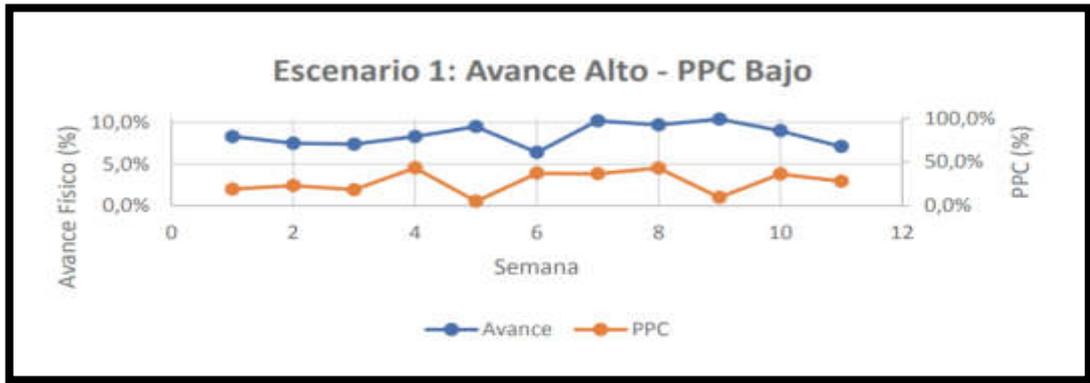


Figura 14. Escenario de avance real alto y PPC

Fuente: Colección guías prácticas de Lean Construction, 2019, p.61

En la figura 14, se presenta un escenario de un avance real de obra alto y un PPC bajo esto significa que se estén planificando muchas tareas, con poco cumplimiento de terminación, pero sin embargo se están finalizando las tareas que tienen un alto impacto en el avance de la obra.

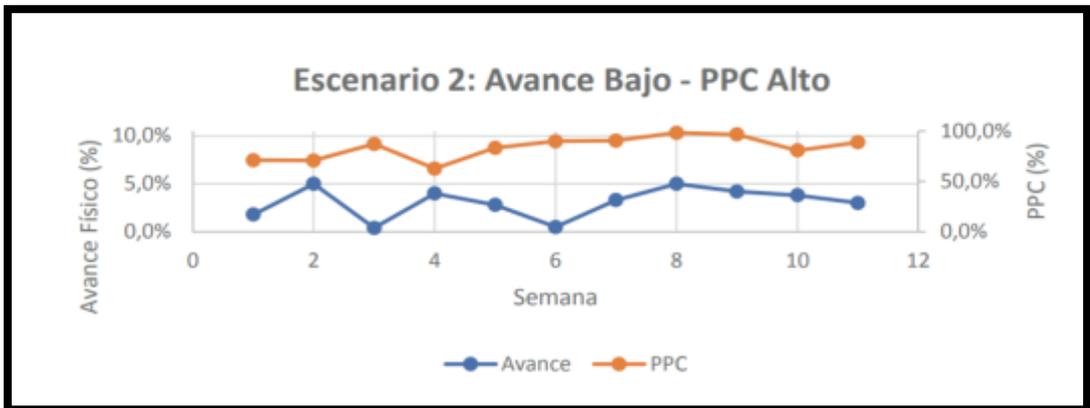


Figura 15. Escenario de avance real bajo y PPC

Fuente: Colección guías prácticas de Lean Construction, 2019, p.61

Sin embargo en la figura 15, se observa un escenario de un avance real de obra bajo y un PPC alto, esto significa que el equipo esté planificando de una forma muy conservadora o incluso que esté omitiendo actividades que deberían estar realizándose.

b. Porcentaje de cumplimiento de restricciones

“Al igual que el PPC, el PCR se calcula para cada periodo de corto plazo. Este indicador muestra cómo ha sido la evolución de la liberación de restricciones de cada periodo de corto plazo”. (Sabbatino, Alarcón y Toledo, s.f, p. 5)

c. Porcentaje de causas de no cumplimiento

Este indicador está relacionado con las causas de incumplimiento de cada actividad y serán evaluadas en un conjunto de semanas de acuerdo al tipo de causa, las cuales pueden ser por programación, logística, control de calidad, externos, supervisión, errores de ejecución, subcontratos, equipos y administrativos. (Figura 16).

C.N.C	SEMANAS							TOTAL	% INCIDENCIA
	SEM 42	SEM 43	SEM 44	SEM 45	SEM 46	SEM 47	SEM 48		
PROGRAMACIÓN	1		5	4	1	8	6	25	45%
LOGÍSTICA								0	0%
CONTROL CALIDAD								0	0%
EXTERNOS								0	0%
SUPERVISIÓN/CLIENTE	3	9			1			13	24%
ERRORES DE EJECUCIÓN								0	0%
SUBCONTRATOS				1	4			5	9%
EQUIPOS								0	0%
ADMINISTRATIVOS					12			12	22%
total por semana	4	9	5	5	18	8	6	55	

Figura 16. Ejemplo de porcentaje de causas de no cumplimiento

Elaboración: Los autores

d. Curvas de avance real y programado

“La curva de avance es una representación gráfica del avance acumulado del proyecto en función del tiempo y sirve para comparar el avance real con el avance programado”. (Letelier, 2014, p. 31)

El uso de las Curvas S se ilustra con un gráfico (%acumulado vs. Tiempo) como herramienta de Control de avance genera los siguientes beneficios:

- Realizar un seguimiento del avance acumulado real del proyecto.

- Identificar si es que el proyecto se encuentra “adelantado” o “retrasado” según lo esperado.
- Analizar las tendencias de comportamiento del proyecto.
- Realizar toma de decisiones preventivas y/o correctivas. (Letelier, 2014, p. 32)

2.3 Definición de términos básicos

- a) **Flujo de trabajo:** “Es el movimiento de información y materiales a través de la red de unidades de producción”. (Manual de estándares de Produktiva, 2018, p. 48)
- b) **Last Planner System:** “Last Planner es un sistema de planificación de producción diseñado para producir flujos de trabajo predecibles y un rápido aprendizaje en la programación, diseño, construcción y puesta en marcha de proyectos.”. (Lean Construction Institute, 2019)
- c) **Lean Construction:** “Lean Construction es un enfoque basado en la gestión de la producción para la entrega de un proyecto - una nueva manera de diseñar y construir edificios e infraestructuras.”. (Lean Construction Institute, LCI)
- d) **Lean Production:** “Es una filosofía /sistema de gestión sobre cómo operar un negocio. Enfocando en la eliminación de todos los desperdicios, permitiendo reducir el tiempo entre el pedido del cliente y el envío del producto, mejorando la calidad y reduciendo los costos”.(Lean Solutions, 2019, p.1)
- e) **Nivel General de Actividades (NGA):** “Es una herramienta que permite conocer los niveles de productividad de la obra a nivel general” (Manual de estándares de Produktiva, 2018, p. 30)
- f) **Pérdidas:** “Es toda aquella actividad que tiene un costo, pero que no le agrega valor al producto terminado” (Manual de estándares de Produktiva, 2018, p. 21)

- g) Planificación:** “Plan general, metódicamente organizado y frecuentemente de gran amplitud, para obtener un objetivo determinado, tal como el desarrollo armónico de una ciudad, el desarrollo económico, la investigación científica, el funcionamiento de una industria, etc” Según la Real Academia Española (2019)
- h) Productividad:** “Es la relación entre lo producido y lo gastado en ello. Donde productividad es igual a cantidad producida entre los recursos empleados”. (Manual de estándares de Produktiva, 2018, p. 40)
- i) Programación:** “Es una etapa que está dirigida a evaluar los planes de trabajo escogidos determinando el tiempo total que podría demorar la obra, el costo de ella y los recursos que serían necesarios utilizar para cumplir con las metas señaladas”. (Díaz, D. 2007, p. 21)
- j) Restricción:** “Las restricciones son todo aquello que no permite viabilizar los ocho tipos de flujo” (Manual de estándares de Produktiva, 2018, p. 112)
- k) Sectorización:** “Delimitación de funciones y competencias en sectores homogéneos de actividad, para precisar responsabilidades, evitar duplicidad de funciones y permitir que las decisiones y acciones gubernamentales fluyan de manera rápida y eficiente” (Manual de estándares de Produktiva, 2018, p. 54)
- l) Trenes de trabajo:** “Es una programación a ritmo constante que promueve cargas similares de trabajo cada jornada para la misma cuadrilla durante todo el ciclo de construcción” (Manual de estándares de Produktiva, 2018, p. 61)

m) Valor: “Valor es definido por el cliente en términos de productos específicos o servicios”. (Manual de estándares de Productiva, 2018, p. 11)

2.4 Hipótesis

2.4.1 Hipótesis general:

- Al implementar el Sistema Last Planner, se logró mejorar el control de las actividades en la etapa estructural del proyecto multifamiliar Leaf.

2.4.2 Hipótesis específicas:

- Al implementar el proceso de inicio, se logró mejorar el control de las actividades en la etapa estructural del proyecto multifamiliar Leaf.
- Al implementar el proceso de planificación, se logró mejorar el control de las actividades en la etapa estructural del proyecto multifamiliar Leaf.
- Al implementar el proceso de control, se logró mejorar el control de las actividades en la etapa estructural del proyecto multifamiliar Leaf.
- El comportamiento del avance real es favorable ante la programación contractual en la etapa estructural del proyecto Leaf.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 Diseño metodológico

Los métodos utilizados en la presente investigación están divididos por tipo, nivel y diseño.

3.1.1 Enfoque

Esta investigación se caracteriza por ser utilizar los siguientes tipos de investigación aplicada, cuantitativa y explicativa que serán descritos a continuación.

- **Aplicada**

La investigación es de tipo aplicada, ya que busca dar una solución a una realidad problemática; además que se investigó la aplicación del sistema Last Planner en el proyecto multifamiliar Leaf-Lince.

- **Cuantitativa**

La investigación tiene enfoque cuantitativo, porque se utilizaron datos recopilados en campo, con lo que se pudo contestar las preguntas de la investigación y probar la hipótesis planteada.

- **Descriptiva**

La investigación es de tipo descriptiva, porque el propósito es describir como se implementa el sistema Last Planner en el proyecto multifamiliar Leaf-Lince.

3.1.2 Diseño de la investigación

- **Observacional**

La investigación es de tipo observacional, ya que la recolección de datos obtenidos en campo, no tuvo ninguna modificación solo se analizaron.

- **Prospectivo**

Es prospectiva, ya que los resultados serán evaluados durante la ejecución del proyecto por medio de gráficos y tablas que serán generados con los datos obtenidos en campo.

- **Longitudinal**

Se realizará más de una medición, estas mediciones nos darán como resultado un análisis de control que se mantiene en la planificación del proyecto.

3.1.3 Nivel de investigación

- **Descriptivo**

Debido a que puede describirse los resultados obtenidos para luego ser representados estadísticamente por medio de uso de tablas y gráficos.

3.2 Técnicas de recolección de datos

Para el desarrollo de este proyecto de tesis se ha requerido el uso de los instrumentos utilizados para la recolección de datos que se describen a continuación.

3.2.1 Población y muestra

- **Población**

La población de la presente investigación está compuesta por todos los proyectos de construcción de edificaciones multifamiliares de Lima Metropolitana.

- **Muestra**

La muestra de la presente investigación está compuesta por las partidas de la etapa estructural de la edificación multifamiliar Leaf ubicado en el distrito de Lince, lima.

3.2.2 Instrumentos de recolección de datos

Para que la implementación del sistema sea ejecutable debe basarse en la filosofía del Lean Construction, la cual uno de sus métodos es el sistema Last Planner. Adicionalmente se cuenta con los planos del proyecto, los metrados de la etapa estructural, fichas técnicas y protocolos de calidad.

En la implementación del sistema Last Planner, se utilizaron diversas herramientas y para la ejecución de estas se tienen formatos que se encuentran en mejora continua. Las herramientas son las siguientes:

- El Plan Maestro, para la obtención de los hitos.
- El Plan intermedio o LookAhead.
- El Plan Semanal.
- El Porcentaje del plan Cumplido (PPC)
- El ajuste diario
- El Análisis de restricciones
- Las Causas de no Cumplimiento
- Nivel General de Actividades
- Curvas de avance

3.3 Técnicas para el procesamiento de la información

Las herramientas utilizadas se usan para la recolección de datos, las cuales tendrán un valor cualitativo y cuantitativo. Al obtener la obtención de estos datos se plasmaron en forma de figuras y tablas que sirvieron para la demostración de las hipótesis planteadas en la presente investigación.

Para el procesamiento de los datos obtenidos se utilizaron materiales de escritorio y el uso del programa Excel, para la obtención de las tablas y figuras.

3.4 Variables

Se plantearon las siguientes variables para evaluar las hipótesis que se han planteado para esta investigación.

3.4.1 Variable independiente

La variable independiente es **Implementación del Sistema Last Planner**, ya que es una guía metodológica, solo se siguieron sus lineamientos a lo largo de la investigación.

3.4.2 Variable dependiente

La variable dependiente es **el control de las actividades**, ya que se evaluarán los posibles efectos y los resultados de esta investigación.

3.4.3 Operacionalización de variables

- **Variable independiente**

Tabla 1. Variable independiente

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
VARIABLE INDEPENDIENTE: Implementación del Sistema Last Planner	El sistema Last Planner es un sistema de control que mejora sustancialmente el cumplimiento de actividades y la correcta utilización de recursos de los proyectos de construcción.	Proceso de inicio	Capacitaciones Matriz de responsabilidades	Formatos Gráficos
		Proceso de planificación	Plan maestro Planificación Intermedia (Look ahead) Análisis de restricciones Planificación semanal	Tablas Gráficos Formatos
		Proceso de control	Porcentaje de plan cumplido Causas de no cumplimiento Nivel general de actividades Análisis de causa - raíz	Tablas Gráficos Formatos
		Curvas de avance	Curva S	Gráficos

Elaboración: Los autores

- **Variable dependiente**

Tabla 2. Variable dependiente

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
VARIABLE DEPENDIENTE: Control de las actividades	El control de las actividades se puede realizar en todo proyecto en sus diversas etapas con la funcionalidad de minimizar los riesgos y realizar una producción eficiente y eficaz.	Mano de obra	Rendimientos de cuadrilla Dimensionamiento de cuadrillas	Tablas Gráficos
		Materiales	Maquinaria pesada Cemento, ladrillo, acero, hormigón	Tablas Gráficos Formatos
		Curvas de avance	Porcentaje de avance	Tablas Gráficos

Elaboración: Los autores

CAPÍTULO IV

DESARROLLO DEL PROYECTO

4.1 Descripción del proyecto

El proyecto denominado “Leaf Apartments”, que consiste en un edificio multifamiliar de 7 pisos, 2 sótanos y una azotea. El proyecto es propiedad de Inmobiliaria del Oeste S.A. y se encuentra ubicado en el Jr. Coronel Manuel Gomez N° 120 esquina con Psje. Justo Figueroa, distrito de Lince, provincia de Lima Metropolitana. Véase en la figura 17.



Figura 17. Ubicación del proyecto

Elaboración: Los autores

La obra transmite sus cargas al terreno por medio de zapatas aisladas o continuas de concreto armado. El área del terreno es de 1466.5 m² y de acuerdo a la estructura y números de pisos, las estructuras se clasifican desde el punto de vista de la investigación de suelo como tipo B.

4.1.1 Características de los suelos

Según la inspección in situ del terreno en estudio, se considera para los respectivos diseños, los siguientes parámetros:

1° estrato:

- Ángulo de fricción interna: $\Phi = 28^\circ$
- Cohesión: $c = 05 \text{ (kN/m}^2\text{)}$
- Peso unitario: $\gamma = 18 \text{ (kN/m}^2\text{)}$

2° estrato (grava de Lima):

- Ángulo de fricción interna: $\Phi = 43^\circ$
- Cohesión: $c = 20 \text{ (kN/m}^2\text{)}$
- Peso unitario: $\gamma = 22 \text{ (kN/m}^2\text{)}$

Se tomó en cuenta los valores indicados encima, ya que son los valores usados en estabilidad de taludes de acuerdo a los ensayos de corte directo realizados en Lima, donde se toman en cuenta ambos parámetros de cohesión y fricción, según el cuadro debajo para una grava GP.

4.1.2 Estructuras

• Techos

Los techos son losas aligeradas de 20 cm de espesor y se propuso utilizar losas macizas de 20 cm de espesor en las zonas correspondientes a jardines y servicios higiénicos. Se colocaron vigas chatas en los aligerados para soportar tabiquería u otro tipo de cargas concentradas.

- **Estructura portante de cargas verticales y sísmicas**

La estructura portante consiste en una combinación de placas y pórticos de concreto armado. Estas estructuras tienen como función principal de dotar al edificio de adecuada rigidez, con ello lograr un adecuado comportamiento ante un sismo.

- **Cimentación**

La cimentación fue a base de cimientos corridos para los muros de borde y de zapatas aisladas para las columnas y placas interiores. La profundidad de cimentación debe ser menor a -1.20 m según lo especificado en el informe técnico. La capacidad resistente del terreno es de 4.50 kg/cm²

Para la cimentación se utilizó cemento Portland Tipo I, ya que no se encontró presencia de sulfatos ni de sales agresivas en el terreno.

4.1.3 Arquitectura

El terreno tiene una superficie total de 1466.50 m² con las siguientes medidas perimétricas: Por el frente, con Jr. Coronel Manuel Gómez, 36.50 m., por el costado derecho, con propiedad de terceros, 34.00 m., por la izquierda, colindando con Pje. Justo Figueroa con propiedad de terceros, 45.00 m. y por el fondo con propiedad de terceros, una línea de tres tramos 1° de 16.00m, 2° de 11.00 m. y 3° de 20.50m.

- **Características**

La propuesta considera un edificio con comercio en el primer nivel y departamentos de vivienda a partir del 2do nivel (a excepción de los dptos. N°101 y 102 que tienen acceso a la calle desde el primer nivel).

La edificación está conformada por cuatro locales comerciales de 50m², 175m², 148 m² y 136m² m² aproximadamente con acceso directo hacia Jr. Coronel Manuel Gómez y cincuenta y nueve departamentos de

vivienda, estos últimos con espacios de circulación de uso común, desarrollado en 06 pisos + azotea hacia el Pje. Justo Figuroa y 07 pisos + azotea hacia Jr. Coronel Manuel Gómez.

La edificación cuenta con dos sótanos, cuarto de equipos y cisternas. 83 espacios de estacionamientos repartidos de la siguiente manera: Para vivienda: 5 estacionamientos dobles y 54 estacionamientos simples en sótanos, 4 estacionamientos simples y 2 estacionamientos para discapacitados en el retiro, 1 estacionamiento doble en el dpto. 101 y 1 estacionamiento simple en el departamento 102. Para comercio: 10 espacios de estacionamientos para la zona comercial con frente a Jr. Manuel Gómez.

Los cincuenta y nueve departamentos están conformados por viviendas de 1, 2 y 3 dormitorios. Los pisos superiores (del 2º al 6º piso) tienen 10 departamentos por planta, 2 departamentos de 1 dormitorio con un área aproximadas de 50m², 2 departamentos de 2 dormitorios con un área aproximada de 72m² y 6 departamentos de 3 dormitorios con un área aproximada de 80, 90 y 100m².

El séptimo piso tiene siete departamentos por planta, 2 departamentos de 1 dormitorio con un área aproximadas de 50m², 1 departamentos de 2 dormitorios con un área aproximada de 72m² y 4 departamentos de 3 dormitorios con un área aproximada de 80, 90 y 100m².

Se cuenta con áreas comunes, en el 7mo nivel y en la azotea. En el nivel intermedio (7mo nivel) se cuenta con 1 SUM, que cuenta con servicios higiénicos y una terraza amplia que incluye áreas verdes y área de uso para juegos infantiles. En el último nivel de azotea, se está considerando un SUM que cuenta con servicios higiénicos y una terraza amplia que incluye áreas verdes, zona de parrilla y depósito de limpieza. Todos los departamentos cuentan con acceso a las áreas de uso común. Véase en las figuras correspondientes 18 y 19.



Figura 18. Edificio multifamiliar Leaf

Fuente: Productiva, 2018

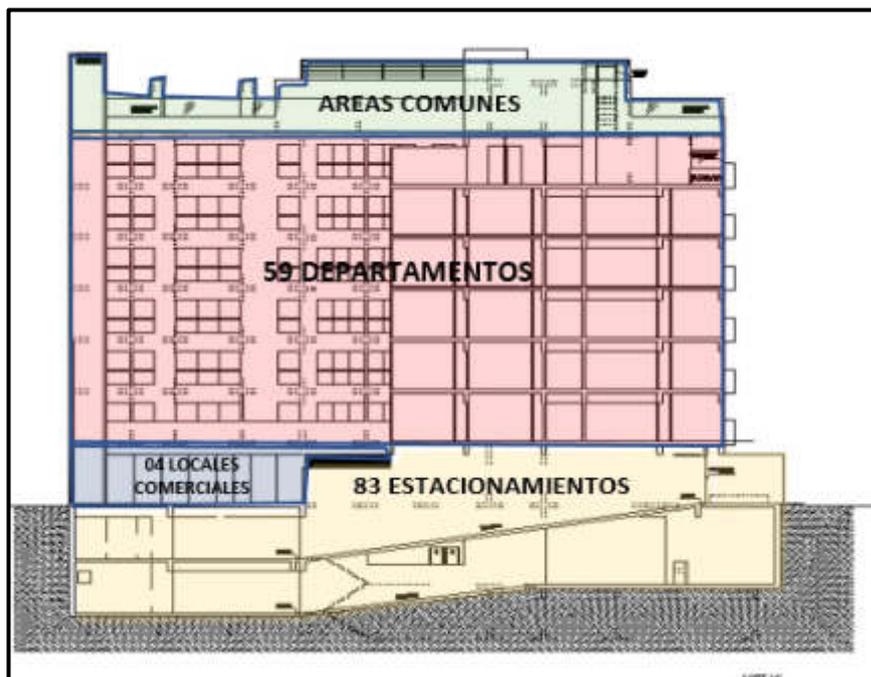


Figura 19. Plano de arquitectura

Fuente: Productiva, 2018

4.2 Implementación del sistema Last Planner

4.2.1 Situación actual del proyecto

Antes de implementar esta metodología, es importante conocer la situación actual del proyecto, la cual presentaba un atraso con respecto a la programación meta, la cual se plasma entre las semanas 33 – 47. Esto se generó debido a que se encontraron muchas restricciones para cumplir las actividades, las principales son las siguientes:

- Entrega de materiales a destiempo.
- Cuadrilla incompleta.
- Descoordinación entre subcontratistas.
- Actividades predecesoras no liberadas.
- Errores repetitivos en actividades similares.

4.2.2 Proceso para implementar el sistema Last Planner

Para la implementación de este sistema, al proyecto multifamiliar, existe una estructura del sistema, la cual se encuentra bajo el enfoque Lean Construction y se dará una retroalimentación a la mejora continua, esta estructura se divide en diferentes procesos como se visualiza en la figura 20.

El proceso de implementación se dio bajo esa estructura, en la cual existe un proceso de inicio, fue la capacitación y talleres para el staff; proceso de planificación, se realiza la sectorización, el dimensionamiento de cuadrillas y el plan maestro; proceso de control, se realiza la planificación intermedia, semanal, el análisis de restricciones y el nivel general de actividades; por último el proceso de cierre, consiste en dar un seguimiento al sistema a cargo de un auditor (si se realiza correctamente).

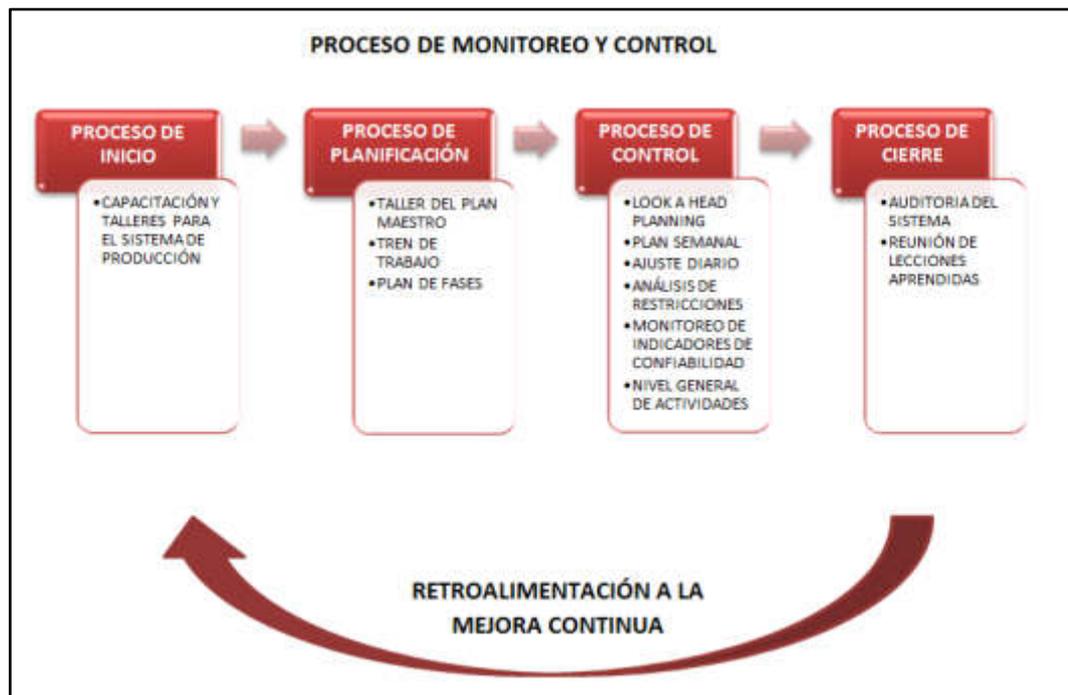


Figura 20. Proceso de implementación

Elaboración: Los autores

El proceso de cierre, que estará a cargo de un auditor externo a la empresa, no se tomara en cuenta para esta investigación ya que esto se implementó en las siguientes etapas del proyecto y finalizando el proyecto como una mejora continúa.

4.2.3 Proceso de inicio

a) Capacitación para el sistema de producción

Para llevar a cabo una gestión eficaz del Last Planner System necesitamos un sistema de gestión visual, formado por paneles visuales que proporcionen información actualizada de la planificación, los rendimientos del proyecto y el plan de producción. La Gestión Visual facilita la Mejora Continua y la implantación del Last Planner

System, y sin ella es difícil que mejore el rendimiento. La información visual del LPS debería incluir:

- Paneles de planificación a medio – largo plazo.
- Indicadores de rendimiento como el PPC.
- Causas de No Cumplimiento.
- Sistema de sugerencias de mejora.
- Información relevante del Proyecto.
- Plan de acción.

En el escenario de la implementación del sistema Last Planner, se inicia con la una charla programada para todo el personal del Staff de obra que integran el organigrama para este proyecto. Según Fontenla, C y Herrera, R (2017) Pag. 25 y 26

En la figura 21, se visualiza la primera capacitación que se realizó para el staff de ingenieros, en la cual se evaluó la situación del proyecto y la sectorización planteada, además de una charla por parte del implementador del sistema al proyecto.



Figura 21. Capacitación para el staff

Elaboración: Los autores

En dicha reunión, se tocan temas introductorios y superficiales de lo que es Lean Construction y su influencia en el sector de la construcción en los últimos tiempos, con lo cual podremos abordar directamente los

temas de programación utilizando herramientas de Last Planner. Según Fontenla y Herrera (2017) pp. 25-26.

Según la cita anterior, se puede afirmar que en la primera reunión de capacitación se dan a conocer las definiciones del sistema Last Planner además de realizar una visualización de la realidad del proyecto y las responsabilidades de cada uno de los integrantes del proyecto.



Figura 22. Capacitación para los subcontratistas

Elaboración: Los autores

En la figura 22, se observa la capacitación dada a todo los subcontratistas a cargo de la etapa estructural en conjunto con los ingenieros, esta es una explicación de entendimiento del sistema a cargo del implementador del sistema al proyecto.

La primera reunión a los subcontratistas se da en la oficina externa de la obra, posteriormente se realizan al interior de obra.

Una vez realizadas las capacitaciones a todos los involucrados del proyecto, se debe tomar en cuenta como debe de ser la sala de dichas reuniones. Para ello, tomar en cuenta la figura 23, en la cual muestra el modelo de la sala de reuniones que se debería de tener en obra. Este modelo está enfocado para que los capataces de las diferentes actividades puedan visualizar los paneles del lookahead planing, el análisis de restricciones, los resultados semanales proporcionados por

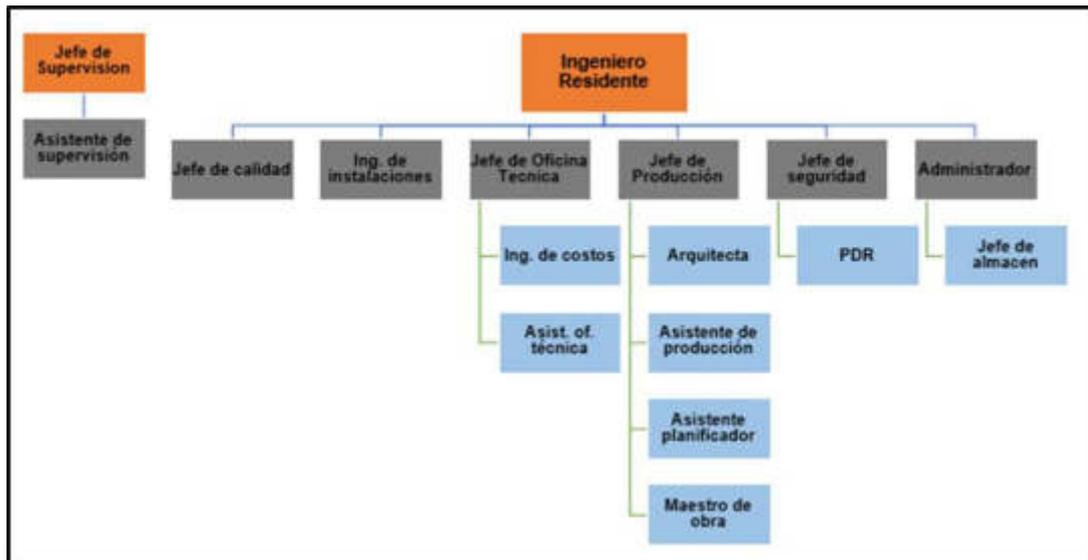


Figura 24. Organigrama de la obra Leaf

Elaboración: Los autores

Se realiza el organigrama de la empresa con la finalidad de obtener la matriz de responsabilidades en la cual estará a cargo de cada uno de los integrantes del proyecto; en la figura 25 se observa el cuadro realizado de las etapas de implementación del sistema y la responsabilidad de los integrantes. Por ello se considera lo siguiente:

- R: responsable, es quien ejecuta y elabora las actividades.
- A: asegurador, es quien lidera la actividad, quien finalmente toma la decisión final.
- C: colaborador: es quien posee alguna información, o capacidad de realizar la actividad
- I: informado.

Por ejemplo, de acuerdo con lo presentado en la Figura 25 y en la figura 26, de acuerdo a la actividad “Plasmear los hitos importantes en el visualizador de hitos”, el ingeniero residente y el Jefe de gestión de proyectos deben estar informado de esta actividad (I), y finalmente el asistente de producción será el responsable de la actividad (R).

MATRIZ DE RESPONSABILIDADES	EQUIPO DE OBRA										ACE	
	RESIDENCIA	OT	CALIDAD	PRODUCCIÓN			ADMINISTRACIÓN			JEFE DE GESTIÓN DE PROYECTOS		
LEYENDA R= Responsable (ejecuta, elabora) A= Asegurador (lidera)	INGENIERO RESIDENTE	SUPERINTENDENTE	OFICINA TÉCNICA	JEFE DE CALIDAD	JEFE DE PRODUCCIÓN	ARQUITECTA	ASISTENTE DE PRODUCCIÓN	MAESTRO DE OBRA	ADMINISTRADOR	ALMACENERO	SUBCONTRATISTAS	JEFE DE GESTIÓN DE PROYECTOS
	SISTEMA DE PRODUCCIÓN											
INICIO												
ACTA DE CONSTITUCIÓN												
Reunión para definir Acta de Constitución	A	R			R	R						C
Revisar la asistencia de los involucrados: Ingeniero Residente, Jefe de Pr	I						R					I
Preparar los recursos para la reunión	I						R					I
PLANIFICACIÓN												
TALLER DE PLAN MAESTRO												
Reunión de Plan Maestro	A	R	C	C	R	R	R	R				C
Revisar la asistencia de los involucrados: Ingeniero Residente, Superintendente, OT, Calidad, Jefe de producción, Arquitecta, asistentes de producción y maestro de obra.	I						R					I
Realizar agenda de reunión de Plan Maestro	R	I	I	I	I	I	I	I				C
Preparar los recursos para la reunión	I				I	I	R					I
TREN DE TRABAJO												
Realizar la Memoria de Cálculo	A				R	R						I
Plasmar los hitos importantes en el visualizador de hitos.	I						R					I
PLAN RÍTMICO DE SALDO DE OBRA												
Reunión de Plan Maestro	A	R	C	C	R	R	R	R				C
Revisar la asistencia de los involucrados: Ingeniero Residente, Superintendente, OT, Calidad, Jefe de producción, Arquitecta, asistentes de producción y maestro de obra.	I						R					I
Realizar la Memoria de Cálculo	A				R	R						I
Plasmar los hitos definidos en el visualizador de hitos.	I				I	I	R					I
PLAN DE FASES												
Reunión de Plan de Fases	A	R	R	R	R	R	R	R				C
Revisar la asistencia de los involucrados: Ingeniero Residente, Superintendente, OT, Calidad, Jefe de producción, Arquitecta, asistentes de producción, maestro de obra, encargadas de subcontratas y capataces.	I				I	I	R					I
Realizar agenda de reunión de Plan de Fases	R	I	I	I	I	I	I	I				I
Plasmar los hitos importantes en el visualizador de hitos.	A				R	R	R				R	I

Figura 25. Matriz de responsabilidades (inicio y planificación)

Fuente: Productiva, 2018

MATRIZ DE RESPONSABILIDADES	EQUIPO DE OBRA											ACE	
	RESIDENCIA	OT	CALIDAD	PRODUCCIÓN		ADMINISTRACIÓN							
LEYENDA R= Responsable (ejecuta, elabora) A= Asegurador (lidera)	INGENIERO RESIDENTE	SUPERINTENDENTE	OFICINA TÉCNICA	JEFE DE CALIDAD	JEFE DE PRODUCCIÓN	ARQUITECTA	ASISTENTE DE PRODUCCIÓN	MAESTRO DE OBRA	ADMINISTRADOR	ALMACENERO	SUBCONTRATISTAS	JEFE DE GESTIÓN DE PROYECTOS	
	CONTROL												
LOOK AHEAD PLANNING													
Elaborar Look Ahead Planning	A				R	R		R				R	I
Revisar proyección de LAP para asegurar hitos	A				C			C				C	I
Enviar entregable LAP en panel.	A							I				I	I
Revisar primera semana del LAP sin restricciones	A				R	R		R				R	I
REUNIÓN SEMANAL DE PRODUCCIÓN													
Reunión Semanal de Producción	A	C	C	C	R	R	C	R				C	I
Preparar los recursos para la reunión	I				I	I	R					I	
Revisar la asistencia de los involucrados: Ingeniero Residente, OT, Calidad, Jefe de producción, Arquitecta, asistentes de producción, maestro de obra, encargadas de subcontratas y capataces.	I				I	I	R					I	
Identificar restricciones	A	R	R	R	R	R	R	R				C	I
Identificar problemas de incumplimiento para el ACR	A				R	R	R	R				I	I
Cálculo del PPC	I	I	I	I	I	I	R	I				I	I
REUNIÓN DIARIA													
Realizar Reunión Diaria	A		C	C	R	R	R	R				R	I
Preparar los recursos para la reunión	I				I	I	R					I	
Revisar la asistencia de los involucrados: Ingeniero Residente, OT, Calidad, Jefe de producción, Arquitecta, asistentes de producción, maestro de obra, encargadas de subcontratas y capataces.	I				I	I	R					I	
HERRAMIENTAS													
NIVEL GENERAL DE ACTIVIDAD													
Realizar NGA	A	I	I	I	I	I	R	I				I	I
Análisis de resultados y plan de acción	A				R	R	C	I				I	C
SALA DE PRODUCCIÓN													
Asegurar la estructura del sistema.	A				C	C	R	C	C	C		I	

Figura 26. Matriz de responsabilidades (control y herramientas)

Fuente: Produktiva, 2018

c) Implementación de formatos para el S.L.P

Para implementar el sistema Last Planner en obra, se tuvo que realizar formatos como se ven en las figuras a continuación, estos formatos ayudan a visualizar y controlar por semanas la planificación de obra.

- **Planificación intermedia (Look Ahead Planing)**

Se realizó la planificación intermedia tomando en cuenta la teoría aprendida en las capacitaciones, en la cual se identifica cada tarea concreta que necesita ser completada y sus asignaciones.

que se tomen acciones correctivas en base a la causa raíz identificada. Para ello la importancia de utilizar metodologías para poder identificar la causa raíz y así tomar acciones en el proceso correcto y generar los impactos deseados; de ahí es importante disponer de un listado de las causas de no cumplimiento más frecuentes que nos permita aprender de los errores.

Para ello se realizó un formato, como en la figura 30, la cual se coloca el problema y después realizar las preguntas de análisis hasta llegar a la causa raíz.

Análisis de causa raíz		Fecha:
Problema/Situación:		Semana:
		Obra:
1. ¿Por qué está pasando este problema?		
2. ¿Por qué?		
3. ¿Por qué?		
4. ¿Por qué?		
5. ¿Por qué?		
Conclusión		
Plan de acción		

Figura 30. Formato de causas raíz

Fuente: Productiva, 2018

4.2.4 Proceso de planificación

a) Sectorización y tren de trabajo

Antes de iniciar con la programación semanal, se debe realizar una sectorización de las partidas principales de la etapa estructural. Se realizará una repartición de volúmenes de trabajo en tantas partes como se requiera para poder ingresar a los diferentes frentes de cada especialidad sin problemas. Las partidas que se sectorizaron fueron las siguientes:

- Encofrado Horizontal y vertical
- Colocación de acero (Losas, placas y columnas)
- Vaciado de concreto (Losas, placas y columnas)

Se realiza un cálculo de metrados para elementos verticales y elementos horizontales, para el concreto y encofrado. El proyecto Leaf cuenta con los siguientes metrados como se observa en la tabla 3, se presentan los metrados totales del proyecto.

Tabla 3. Cuadro de metrados generales

PARTIDAS	METRADOS
ENCOFRADO VERTICAL	468.76 m ²
ENCOFRADO HORIZONTAL	1321.131 m ²
ACERO VERTICAL	10716.24 kg
ACERO HORIZONTAL	17158.05 kg
CONCRETO VERTICAL	53.65 m ³
CONCRETO HORIZONTAL	165.51 m ³

Elaboración: Los autores

Para realizar la sectorización, es importante tener en cuenta la normativa de edificación para realizar los cortes de lineamiento para la sectorización, por ejemplo, de acuerdo a la NTE E-060:

- Las juntas de construcción deben hacerse y ubicarse de manera que no perjudiquen la resistencia de la estructura.
- Las vigas se encofran totalmente.
- Las juntas de construcción en los pisos y techos deben estar localizadas dentro del tercio central del vano de las losas, vigas y vigas principales.

Teniendo de consideración lo expuesto, se estableció cuatro sectores, que se muestran a continuación:

En la tabla 4, Se muestra los metrados por sectores del piso típico, desde el piso 1 hasta el piso 6, de las partidas ya mencionadas anteriormente.

Tabla 4. Cuadro de metrados piso típico

PARTIDAS	PISO 1-6			
	METRADOS			
	S1	S2	S3	S4
ENCOFRADO VERTICAL	127.86	114.24	110.38	112.28
ENCOFRADO HORIZONTAL	313.011	334.81	332.64	342.67
ACERO VERTICAL	3084.95	3126.94	3080.95	3106.95
ACERO HORIZONTAL	4157.03	4110.58	4130.58	4104.16
CONCRETO VERTICAL	14.5	13.46	11.57	13.52
CONCRETO HORIZONTAL	42.32	41.83	39.73	42.63

Elaboración: Los autores

En la tabla 5, Se muestra los metrados por sectores del piso séptimo, de las partidas ya mencionadas anteriormente en este caso se realizó en tres sectores debido que el área de este piso resulta ser menor que los anteriores.

Tabla 5. Cuadro de metrados piso 7

PARTIDAS	PISO 7		
	METRADOS		
	S1	S2	S3
ENCOFRADO VERTICAL	118.24	110.38	112.28
ENCOFRADO HORIZONTAL	338.81	329.64	339.67
ACERO VERTICAL	2562.78	2534.94	2533.57
ACERO HORIZONTAL	4341.03	4331.58	4328.41
CONCRETO VERTICAL	14.06	11.57	13.52
CONCRETO HORIZONTAL	42.83	40.73	39.63

Elaboración: Los autores

En la tabla 6, se muestran los metrados por sectores de la azotea de las partidas ya mencionadas, en este caso se realizó en un solo sector debido que el área de este piso resulta ser pequeña además de poder ser realizado en un solo sector.

Tabla 6. Cuadro de metrados azotea

PARTIDAS	AZOTEA
	METRADOS
	S1
ENCOFRADO VERTICAL	118.85
ENCOFRADO HORIZONTAL	299.52
ACERO VERTICAL	922.33
ACERO HORIZONTAL	2641.74
CONCRETO VERTICAL	14.62
CONCRETO HORIZONTAL	30.89

Elaboración: Los autores

La finalidad de esta sectorización es tener metrados similares, pero a su vez, lotes similares como vaciar cada día una cantidad de volumen de concreto similares en cada sector. Por lo tanto al día habrá un vaciado entre 6-8 mixers.

Tabla 7. Cuadro de vaciado diario

	M3
1° día	56.33
2° día	53.19
3° día	54.2
4° día	55.84

Elaboración: Los autores

Se realiza una sectorización para los pisos típicos que comprenden desde el piso 1 hasta el piso 6, también del piso 7 y para la azotea. A continuación se muestra las sectorizaciones definidas en el proyecto.

En las figuras 31, 32 y 33, se realiza en el software la sectorización planteada por sectores, la cual en el piso típico se cuenta con 4 sectores, el piso 7 cuenta con 3 sectores y por último la azotea solo comprende un sector.

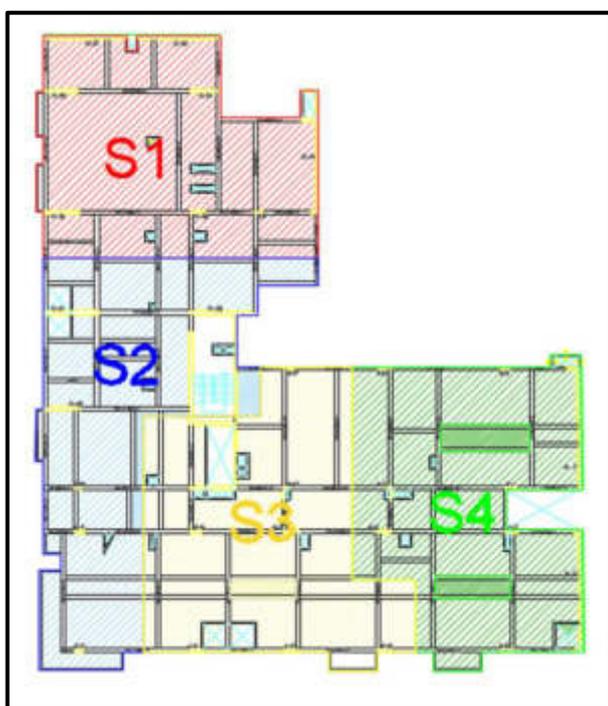


Figura 31. Plano de sectorización piso típico

Elaboración: Los autores

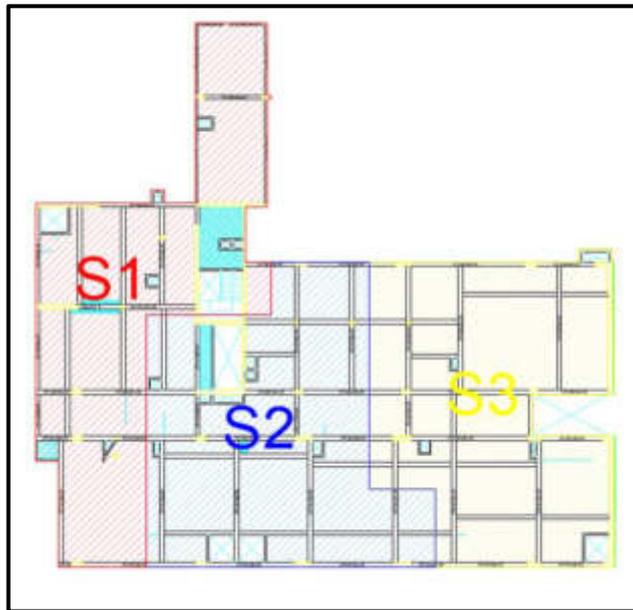


Figura 32. Plano de sectorización piso 7

Elaboración: Los autores

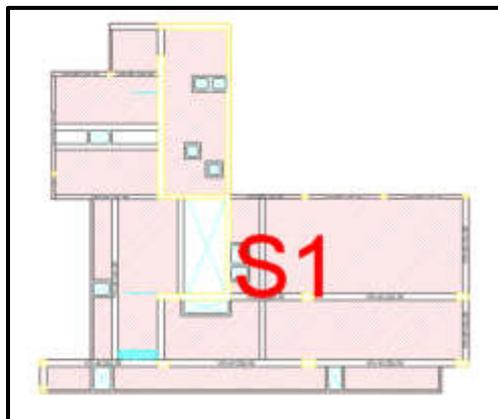


Figura 33. Plano de sectorización azotea

Elaboración: Los autores

b) Dimensionamiento de cuadrillas

Después de realizar la sectorización se procede a realizar el dimensionamiento de cuadrillas por cada sector y las actividades a analizar que son las partidas de concreto, encofrado y acero.

Es necesario contar con el rendimiento por cada actividad, ya que fue dividida al metrado establecido por cada sector, seguidamente se obtiene una cantidad de cuadrilla demanda, la cual finalmente será multiplicada por una cuadrilla básica. Y así obtener la cuadrilla necesaria para cumplir con las actividades. Esto se encuentra representado en la siguiente tabla 8.

Tabla 8. Dimensionamiento de cuadrillas por sector

Trabajos productivos	Und.	Metrado	Sectores	Metrado Promedio / Sector	Rend. Prev	Und.	Horas Prog.	Cuadrilla Prev.		Cuadrilla Básica			Cuadrilla Prevista Sector			
					Rend. Prom/hh			Cuadrilla Demanda/Día	Cuadrilla Final	Op.	Of.	Ay.	Op.	Of.	Ay.	
Acero													17	17	0	
Elementos Verticales	kg.	12399.79	4	3099.95	420	kg.	8.5	7.38	7	1	1	0	7	7	0	
Elementos horizontales	kg.	16502.35	4	4125.59	420	kg.	8.5	9.82	10	1	1	0	10	10	0	
Encofrado													23	18	5	
Elementos Verticales	m2	464.76	4	116.19	23	m2	8.5	5.05	5	1	0	1	5	0	5	
Elementos horizontales	m2	1323.131	4	330.78	18	m2	8.5	18.38	18	1	1	0	18	18	0	
Concreto													4	2	6	
Elementos Verticales	m3	53.05	4	13.26	26.5	m3	8.5	0.50	1	2	0	2	2	0	2	
Elementos horizontales	m3	166.51	4	41.63	26.66	m3	8.5	1.56	2	1	1	2	2	2	4	
													TOTAL	44	37	11

Elaboración: Los autores

c) Plan Maestro

Una vez realizados los procesos anteriores del proceso de inicio, se procede a realizar el plan maestro de la obra, donde se tomara en cuenta los sectores ya definidos del proyecto y su duración de cada partida, además se visualizaran los hitos del proyecto de las diferentes etapas de construcción.

Este plan maestro se elabora con todos los involucrados del proyecto, quienes son el ingeniero residente, ingeniero de campo,

4.2.5 Procesos de control

a) Planificación intermedia (lookahead)

Se conoce por la teoría ya mencionada en el marco teórico, que la planificación intermedia (lookahead) es el “se debe” de la planificación; para ello se deben de utilizar herramientas que sean altamente visuales e interactuar con el análisis de restricciones.

“Es una planificación de media categoría: entre planificación maestra y la planificación semanal, que busca preveer lo que se necesita para que las actividades en un futuro medio (de 3 a 5 semanas en edificaciones) se puedan realizar”. (Ramos, Rios y Rodriguez, 2014, p. 66)

Al realizar esta planificación se toma como base el plan maestro pero con mayor cantidad de partidas, ya que se encuentran disgregadas y a mejor detalle. Este lookahead se planteó una programación de las 4 semanas siguientes.

Para realizar el lookahead planning se debe de plasmar en la sala de producción un día antes de la reunión; y con la presencia de todos los involucrados para planificar con diferentes colores de post-it por cada actividad.

A continuación, se muestran en las figuras el lookahead desde la semana 48 hasta la semana 1, en la cual se encontraba en el proceso de implementación del sistema Last Planner.

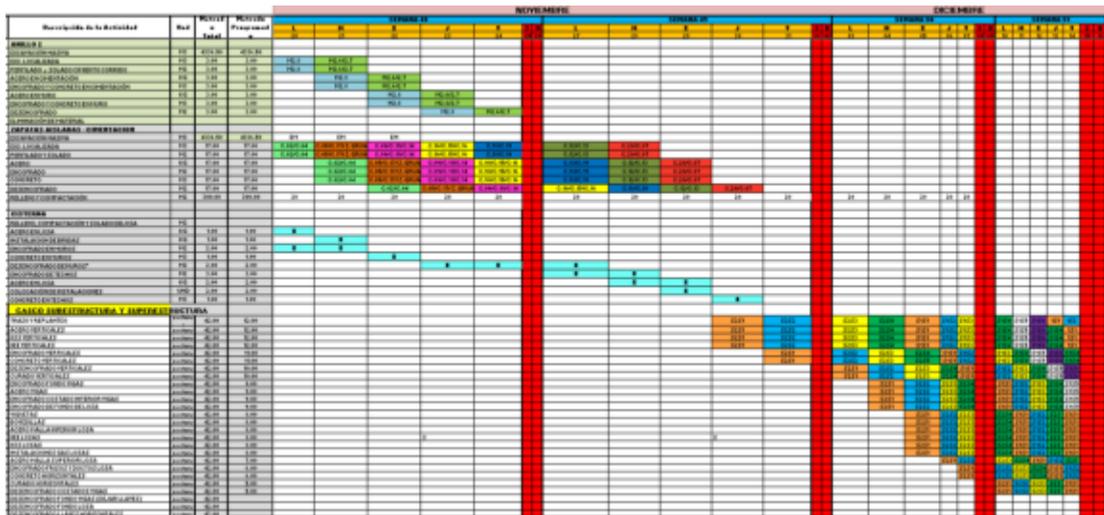


Figura 35. Lookahead Planning sem 48

Fuente: Produktiva, 2018

En la figura 35, se muestra el lookahead realizado para la semana 48, la cual detalla un tren de actividades de la semana 48, 49, 50 y 51. En estas semanas se observa las actividades de la ejecución del segundo anillo, la ejecución de las zapatas de columnas y placas también el comienzo de la ejecución del sótano 2.



Figura 36. Lookahead Planning sem 49

Fuente: Produktiva, 2018

debe de codificar la información en el formato de Excel para enviar la información al área de gestión.

A continuación, se muestran el plan semanal desde la semana 1 hasta la semana 10, la cual fue el tiempo de duración de la etapa estructural del proyecto.

PLAN SEMANAL - LEAF											
NOMBRE DE PROYECTO:					FECHA:						
LEAF					30/12/17						
ENERO											
SEMANA 1											
Código	Descripción de la Actividad	Und	Metrado Total	Metrado Programado	L	M	X	J	V	S	D
					01	02	03	04	05	06	07
2.00	CANCO SUBESTRUCTURA Y SUPERESTRUCTURA										
	ACERO VERTICALES	sectores	35.00	3.00		P1-S1	P1-S2	P1-S2	P1-S3		
	I1EE + I1EE VERTICALES	sectores	35.00	3.00		P1-S1	P1-S2	P1-S2	P1-S3		
	ENCOFRADO VERTICALES	sectores	35.00	2.00			P1-S1	P1-S2	P1-S2		
	CONCRETO VERTICALES	sectores	35.00	2.00			P1-S1	P1-S2	P1-S2		
	ENCOFRADO FONDO VIGAS	sectores	42.00	2.50		SOT1-S4	SOT1-S5	SOT1-S5	SOT1-S6		
	ACERO VIGAS	sectores	42.00	2.50		SOT1-S4	SOT1-S5	SOT1-S5	SOT1-S6		
	ENCOFRADO COSTADO VIGAS	sectores	42.00	2.50		SOT1-S4	SOT1-S5	SOT1-S5	SOT1-S6		
	ENCOFRADO DE FONDO DE LOSA + COSTADO	sectores	42.00	2.50		SOT1-S4	SOT1-S5	SOT1-S5	SOT1-S6		
	VIGUETAS + BOVEDILLAS	sectores	42.00	2.00		SOT1-S4	SOT1-S5	SOT1-S5	SOT1-S5		
	ACERO LOSA	sectores	42.00	2.00		SOT1-S4	SOT1-S4	SOT1-S5	SOT1-S5		
	I1EE + I1SS + GAS EN LOSAS	sectores	42.00	2.00		SOT1-S4	SOT1-S4	SOT1-S5	SOT1-S5		
	CONCRETO HORIZONTALES	sectores	42.00	2.50		SOT1-S3	SOT1-S4	SOT1-S4	SOT1-S5		
	DESENCOFRADO FONDO VIGAS (DEJAR LLAVES)	sectores	42.00	3.00		SOT1-S4		SOT1-S1	SOT1-S2		
	DESENCOFRADO TOTAL LOSA + VIGAS (28 DIAS)	sectores	42.00								

Figura 41. Plan semanal, semana 1

Fuente: Productiva, 2018

En la figura 41, se muestra el plan de la semana 1, la cual muestra el inicio de la etapa superestructura del proyecto, la ejecución del primer piso dividido por sectores.

PLAN SEMANAL - LEAF											
NOMBRE DE PROYECTO:					FECHA:						
LEAF					06/01/18						
ENERO											
SEMANA 2											
Código	Descripción de la Actividad	Und	Metrado Total	Metrado Programado	L	M	X	J	V	S	D
					08	09	10	11	12	13	14
2.00	OBRAS PROVISIONALES										
	TRASLADO DE OFICINAS A SOT 1	días	2.00	2.00				1			
3.00	CANCO SUBESTRUCTURA Y SUPERESTRUCTURA										
	ACERO VERTICALES	sectores	35.00	4.00	P1-S2	P1-S3	P1-S4		P2-S1		
	I1SS + I1EE VERTICALES	sectores	35.00	4.00	P1-S2	P1-S3	P1-S4		P2-S1		
	ENCOFRADO VERTICALES	sectores	35.00	4.00	P1-S2	P1-S2	P1-S3	P1-S4	P2-S1		
	CONCRETO VERTICALES	sectores	35.00	4.00	P1-S2	P1-S2	P1-S3	P1-S4	P2-S1		
	ENCOFRADO FONDO VIGAS	sectores	42.00	4.00	P1-S1	P1-S2	P1-S2	P1-S3	P1-S4		
	ACERO VIGAS	sectores	42.00	4.00	P1-S1	P1-S2	P1-S2	P1-S3	P1-S4		
	ENCOFRADO COSTADO VIGAS	sectores	42.00	4.00	P1-S1	P1-S2	P1-S2	P1-S3	P1-S4		
	ENCOFRADO DE FONDO DE LOSA + COSTADO	sectores	42.00	4.00	P1-S1	P1-S2	P1-S2	P1-S3	P1-S4		
	VIGUETAS + BOVEDILLAS	sectores	42.00	4.00	SOT1-S4	P1-S1	P1-S2	P1-S2	P1-S3		
	ACERO LOSA	sectores	42.00	4.00	SOT1-S5	P1-S1	P1-S2	P1-S2	P1-S3		
	I1EE + I1SS + GAS EN LOSAS	sectores	42.00	4.00	SOT1-S5	P1-S1	P1-S2	P1-S2	P1-S3		
	CONCRETO HORIZONTALES	sectores	42.00	4.00	SOT1-S4	SOT1-S5	P1-S1		P1-S2		
	DESENCOFRADO FONDO VIGAS (DEJAR LLAVES)	sectores	42.00	3.00			SOT1-S3	SOT1-S4	SOT1-S5		
	DESENCOFRADO TOTAL LOSA + VIGAS (28 DIAS)	sectores	42.00					SOT1-S2	SOT1-S3		

Figura 42. Plan semanal, semana 2

Fuente: Productiva, 2018

En la figura 42, se muestra el plan de la semana 2, la cual es la continuación de la semana 1 pero programándose las actividades que no hayan podido ejecutarse por diversas restricciones probablemente no identificadas.

PLAN SEMANAL - LEAF											
NOMBRE DE PROYECTO: LEAF					FECHA: Friday, 12 January, 2018						
ENERO											
Código	Descripción de la Actividad	Und	Metrodo Total	Metrodo Programado	SEMANA 3						
					L	M	X	J	V	S	D
					15	16	17	18	19	20	21
2.00	OBRAS PROVISIONALES										
	HABILITACIÓN Y TRASLADO DE OFICINAS DEFINITIVAS A PISO 1	días	6.00								
3.00	CASCO SUBESTRUCTURA Y SUPERESTRUCTURA										
	ACERO VERTICALES	kg	17627.19	3525.44	P2-S1	P2-S2	P2-S3	P2-S4	P2-S5		
	ISSE+ IIEE VERTICALES	sectores	5.00	5.00	P2-S1	P2-S2	P2-S3	P2-S4	P2-S5		
	ENCOFRADO VERTICALES	m2	710.44	142.08	P2-S1	P2-S2	P2-S3	P2-S4	P2-S5		
	CONCRETO VERTICALES	m3	78.61	15.72	P2-S1	P2-S2	P2-S3	P2-S4	P2-S5		
	ENCOFRADO FONDO VIGAS	m2	176.24	105.74	P1-S4	P2-S1	P2-S2	P2-S3	P2-S4		
	ACERO VIGAS	kg	2625.00	525.00	P1-S4	P2-S1	P2-S2	P2-S3	P2-S4		
	ENCOFRADO COSTADO VIGAS	m2	352.48	176.24	P1-S4	P2-S1	P2-S2	P2-S3	P2-S4		
	ENCOFRADO DE FONDO DE LOSA + COSTADO	m2	980.89	196.18	P1-S4	P2-S1	P2-S2	P2-S3	P2-S4		
	VIGUETAS + BOVEDILLAS	und	5000.00	1000.00	P1-S3	P1-S4	P2-S1	P2-S2	P2-S3		
	ACERO LOSA	kg	700.00	140.00	P1-S3	P1-S4	P2-S1	P2-S2	P2-S3		
	IIEE + ISSE + GAS EN LOSAS	sectores	5.00	5.00	P1-S3	P1-S4	P2-S1	P2-S2	P2-S3		
	CONCRETO HORIZONTALES	m3	206.5	41.30	P1-S2	P1-S3	P1-S4	P2-S1	P2-S2		
	DESENCOFRADO FONDO VIGAS (DEJAR LLAVES)	m2	176.24	105.74	SOT1-S2	SOT1-S3	SOT1-S4	P1-S1	P1-S2		
	DESENCOFRADO TOTAL LOSA + VIGAS (28 DÍAS)	m2	176.24	105.74	SOT1-S2	SOT1-S3	SOT1-S4	P1-S1	P1-S2		

Figura 43. Plan semanal, semana 3

Fuente: Produktiva, 2018

Según la figura 43, se visualiza el plan de la semana 3, en ella se programan las actividades que continúan de la semana 2, además de la reprogramación de las actividades que no se hayan podido ejecutar en la semana anterior. En esta semana se encuentra la ejecución del segundo piso y tercer piso, además del desencofrado del sótano 1.

PLAN SEMANAL - LEAF											
NOMBRE DE PROYECTO: LEAF					FECHA: Thursday, 18 January, 2018						
ENERO											
Código	Descripción de la Actividad	Und	Metrodo Total	Metrodo Programado	SEMANA 4						
					L	M	X	J	V	S	D
					22	23	24	25	26	27	28
3.00	CASCO SUBESTRUCTURA Y SUPERESTRUCTURA										
	ACERO VERTICALES	kg	17627.19	3525.44	P3-S4	P3-S1	P3-S2	P3-S3	P3-S4		
	ISSE+ IIEE VERTICALES	sectores	5.00	1.00	P3-S4	P3-S1	P3-S2	P3-S3	P3-S4		
	ENCOFRADO VERTICALES	m2	710.44	142.08	P3-S4	P3-S1	P3-S2	P3-S3	P3-S4		
	CONCRETO VERTICALES	m3	78.61	15.72	P3-S4	P3-S1	P3-S2	P3-S3	P3-S4		
	ENCOFRADO FONDO VIGAS	m2	176.24	105.74	P2-S3	P1-S4	P3-S1	P3-S2	P3-S3		
	ACERO VIGAS	kg	2625.00	525.00	P2-S3	P1-S4	P3-S1	P3-S2	P3-S3		
	ENCOFRADO COSTADO VIGAS	m2	352.48	176.24	P2-S3	P1-S4	P3-S1	P3-S2	P3-S3		
	ENCOFRADO DE FONDO DE LOSA + COSTADO	m2	980.89	196.18	P2-S3	P1-S4	P3-S1	P3-S2	P3-S3		
	VIGUETAS + BOVEDILLAS	und	5000.00	1000.00	P2-S2	P2-S3	P1-S4	P3-S1	P3-S2		
	ACERO LOSA	kg	700.00	140.00	P2-S2	P2-S3	P1-S4	P3-S1	P3-S2		
	IIEE + ISSE + GAS EN LOSAS	sectores	5.00	1.00	P2-S2	P2-S3	P1-S4	P3-S1	P3-S2		
	CONCRETO HORIZONTALES	m3	206.5	41.30	P1-S1	P2-S2	P2-S3	P1-S4	P3-S1		
	DESENCOFRADO FONDO VIGAS (DEJAR LLAVES)	m2	176.24	352.05	P1-S1	P1-S2	P1-S3	P1-S4	P2-S1		
	DESENCOFRADO TOTAL LOSA + VIGAS (28 DÍAS)	m2	352.05	352.05					SOT1-S3		

Figura 44. Plan semanal, semana 4

Fuente: Produktiva, 2018

En la figura 44, se visualiza el plan de la semana 4 con su respectiva programación de ejecución de las partidas del segundo y tercer piso, ya que se reprogramo las actividades que no se llegaron a ejecutar en la semana anterior.

PLAN SEMANAL - LEAF										
NOMBRE DE PROYECTO:					FECHA:					
LEAF					Friday, 26 January, 2018					
					ENERO					
Código	Descripción de la Actividad	Und	Metrado Total	Metrado Programado	SEMANA 5					S. D.
					L	M	X	J	V	
					29	30	31	01	02	03 / 04
1.00	CASCO SUBESTRUCTURA Y SUPERESTRUCTURA									
	ACERO VERTICALES	kg	17627.19		P3-04	P4-01	P4-02	P4-03	P4-04	P4-05
	ISS+ IEE VERTICALES	secciones	5.00	1.00	P3-02	P3-04	P4-01	P4-02	P4-03	P4-03
	ENCOPRADO VERTICALES	m2	710.44	142.08	P3-02	P3-04	P4-01	P4-02	P4-03	P4-03
	CONCRETO VERTICALES	m3	78.61	15.72	P3-02	P3-04	P4-01	P4-02	P4-03	P4-03
	ENCOPRADO FONDO VIGAS	m2	176.24	105.74	P3-02	P3-03	P3-04	P4-01	P4-02	P4-02
	ACERO VIGAS	kg	2625.00	525.00	P3-02	P3-03	P3-04	P4-01	P4-02	P4-02
	ENCOPRADO COSTADO VIGAS	m2	352.48	176.24	P3-02	P3-03	P3-04	P4-01	P4-02	P4-02
	ENCOPRADO DE FONDO DE LOSA + COSTADO	m2	980.89	196.18	P3-02	P3-03	P3-04	P4-01	P4-02	P4-02
	VIGUETAS + BOVEDILLAS	und	5000.00	1000.00	P3-01	P3-02	P3-03	P3-04	P4-01	P4-01
	ACERO LOSA	kg	700.00	140.00	P3-01	P3-02	P3-03	P3-04	P4-01	P4-01
	IEE + ISS + GAS EN LOSAS	secciones	5.00	1.00	P3-01	P3-02	P3-03	P3-04	P4-01	P4-01
	CONCRETO HORIZONTALES	m3	206.5	41.30	P3-04	P3-01	P3-02	P3-03	P3-04	P3-04
	DESENCOPRADO FONDO VIGAS (DEJAR LLAVES)	m2	1760.24	352.05	P3-03	P3-04	P2-01	P2-02	P2-03	P2-03
	DESENCOPRADO TOTAL LOSA + VIGAS (14 DIAS)	m2	352.05	352.05	SOF 1	SOF 1	P3-01	P3-02	P3-03	P3-03
4.00	ACABADOS HUMEDOS									
	LIMPIEZA Y TRAZO (TARRAJEO)	secciones	42.00	19.00		P3-01	P3-02	P3-03	P3-04	P3-04
	ARMADO DE ANDAMIOS	secciones	42.00	18.00			P3-01	P3-02	P3-03	P3-03
	PICADO DE ELEMENTOS	secciones	42.00	17.00				P3-01	P3-02	P3-02
	PUNTOS	secciones	42.00	16.00						P3-01
	TARRAJEO DE CIELO RASO	secciones	42.00	15.00						

Figura 45. Plan semanal, semana 5

Fuente: Produktiva, 2018

Según la figura 45, se muestra el plan de la semana 5, ejecutándose las actividades del tercer y cuarto piso de la etapa estructural, como también el inicio de las actividades de acabados húmedos.

PLAN SEMANAL - LEAF										
NOMBRE DE PROYECTO:					FECHA:					
LEAF					Friday, 26 January, 2018					
					FEBRERO					
Código	Descripción de la Actividad	Und	Metrado Total	Metrado Programado	SEMANA 6					S. D.
					L	M	X	J	V	
					05	06	07	08	09	10 / 11
1.00	CASCO SUBESTRUCTURA Y SUPERESTRUCTURA									
	ACERO VERTICALES	kg	17627.19	3525.44	P3-03	P3-02	P3-03	P3-04	P3-01	P3-01
	ISS+ IEE VERTICALES	secciones	5.00	1.00	P4-04	P3-01	P3-02	P3-03	P3-04	P3-04
	ENCOPRADO VERTICALES	m2	710.44	142.08	P4-04	P3-01	P3-02	P3-03	P3-04	P3-04
	CONCRETO VERTICALES	m3	78.61	15.72	P4-04	P3-01	P3-02	P3-03	P3-04	P3-04
	ENCOPRADO FONDO VIGAS	m2	176.24	105.74	P4-03	P4-04	P3-01	P3-02	P3-03	P3-03
	ACERO VIGAS	kg	2625.00	525.00	P4-03	P4-04	P3-01	P3-02	P3-03	P3-03
	ENCOPRADO COSTADO VIGAS	m2	352.48	176.24	P4-03	P4-04	P3-01	P3-02	P3-03	P3-03
	ENCOPRADO DE FONDO DE LOSA + COSTADO	m2	980.89	196.18	P4-03	P4-04	P3-01	P3-02	P3-03	P3-03
	VIGUETAS + BOVEDILLAS	und	5000.00	1000.00	P4-02	P4-03	P4-04	P3-01	P3-02	P3-02
	ACERO LOSA	kg	700.00	140.00	P4-02	P4-03	P4-04	P3-01	P3-02	P3-02
	IEE + ISS + GAS EN LOSAS	secciones	5.00	1.00	P4-02	P4-03	P4-04	P3-01	P3-02	P3-02
	CONCRETO HORIZONTALES	m3	206.5	41.30	P4-02	P4-03	P4-04	P3-01	P3-02	P3-02
	DESENCOPRADO FONDO VIGAS (DEJAR LLAVES)	m2	1760.24	352.05	P3-03	P3-02	P4-03	P4-04	P4-01	P4-01
	DESENCOPRADO TOTAL LOSA + VIGAS (14 DIAS)	m2	352.05	352.05	P4-02	P3-02	P2-03	P2-04	P2-05	P2-05
4.00	ACABADOS HUMEDOS									
	LIMPIEZA Y TRAZO (TARRAJEO)	secciones	42.00	19.00		P3-01	P3-02	P3-03	P3-04	P3-04
	ARMADO DE ANDAMIOS	m2	600.00	200.00			P3-01	P3-02	P3-03	P3-03
	PICADO DE ELEMENTOS	secciones	42.00	17.00				P3-01	P3-02	P3-02
	PUNTOS	secciones	42.00	16.00						P4-04

Figura 46. Plan semanal, semana 6

Fuente: Produktiva, 2018

Según la figura 46, se observa el plan de la semana 6, la cual se programaron las actividades del piso 3, 4 y 5; además se ve la reprogramación de las actividades de acabados húmedos ya que no se ejecutaron en la semana anterior que se había programado.

PLAN SEMANAL - LEAF										
NOMBRE DE PROYECTO: LEAF					FECHA: Friday, 26 January, 2018					
FEBRERO										
SEMANA 7										
Código	Descripción de la Actividad	Und	Metrado Total	Metrado Programado	L	M	X	J	V	S I D
					12	13	14	15	16	17 18
2.00	CASCO SUBESTRUCTURA Y SUPERESTRUCTURA									
	ACERO VERTICALES	kg	17627.59	8525.44	P6-S1	P6-S2	P6-S3	P6-S4	P6-S5	
	ISEE+ ISEE VERTICALES	sectores	5.00	1.00	P5-S4	P6-S1	P6-S2	P6-S3	P6-S4	
	ENCOFRADO VERTICALES	m2	710.44	342.08	P5-S4	P6-S1	P6-S2	P6-S3	P6-S4	
	CONCRETO VERTICALES	m3	78.61	15.72	P5-S4	P6-S1	P6-S2	P6-S3	P6-S4	
	ENCOFRADO FONDO VIGAS	m2	176.24	105.74	P5-S3	P5-S4	P6-S1	P6-S2	P6-S3	
	ACERO VIGAS	kg	2625.00	525.00	P5-S3	P5-S4	P6-S1	P6-S2	P6-S3	
	ENCOFRADO COSTADO VIGAS	m2	352.48	176.24	P5-S3	P5-S4	P6-S1	P6-S2	P6-S3	
	ENCOFRADO DE FONDO DE LOSA + COSTADO	m2	980.89	196.18	P5-S3	P5-S4	P6-S1	P6-S2	P6-S3	
	VIGUETAS + BOVEDILLAS	und	5000.00	1000.00	P5-S3	P5-S4	P6-S1	P6-S2	P6-S3	
	ACERO LOSA	kg	700.00	140.00	P5-S2	P5-S3	P5-S4	P6-S1	P6-S2	
	ISEE + ISEE + GAS EN LOSAS	sectores	5.00	1.00	P5-S2	P5-S3	P5-S4	P6-S1	P6-S2	
	CONCRETO HORIZONTALES	m3	206.5	41.30	P4-S1	P5-S2	P5-S3	P5-S4	P6-S1	
	DESENCOFRADO FONDO VIGAS (DEJAR LLAVES)	m2	1760.24	352.05	P4-S1	P4-S2	P4-S3	P4-S4	P5-S1	
	DESENCOFRADO TOTAL LOSA + VIGAS (14 DIAS)	m2	352.05	352.05	P4-S1	P4-S2	P4-S3	P4-S4	P4-S1	

Figura 47. Plan semanal, semana 7

Fuente: Produktiva, 2018

A continuación, se muestra el plan de la semana 7 en la figura 47, la cual se visualiza la ejecución de las actividades de la etapa estructural del piso 5 y 6; además de encontrarse la actividad de desencofrado de todo el piso 4 y el primer sector del piso 5.

PLAN SEMANAL - LEAF										
NOMBRE DE PROYECTO: LEAF					FECHA: Friday, 26 January, 2018					
FEBRERO										
SEMANA 8										
Código	Descripción de la Actividad	Und	Metrado Total	Metrado Programado	L	M	X	J	V	S I D
					19	20	21	22	23	24 25
2.00	CASCO SUBESTRUCTURA Y SUPERESTRUCTURA									
	ACERO VERTICALES	kg	17627.59	8525.44	P7-S1	P7-S2	P7-S3	P7-S4	P7-S5	
	ISEE+ ISEE VERTICALES	sectores	5.00	1.00	P7-S1	P7-S2	P7-S3	P7-S4	P7-S5	
	ENCOFRADO VERTICALES	m2	710.44	342.08	P7-S1	P7-S2	P7-S3	P7-S4	P7-S5	
	CONCRETO VERTICALES	m3	78.61	15.72		P7-S1	P7-S2	P7-S3	P7-S4	
	ENCOFRADO FONDO VIGAS	m2	176.24	105.74	P6-S3	P6-S4	P7-S1	P7-S2	P7-S3	
	ACERO VIGAS	kg	2625.00	525.00	P6-S3	P6-S4	P7-S1	P7-S2	P7-S3	
	ENCOFRADO COSTADO VIGAS	m2	352.48	176.24	P6-S3	P6-S4	P7-S1	P7-S2	P7-S3	
	ENCOFRADO DE FONDO DE LOSA + COSTADO	m2	980.89	196.18	P6-S3	P6-S4	P7-S1	P7-S2	P7-S3	
	VIGUETAS + BOVEDILLAS	und	5000.00	1000.00	P6-S3	P6-S4	P7-S1	P7-S2	P7-S3	
	ACERO LOSA	kg	700.00	140.00	P6-S2	P6-S3	P6-S4	P7-S1	P7-S2	
	ISEE + ISEE + GAS EN LOSAS	sectores	5.00	1.00	P6-S2	P6-S3	P6-S4	P7-S1	P7-S2	
	CONCRETO HORIZONTALES	m3	206.5	41.30	P6-S1	P6-S2	P6-S3	P6-S4	P7-S1	
	DESENCOFRADO FONDO VIGAS (DEJAR LLAVES)	m2	1760.24	352.05	P4-S1	P4-S2	P4-S3	P4-S4	P5-S1	
	DESENCOFRADO TOTAL LOSA + VIGAS (14 DIAS)	m2	352.05	352.05	P4-S1	P4-S2	P4-S3	P4-S4	P5-S1	

Figura 48. Plan semanal, semana 8

Fuente: Produktiva, 2018

En la figura 48, se observa el plan de trabajo de la semana 8, visualizándose una mejora del cumplimiento de las actividades programadas, ya que no se observa actividades reprogramadas. Se cumple con el tren de trabajo.

PLAN SEMANAL - LEAF										
NOMBRE DE PROYECTO:					FECHA:					
LEAF					Friday, 26 January, 2018					
					FEBRERO					
Código	Descripción de la Actividad	Und	Metrado Total	Metrado Programado	SEMANA 9					
					L	M	X	J	V	S
					26	27	28	01	02	03
2.00	CASCO SUBESTRUCTURA Y SUPERESTRUCTURA									
	ACERO VERTICALES	kg	17627.19	3525.44	P811	P812				
	IRE + IRE VERTICALES	sectores	5.00	1.00		P811	P812			
	ENCOFRADO VERTICALES	m2	710.44	142.08		P811	P812			
	CONCRETO VERTICALES	m3	78.61	15.72		P811	P812		PARAPETO	
	ENCOFRADO FONDO VIGAS	m2	176.24	105.74	P7-53		P811			
	ACERO VIGAS	kg	2625.00	525.00	P7-53		P811			
	ENCOFRADO COSTADO VIGAS	m2	352.48	176.24	P7-53		P811			
	ENCOFRADO DE FONDO DE LOSA + COSTADO	m2	980.89	196.18	P7-53		P811			
	VIGUETAS + BOVEDILLAS	und	5000.00	1000.00	P7-52	P7-53		P811		
	ACERO LOSA	kg	700.00	140.00	P7-52	P7-53		P811		
	IRE + IRE + GAS EN LOSAS	sectores	5.00	1.00	P7-52	P7-53		P811		
	CONCRETO HORIZONTALES	m3	206.5	41.30	P7-52	P7-53	P7-53		P811	
	DESENCOFRADO FONDO VIGAS (DEJAR LLAVES)	m2	1760.24	352.05	P6-52	P6-52	P6-53	P6-53		

Figura 49. Plan semanal, semana 9

Fuente: Produktiva, 2018

Según la figura 49, se muestra el plan de la semana 9; visualizándose que se está cumpliendo con las actividades programadas en la semana anterior, ya que no se observa actividades reprogramadas. Se programa la ejecución de la azotea, como último piso de la etapa estructural.

PLAN SEMANAL - LEAF										
NOMBRE DE PROYECTO:					FECHA:					
LEAF					Friday, 26 January, 2018					
					FEBRERO					
Código	Descripción de la Actividad	Und	Metrado Total	Metrado Programado	SEMANA 9					
					L	M	X	J	V	S
					05	06	07	01	02	03
2.00	CASCO SUBESTRUCTURA Y SUPERESTRUCTURA	Und	3.00	1.00						
	ENCOFRADO VERTICALES	Und	1.00	1.00	Dado reprogramado	PARAPETO				
	CONCRETO VERTICALES	clm			Dado reprogramado	PARAPETO				
	CONCRETO HORIZONTALES				Dado reprogramado	PARAPETO				
	DESENCOFRADO FONDO VIGAS (DEJAR LLAVES)	kg	17627.39	3525.44	P7-51	P7-52	P7-53			

Figura 50. Plan semanal, semana 10

Fuente: Produktiva, 2018

En la figura 50 se muestra el plan de la semana 10, visualizándose como últimas actividades la ejecución del ducto del ascensor y el parapeto de la azotea.

c) Ajuste diario

El ajuste diario es realizado en las reuniones diarias, estas reuniones diarias son realizadas al término de todas las actividades que pueden ser a las 5:00 o 5:30 pm según el permiso de la municipalidad. En este caso, se realizaba a las 5:00 pm, a esa hora todos los capataces se encuentran en la sala de reuniones y verifican si lo que se planifico en la reunión semanal se realizó; en caso sea cierto se colocara un check o caso contrario un aspa y se modificará la secuencia ya que existe una variación. Como se visualiza en la figura 51, la forma de registrar el cumplimiento diario en el plan semanal.

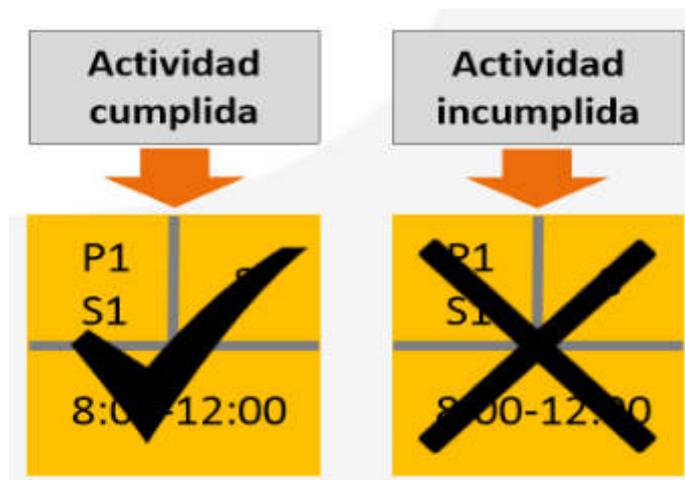


Figura 51. Registro de cumplimiento diario

Elaboración: Los autores



Figura 52. Capataz de II.GG realizando el ajuste diario

Elaboración: Los autores

En la figura 52, se observa al capataz de instalaciones de gas marcando su cumplimiento diario, y en caso no haya terminado se reprograma para el día siguiente. Además que el hecho de realizar el reajuste diario el mismo capataz le ayuda a identificar sus restricciones que tuvo en esa semana y visualizar lo que deberá de cumplir para el siguiente día.

Al culminar la reunión diaria con una duración máxima de 5 min, se deben transcribir en una hoja la programación diaria a realizar el día siguiente como se muestra en la figura 53, comprometiéndose con una firma de realizar la actividad ya que esta fue ajustada a su criterio.

PROGRAMACION DIARIA														
02/02/2018														
						OBRA LEAF								
CUADRILLA	HORARIO		ACTIVIDAD	PISO	ECTOMETRAD	UND								
TOPOGRAFIA														
José Pierre	7:30	17:00	Niveles, trazos y cotas de vaciado	P3	S1	1.00 glb								
José Daniel	7:30	17:00	Niveles y trazos	P3	S1	1.00 glb								
TRANSPORTE														
Aguilar, Manuel David	7:30	17:00	Vigas, paletero, limpieza y probetero			1.00 glb								
Hernández Gámez, David	7:30	17:00	Vigía, paletero y limpieza.			1.00 glb								
Flares Candari, Roberto	7:30	17:00	Rigger			1.00 glb								
Faras Angulo, Miguel	7:30	17:00	Rigger			1.00 glb								
ALMACEN														
Hugo Servellón	7:30	17:00	ALMACEN			1.00 glb								
SEGURIDAD														
Huaman	7:30	17:00	Limpieza y apoyo Almacén			1.00 glb								
CARPINTEROS														
HORIZONTALES														
	7:30	17:00	Fondo de vigas techo	P3 Y P4	S4	80.74 M2								
	7:30	17:00	Costado de vigas techo	P3	S4	39.24 M2								
	7:30	17:00	Fondo de losas techo	P3	S4	106.18 M2								
VERTICALES														
	7:30	15:00	Encofrado Verticales	P4	S2	42.08 M2								
	7:30	17:00	Desencofrado de fondo de vigas (REAPUNTALADO)	P2	S1	352.05 M2								
CONCRETO														
HORIZONTALES														
	10:30	12:00	Vaciado horizontales	P3	S4	26.00 M3								
VERTICALES														
	14:00	17:00	Vaciado Verticales	P4	S2	14.00 M3								
VIGUETAS Y BOVEDILLAS														
	7:30	17:00	Viguetas y bovedillas	P3 y P4	S4	1000.00 and.								
ACERO														
FEVEL														
	7:30	11:00	Acero verticales	P4	S2 Y S3	3525.44 kg								
	7:30	17:00	Acero en vigas de techo	P3 Y P4	S4 Y S1	525.00 kg								
	7:30	17:00	Acero en losa de techo	P3	S4	140.00 kg								
SANITARIOS														
HUTE														
	7:30	11:00	Instalaciones en verticales	P4	S2 Y S3	1.00 glb								
	7:30	17:00	Instalaciones en horizontales	P3	S4	1.00 glb								
ELÉCTRICOS														
CyO														
	7:30	11:00	Instalaciones en verticales	P4	S2 Y S3	1.00 glb								
	7:30	17:00	Instalaciones en horizontales	P3	S4	1.00 glb								
GAS														
TANQUES Y GAS														
	7:30	11:00	Instalaciones en horizontales	P3	S4	1.00 glb								
LIBERACIONES														
ACERO E INSTALACIONES VERTICALES														
	7:30	10:00	LIBERACIONES EN VERTICALES	P4	S2 Y S3	1.00 glb								
ENCOFRADO VERTICALES														
	13:00	14:00	LIBERACIONES EN VERTICALES	P4	S2 Y S3	1.00 glb								
ENCOFRADO HORIZONTAL														
	7:30	10:00	LIBERACION EN LOSA	P3	S4	1.00 glb								
<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 25%; text-align: center;">_____ JEFE DE CAMPO</td> <td style="width: 25%; text-align: center;">_____ CARPINTERO</td> <td style="width: 25%; text-align: center;">_____ ELECTRICO</td> <td style="width: 25%; text-align: center;">_____ TOPOGRAFO</td> </tr> <tr> <td style="width: 25%; text-align: center;">_____ MAESTRO DE OBRA</td> <td style="width: 25%; text-align: center;">_____ ACERO</td> <td style="width: 25%; text-align: center;">_____ SANITARIO</td> <td style="width: 25%; text-align: center;">_____ GAS</td> </tr> </table>							_____ JEFE DE CAMPO	_____ CARPINTERO	_____ ELECTRICO	_____ TOPOGRAFO	_____ MAESTRO DE OBRA	_____ ACERO	_____ SANITARIO	_____ GAS
_____ JEFE DE CAMPO	_____ CARPINTERO	_____ ELECTRICO	_____ TOPOGRAFO											
_____ MAESTRO DE OBRA	_____ ACERO	_____ SANITARIO	_____ GAS											

Figura 53. Programación diaria

Elaboración: Los autores

d) Análisis de restricciones

El análisis de restricciones es una lista de tareas por hacer que deben resolverse en una fecha máxima para que las actividades relacionadas puedan programarse.

Debe ser preparada con la participación de todos los involucrados, para poder designar a un responsable que significa que es el encargado de que “las cosas sucedan” hasta el final, en el siguiente capítulo se mostrara a detalle el análisis de restricciones por semana. En la figura 54

El porcentaje del plan cumplido se obtiene mediante la relación de actividades realizadas entre las actividades programadas de la planificación semanal, como se ve en la figura 55.

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

Figura 55. Fórmula del PPC

Elaboración: Los autores

- **Indicador de compromisos**

Este es el seguimiento de restricciones que fue implementado inicialmente en obra, estas restricciones solo eran hallados por el ing. De producción y las responsabilidades también eran evaluados por este, posteriormente cada restricción fue evaluada en las reuniones semanales en la cual todos están presentes para asumir con dicha responsabilidad de esta.

En la figura 56 te permite observar la confiabilidad por los responsables de las diversas restricciones existentes; este índice se fue evaluando terminando la etapa estructural del proyecto ya que era necesario conocer la confiabilidad del staff y también del subcontratista con sus restricciones.

Esta forma de indicador fue una ayuda para saber que subcontratistas están comprometidos con el proyecto y evaluarlos, y posteriormente crear una relación de subcontratistas que pueden seguir trabajando con la constructora PRODUKTIVA.

		SEMANA	% CONFIABILIDAD	LEAF	30%		
	Nombre	% CONFIABILIDAD ACUMULADO	% CONFIABILIDAD DE ESTA SEMANA	RESTRICCION ES EN CURSO	RESTRICCIONES VENCIDAS	CANTIDAD DE COMPROMISOS ASUMIDOS	
Staff							
	ALVARO ULLOA						
	ANGEL BALLENAS	0%	0%	0	1		1
	ELVIS BENITES	44%	40%	10	7		23
	GABRIELA TELLO	100%		1	0		2
	HUGO SERVELEON			2	0		2
	JORGE TARAZONA						
	JOSE TACUNAN	23%		1	3		5
	JOSE VELARDE						
	KAREN SUYO	0%	0%	2	1		3
	MILAGROS GOMEZ						
	NEKER GIRON	29%	0%	8	5		13
	OMAR PEÑA						
	RAMON MENDOZA						
	RAQUEL INUMA						
	ROSA BENAVENTE			0	0		0
Subcontratista - Capataz							
	ALONSO TUESTA	73%		5	1		9
	ANTHONY DE LA CRUZ	100%		2	0		4
	CARLOS LOAYZA	100%		0	0		1
	CRISTIAN TEMPLO	100%		1	0		2
	DINO LOZANO	78%	0%	5	9		16
	EDISON RUBIO	100%		2	0		3
	EDY OCAMPOS	34%	100%	7	1		15
	JEAN CARLO MENDOZA	0%		0	1		1
	JERSY LIZARBE	23%	100%	1	1		7
	JOHN TORIBIO						
	PEDRO NAZARIO	100%		0	0		1
	RAMON LUGO	0%	0%	1	5		6
	SUSSY HUANGA	23%		1	1		7
	WALTER ALARCON			1	0		1
Subcontratista - Gerente							
	ALEX MIRANDA						
	CARLOS REYES						
	DANIEL ORTIZ						
	DIEGO ZAMBRANO						
	EDGARD SALAS						
	ENRIQUE MEJIA						
	ESTEBAN NEYRA						
	HANS NIETO	100%		0	0		1
	IGNACIO BALDEON						
	JENER PIRCA						
	LENZ LIZARBE						
	LUIS VENTURA						
	MARISOL HINOSTROZA						
	MONICA BERMUDEZ						
	RICHARD DOUGLAS						
	ROCKY MENDOZA						

Figura 56. Grafica de índice de confiabilidad

Fuente: Productiva

f) Nivel general de actividades (NGA)

El nivel general de actividades es una herramienta que me permite conocer los niveles de productividad de la obra a nivel general. En la cual los pasos a realizar son los siguientes:

1er Paso: Preparación de los recursos a utilizar, Hojas de formato, lápiz y cronómetro. Véase en la figura 57



Figura 57. Recursos de NGA

Elaboración: Los autores

2^{do} Paso: Ubicación estratégica en un punto de la obra, la ubicación para la toma de datos debe ser tal q se logren divisar a la mayor cantidad de trabajadores de distintas cuadrillas como se puede observar en la figura 58.



Figura 58. Secuencia de actividades piso 6

Elaboración: Los autores

3^{er} Paso: Identificación de actividades TP, TC y TNC y toma de datos, los datos se tomaran con un intervalo de 1 minuto y la jornada se da entre 3 y 4 horas para que sea significativa, en la figura 59 se puede visualizar los tipos de trabajo que se debe evaluar.



Figura 59. Identificación de actividades

Elaboración: Los autores

4^{to} Paso: Digitalización de resultados, pasar los datos tomados al formato Excel y revisar los cuadros de resumen de datos para verificar la coherencia de lo tomado en campo. En la figura 60 se muestra el formato del NGA en la cual se deben de anotar los datos hallados.

NIVEL GENERAL DE AC LEAF APARTMENTS

MUESTREAD

HORA INICIO 15:00 HORA FIN 16:30 FECH 07/03/2018

TC: Mediciones y lectura de planos (M), Transporte (T), Limpieza (L), Recibir/dar instrucciones (I), Otros (X)

TNC: Espera (E), Tiempo ocioso (O), descanso (D), Necesidades (N), Viaje (V), Trabajo rehecho (R), Otros (Y)

TIPO															
1	D	51	P	101	M	151	L	201	T	251	P	301	L	351	D
2	P	52	P	102	X	152	P	202	P	252	R	302	L	352	P
3	X	53	X	103	D	153	M	203	V	253	D	303	O	353	R
4	P	54	X	104	D	154	M	204	V	254	M	304	O	354	P
5	D	55	P	105	L	155	P	205	X	255	M	305	V	355	P
6	X	56	P	106	O	156	X	206	D	256	P	306	O	356	P
7	E	57	P	107	V	157	X	207	P	257	P	307	X	357	X
8	M	58	P	108	X	158	X	208	P	258	D	308	P	358	P
9	T	59	P	109	X	159	P	209	L	259	D	309	X	359	P
10	T	60	M	110	P	160	P	210	P	260	P	310	E	360	D
11	D	61	P	111	P	161	X	211	P	261	P	311	D	361	P
12	D	62	R	112	P	162	D	212	L	262	L	312	P	362	V
13	M	63	P	113	P	163	D	213	P	263	D	313	P	363	V
14	M	64	E	114	P	164	P	214	P	264	P	314	P	364	P
15	P	65	P	115	L	165	X	215	V	265	P	315	P	365	P
16	T	66	P	116	P	166	P	216	P	266	X	316	X	366	P
17	X	67	P	117	E	167	P	217	P	267	X	317	X	367	X
18	P	68	P	118	P	168	L	218	X	268	X	318	X	368	T
19	X	69	T	119	P	169	P	219	P	269	E	319	L	369	X
20	P	70	P	120	L	170	P	220	P	270	D	320	P	370	X
21	P	71	X	121	P	171	X	221	X	271	P	321	P	371	X
22	L	72	X	122	X	172	X	222	P	272	P	322	P	372	X
23	X	73	V	123	D	173	X	223	X	273	P	323	P	373	T
24	P	74	X	124	L	174	L	224	P	274	P	324	P	374	N
25	L	75	X	125	P	175	X	225	L	275	X	325	L	375	N
26	L	76	P	126	P	176	P	226	P	276	P	326	L	376	P
27	M	77	P	127	P	177	P	227	P	277	X	327	L	377	P
28	P	78	T	128	P	178	P	228	R	278	X	328	P	378	P
29	P	79	X	129	P	179	P	229	P	279	P	329	P	379	P
30	P	80	X	130	P	180	X	230	X	280	V	330	P	380	X
31	P	81	D	131	M	181	X	231	R	281	V	331	X	381	P
32	P	82	E	132	O	182	V	232	R	282	P	332	X	382	P
33	X	83	T	133	P	183	V	233	L	283	X	333	L	383	P
34	L	84	T	134	P	184	P	234	X	284	P	334	P	384	R
35	P	85	P	135	M	185	P	235	P	285	E	335	P	385	R
36	X	86	P	136	M	186	P	236	X	286	P	336	P	386	X
37	X	87	P	137	P	187	P	237	P	287	P	337	R	387	X
38	T	88	P	138	P	188	X	238	X	288	P	338	X	388	
39	P	89	E	139	X	189	P	239	X	289	X	339	R	389	
40	P	90	P	140	R	190	P	240	P	290	L	340	R	390	
41	P	91	P	141	X	191	X	241	L	291	P	341	P	391	
42	X	92	P	142	P	192	X	242	P	292	P	342	P	392	
43	M	93	P	143	X	193	X	243	L	293	P	343	P	393	
44	V	94	P	144	P	194	T	244	P	294	P	344	L	394	
45	L	95	P	145	P	195	T	245	R	295	P	345	T	395	
46	D	96	P	146	P	196	L	246	M	296	P	346	P	396	
47	L	97	L	147	P	197	L	247	M	297	X	347	P	397	
48	P	98	X	148	X	198	M	248	R	298	X	348	L	398	
49	P	99	X	149	P	199	M	249	D	299	X	349	P	399	
50	T	100	T	150	P	200	P	250	L	300	D	350	D	400	

Figura 60. Formato de NGA

Elaboración: Los autores

5^{to} Paso: Análisis de resultados, se debe enfocar al análisis los datos atípicos en la toma de medición. A continuación en la figura 61 se muestra el resultado de la toma de datos obtenidos en el mes realizado de la figura anterior.

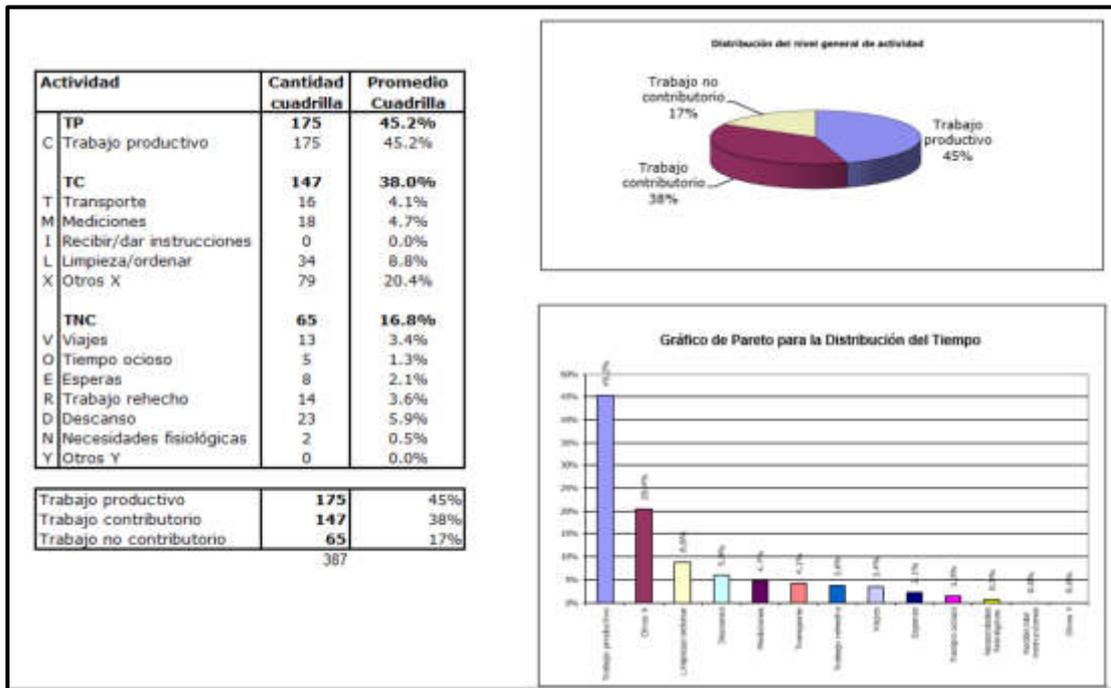


Figura 61. Resultados del NGA

Elaboración: Los autores

CAPÍTULO V

RESULTADOS

5.1 Análisis e interpretación de resultados

En el presente capítulo, se presentan los resultados y el análisis de la implementación del sistema Last Planner en el proyecto multifamiliar del proyecto Leaf; el resultado del análisis será principalmente por el porcentaje del plan cumplido (PPC) realizado por semana.

5.1.1 Porcentaje del plan cumplido (PPC)

La evaluación del porcentaje del plan cumplido se evaluará desde semanas antes de la implementación del sistema (42-47) y a partir de la semana 48 hasta la semana 10 que es la etapa de implementación del sistema Last Planner.

Tabla 9. PPC, semana 42

	Cant. De actividades comprometidas	Cant. De actividades completadas	Cant. De actividades no completadas	PPC
Semana 42	16	12	4	75%

Elaboración: Los autores

En la tabla 9, se puede visualizar que las actividades comprometidas fueron 16; siendo las partidas de ejecución del segundo anillo del muro pantalla, como la excavación masiva y localizada, acero, encofrado y concreto de cimentación; también otro tipo de actividades como refuerzos a las edificaciones adyacentes al proyecto como la instalación de cerco perimétrico metálico, reubicación de instalaciones eléctricas existentes y demolición de muros.

Las actividades que no se completaron fueron aquellas que tenían como restricción consultas a supervisión (RFI) y por error de programación; la programación se realizaba con restricciones.

Tabla 10. PPC, semana 43

	Cant. De actividades comprometidas	Cant. De actividades completadas	Cant. De actividades no completadas	PPC
Semana 43	19	10	9	53%

Elaboración: Los autores

En la tabla 10, se puede visualizar que la cantidad de actividades programadas fueron diecinueve, entre ellas son las partidas del primer, segundo anillo y la cimentación las cuales eran actividades de excavación localizada, perfilado, acero, encofrado y concreto, también el tensado del muro pantalla.

Del total de actividades nueve actividades no se realizaron la cual tuvieron como causas de incumplimiento la falta de respuesta de la consulta a la supervisión, por tanto se realizaban programaciones con restricciones.

Tabla 11. PPC, semana 44

	Cant. De actividades comprometidas	Cant. De actividades completadas	Cant. De actividades no completadas	PPC
Semana 44	18	13	5	72%

Elaboración: Los autores

En la tabla 11, se observa que se tuvo el compromiso de completar 18 actividades, estas actividades fueron del primer y segundo anillo, también con actividades de la cimentación como de las zapatas aisladas de placas y columnas.

Entre ellas solo se realizaron 13 actividades, cinco actividades no se realizaron debido que la partida predecesora aún no se encontraba liberada, por tanto se programaba con restricciones pero no eran visualizadas por el ingeniero quien realizaba solo la programación.

Tabla 12. PPC, semana 45

	Cant. De actividades comprometidas	Cant. De actividades completadas	Cant. De actividades no completadas	PPC
Semana 45	22	17	5	77%

Elaboración: Los autores

En la semana 45, se observa que fueron programadas veintidós actividades según la tabla 12, entre estas actividades son del primer y segundo anillo también actividades de cimentación. Según la tabla cinco actividades no se completaron por causas de subcontratistas y por errores de programación, ya que la actividad predecesora aún no se encontraba liberada.

Tabla 13. PPC, semana 46

	Cant. De actividades comprometidas	Cant. De actividades completadas	Cant. De actividades no completadas	PPC
Semana 46	24	6	18	25%

Elaboración: Los autores

Según la tabla 13, las actividades programadas fueron veinticuatro actividades y entre ellas se continua con las partidas del segundo anillo, la cimentación y con la cisterna. Sin embargo dieciocho actividades no se

completaron por restricciones que no fueron liberadas de tipo administrativas, por mala programación y por los subcontratistas.

Tabla 14. PPC, semana 47

	Cant. De actividades comprometidas	Cant. De actividades completadas	Cant. De actividades no completadas	PPC
Semana 47	19	11	8	58%

Elaboración: Los autores

Según la tabla 14, fueron programadas diecinueve actividades entre ellas fueron actividades del primer anillo, la cimentación y la construcción de la cisterna. Sin embargo no se realizaron ocho actividades y el motivo de estas fue por errores de programación ya que no se había completado las actividades predecesoras.

Tabla 15. Resumen por semana del PPC

	Cant. De actividades comprometidas	Cant. De actividades completadas	Cant. De actividades no completadas	PPC	PPC Acumulado
Semana 42	16	12	4	75%	75%
Semana 43	19	10	9	53%	64%
Semana 44	18	13	5	72%	68%
Semana 45	22	17	5	77%	73%
Semana 46	24	6	18	25%	49%
Semana 47	19	11	8	58%	53%
Semana 48	21	15	6	71%	62%
Semana 49	13	10	3	77%	70%
Semana 50	15	11	4	73%	71%
Semana 51	26	19	7	73%	72%
Semana 52	23	16	7	70%	71%
Semana 1	13	11	2	85%	79%
Semana 2	17	13	4	76%	78%
Semana 3	81	67	14	83%	80%
Semana 4	90	70	20	78%	79%
Semana 5	99	83	16	84%	81%
Semana 6	100	68	32	68%	75%
Semana 7	167	108	59	65%	70%
Semana 8	172	135	37	78%	74%
Semana 9	205	148	57	72%	73%
Semana 10	199	131	68	66%	69%

Elaboración: Los autores

Como se mencionó en párrafos anteriores el PPC es considerado bajo cuando está por debajo del 70 %; desde la semana 42 se tuvo porcentajes muy variables en las diferentes semanas hasta la semana 47, desde la semana 48 (etapa de implementación) los resultados de porcentajes se encontraba con una menor variabilidad entre semanas.

En la semana 43, el motivo del PPC tan bajo es que se programaron actividades no teniendo cumplida una restricción, se realizaba la programación semanal sin tener en cuenta las restricciones de la primera semana a evaluar.

En la semana 46, el PPC salió 25% un resultado muy bajo; el problema se baso es que sucedió lo mismo a lo anterior se programó la primera semana con restricciones además que se tuvo un problema con el subcontratista, en la cual la retroexcavadora se malogro debido a su falta de mantenimiento.

En la semana 47, el resultado del PPC fue de 58 %, el motivo de este resultado fue el resultado de una mala programación, ya que no se liberó las actividades a tiempo, fue ese el motivo que no se cumplió con todas las partidas.

En la semana 49, el resultado del PPC fue de 77%, ya que se obtuvo como restricciones la mala programación y no liberar las partidas al tiempo establecido.

En la semana 51 y 52, el resultado del PPC según el resumen fue de 73% y 70%; el motivo causas de incumplimiento fue porque el subcontratista de acero no contaba hasta ese momento con personal suficiente para el sector, solo contaba con personal para vigas y losas. El personal fue ingresando progresivamente de otras obras para completar sus cuadrillas aun así no se logró con lo programado.

En la semana 1 y 2, el resultado del PPC fue de 85 y 76%, en estas semanas se implantó las reuniones semanales y diarias, ya que forman parte de los procedimientos para implementar el sistema Last Planner.

En la semana 6 y 7, el resultado del PPC fue de 68% y 65%; se muestra en estas semanas resultados desfavorables con respecto al cumplimiento de actividades.

Cabe mencionar que respecto a las semanas 06 y 07 se inició la etapa de acabados húmedos, lo cual fue un factor importante por el cual se obtuvo un PPC bajo; el subcontratista responsable de las partidas de tarrajeo no contaba aun con los recursos suficientes para iniciar sus actividades.

Sin embargo con respecto a la etapa estructural se tuvo un cumplimiento de 84% y 93%.

En la octava semana, se tuvo un PPC general de 78%, considerando las actividades de trabajos húmedos y estructuras; solo en la etapa estructural se tuvo un PPC de 93% de cumplimiento.

En la novena semana, se tuvo un PPC general de 72%, considerando las actividades de trabajos húmedos y estructuras; solo en la etapa estructural se tuvo un PPC de 100% de cumplimiento.

En la décima semana, se tuvo un PPC de 66 %; un bajo porcentaje debido a que se disolvió el contrato del subcontratista de albañilería por falta de compromiso en las actividades planteadas, en la etapa estructural hubo 100% de cumplimiento ya que se encontraba con el ritmo de trabajo adecuado además era el último piso de la obra.

En la figura 62, se muestran los porcentajes de PPC desde la semana 42 hasta la semana 10, expresando que durante las semanas 42 al 47, se cuenta con gran variabilidad de cumplimiento de actividades, así mismo durante las semanas 48 a la semana 05, se muestran porcentajes favorables y poca variabilidad.

Las semanas que contemplan 06 al 10, muestran porcentajes desfavorables de cumplimiento de actividades, esto debido al inicio de la etapa de acabados húmedos.

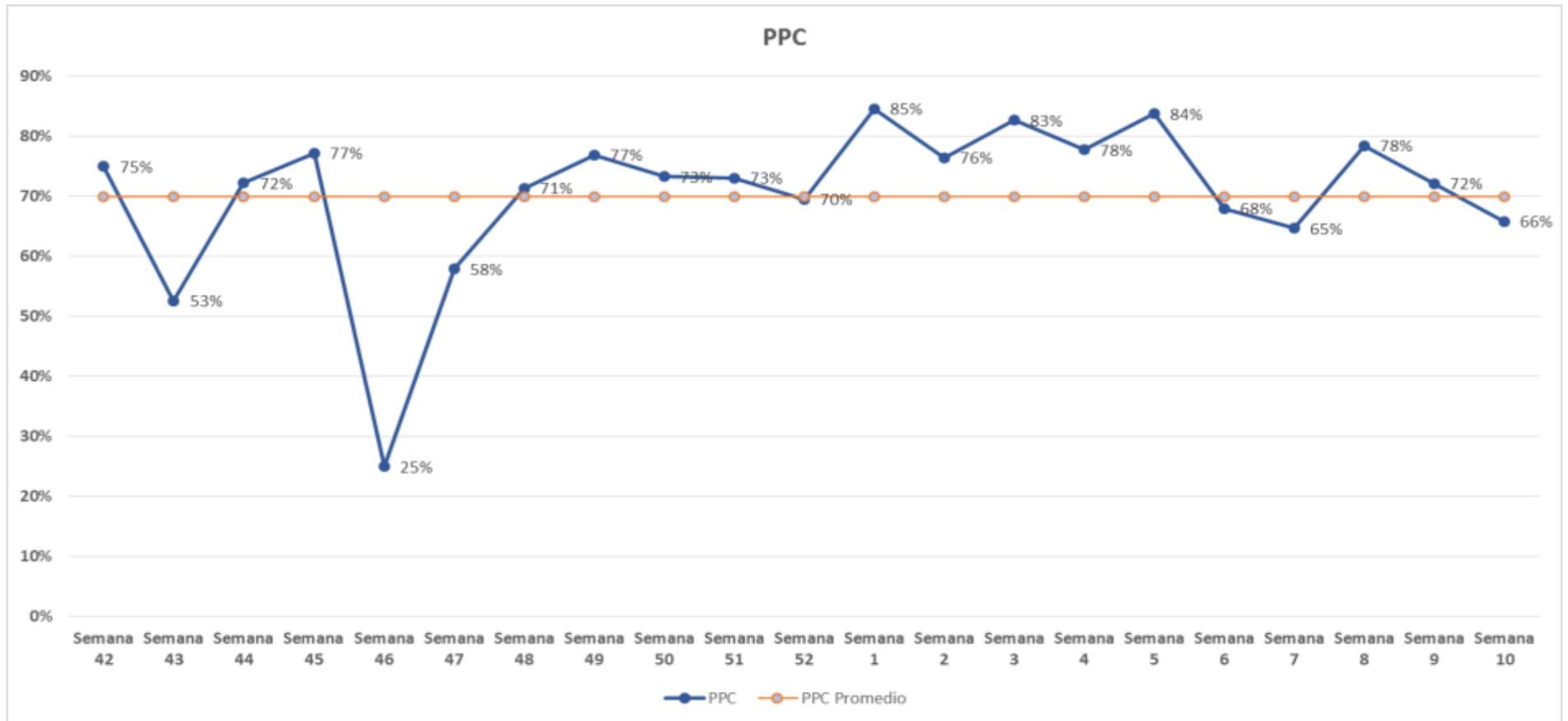


Figura 62. Gráfica por semana del PPC

Elaboración: Los autores

5.1.2 Análisis de restricciones

El análisis de restricciones es avaluado en las reuniones semanales teniendo como base el lookahead, se realiza un análisis de todas las partidas que se deberían de realizar en las cuatro semanas.

La finalidad de realizar el análisis de restricciones es tener un tiempo de anticipación al cronograma para que estas puedan ser liberadas; cuando se empezó a realizar este sistema hubo mejoras respecto a la capacidad de anticiparse en reconocer las posibles restricciones, a continuación se presentaran los resultados antes y después de la etapa de la implementación del sistema Last Planner.

En la tabla 16, se puede visualizar las restricciones identificadas en la reunión semanal, en la cual se evalúa las restricciones para la semana entrante y las tres semanas siguientes (semanas correspondientes al lookahead 4 semanas), así mismo de todas las restricciones identificadas, se plantea levantar principalmente las restricciones de la semana entrante para ejecutar las actividades sin ninguna dificultad, pero teniendo como antecedente levantar las otras restricciones de acuerdo a la fecha de requerimiento.

Tabla 16. Restricciones durante la implementación sistema Last Planner

	Restricciones de la semana	Total de restricciones identificadas
Semana 48	5	8
Semana 49	2	6
Semana 50	3	6
Semana 51	1	4
Semana 52	4	7
Semana 1	0	5
Semana 2	1	4
Semana 3	2	5

Elaboración: Los autores

Tabla 17. Listado de restricciones, semana 48

SOLICITANTE	ACTIVIDAD DEL CRONOGRAMA	DESCRIPCIÓN DE LA RESTRICCIÓN	RESPONSABLE	FECHA DE IDENTIFICACIÓN DE LA RESTRICCIÓN	SEMANA DE REQUERIMIENTO
Ricardo Sáiz	VIÑOS AVANZADOS- A VILLO I	QUEJERA PENDIENTE LA ZONA DEL MEDIDOR, SEESTAR EJECUTANDO HASTA QUE SE RELEVANTE	Ramon Mendoc	13/11/2017	SEMANA 47
Ricardo Sáiz	CIERRE	REQUERIR APROBACIÓN PARA PASAR DE BORDAS	Alvaro Ulloa/Ejner Arias	15/11/2017	SEMANA 48
Ricardo Sáiz	CASCO	LEGADA DE ENCERRADO UNIPAN PARA SÓTANOS	Ricardo Sáiz	16/11/2017	SEMANA 48
Ricardo Sáiz	CASCO	EXÁMENES MÉDICOS PERSONAL PARA INGRESAR	Ramon Mendoc	16/11/2017	SEMANA 48
Ricardo Sáiz	CASCO	SOLICITUD DE BPS PARA LOS TRABAJOS POR CASA	Petero Dalozza	16/11/2017	SEMANA 49
Ricardo Sáiz	CASCO	PEDIDO DE ACERO PARA TODA LA OBRA (PORTERAS ECONÓMICAS)	Alvaro Ulloa/Ejner Arias	15/11/2017	SEMANA 50
Ricardo Sáiz	CASCO	LEGADA DE BOVEDILLAS Y VIGUETAS (CIEBRE DE CONTRATACIÓN)	Sheila Alvarez	15/11/2017	SEMANA 48
Ricardo Sáiz	GRUA	DEFINIR UBICACIÓN Y O MENSAJES DE LA GRUA	Sheila Alvarez	17/11/2017	SEMANA 48

Elaboración: Los autores

Según la tabla 17, se puede visualizar que se identificó ocho restricciones; entre ellas cinco restricciones corresponden ser levantadas antes o durante la semana 48.

Por ejemplo, la restricción correspondiente a “llega de bovedillas y viguetas” se levantó durante la semana 48, ya que el inicio de los trabajos con este material, iniciaron el tercer día de la semana. Por otro lado la restricción correspondiente a “exámenes médicos de personal de casa” se levantó antes de iniciar la semana 48, porque es necesario contar con personal solicitado para cumplir con las actividades programadas.

Tabla 18. Listado de restricciones, semana 49

SOLICITANTE	ACTIVIDAD DEL CRONOGRAMA	DESCRIPCIÓN DE LA RESTRICCIÓN	RESPONSABLE	FECHA DE IDENTIFICACIÓN DE LA RESTRICCIÓN	SEMANA DE REQUERIMIENTO
Ricardo Sáiz	MOVIMIENTO DE TIERRAS	ELIMINACIÓN DE MATERIAL CON LA GRÚA, FALTA BALDE	Sheila Alvarez	25/11/2017	SEMANA 49
Ricardo Sáiz	CASCO	APROBACIÓN DE SECTORIZACIÓN POR PARTE DE LA SUPERVISIÓN	Alvaro Ulloa/Ejner Arias	20/11/2017	SEMANA 50
Ricardo Sáiz	CASCO	RANCOS PARA LA OBRA	Hugo Servélen	20/11/2017	SEMANA 50
Ricardo Sáiz	CASCO	PEDIDO DE MATERIALES (STOCK MINIMO)	Ricardo Sáiz	24/11/2017	SEMANA 50
Ricardo Sáiz	OBRAS PROVISIONALES	COMPRA DE MATERIALES PARA LA EJECUCIÓN DE LOS BAÑOS Y DUCHAS	Alberto	22/11/2017	SEMANA 49
Ricardo Sáiz	CASCO	LEGADA DE ENCERRADO UNIPAN PARA SÓTANOS	Ricardo Sáiz	22/11/2017	SEMANA 53

Elaboración: Los autores

En la tabla 18, se identificaron seis restricciones, entre ellas, dos corresponden ser levantadas antes o durante la semana 49, las cuales son eliminación de material con la grúa se necesita un balde para el transporte, la compra de materiales para ejecutar los baños y duchas para el personal obrero.

Las restricciones restantes tienen como semana de requerimiento a la semana 50 y 53.

Tabla 19. Listado de restricciones, semana 50

SOLICITANTE	ACTIVIDAD DEL CRONOGRAMA	DESCRIPCIÓN DE LA RESTRICCIÓN	RESPONSABLE	FECHA DE IDENTIFICACIÓN DE LA RESTRICCIÓN	SEMANA DE REQUERIMIENTO
Ricardo Saiz	CIMENTACION	RETIRO DE MATERIAL EXCEDENTE EN OBRA	Ricardo Saiz	27/11/2017	SEMANA 50
Ricardo Saiz	MOVIMIENTO DE TIERRAS	RELLENO Y COMPACTACIÓN DEL TERRENO	Ricardo Saiz	27/11/2017	SEMANA 50
Ricardo Saiz	CAJCO	PELIDO DE ACERO PARA CIERRE DE CIMENTACION(REPONER ACERO DE ZAPATA GRÚA)	Alvaro Ulloa Elyne Alías	30/11/2017	SEMANA 50
Ricardo Saiz	CAJCO	LEGADA DE EQUIPOS PARA LOS VINCADOS	Hugo Servelén	25/11/2017	SEMANA 51
Ricardo Saiz	CAJCO	ENTREGA DE PROGRAMACIÓN DE LEGADA DE MATERIALES	Ricardo Saiz	02/12/2017	SEMANA 51
Ricardo Saiz	CAJCO	RESPUESTA A RR ENBANCO DE MEDIDORES	Alvaro Ulloa Elyne Alías	26/11/2017	SEMANA 51

Elaboración: Los autores

Según la tabla 19, se identificó seis restricciones entre ellas tres restricciones para la semana 50 y tres restantes tiene como semana de requerimiento a la semana 51. Las restricciones para la semana 50 son el retiro del material excedente en obra, el relleno y compactación del terreno y el pedido de acero para el cierre de la cimentación ya que se utilizó para la zapata de la grúa.

Tabla 20. Listado de restricciones, semana 51

SOLICITANTE	ACTIVIDAD DEL CRONOGRAMA	DESCRIPCIÓN DE LA RESTRICCIÓN	RESPONSABLE	FECHA DE IDENTIFICACIÓN DE LA RESTRICCIÓN	SEMANA DE REQUERIMIENTO
Ricardo Saiz	CASCO	AUMENTO DE CUADRILLA DE FERRO	Oscar Pella	10/12/2017	SEMANA 51
Ricardo Saiz	CASCO	RESPUJASTE RRIP OR CAMBIO DE ARMADO EN LOSA SÓTANO 1 SECTOR 6	Alvaro Ulloa/Eymer Añas	10/12/2017	SEMANA 52
Ricardo Saiz	CASCO	MATERIAL DE RELLENO (FALTA PARA COMPLETAR EL TOTAL DE RELLENO)	Ricardo Saiz	04/12/2017	SEMANA 53
Ricardo Saiz	ACABADOS HÚMEOS	NETRADO DE BUNHAPE (PARA PENDING)	Ricardo Saiz	10/12/2017	SEMANA 53

Elaboración: Los autores

En la semana 51, se identificó cuatro restricciones como se visualiza en la tabla 20 y entre ellas una restricción para la semana 51, un para la semana 52 y dos para la semana 53.

Asimismo, se identificó como una restricción el aumento de la cuadrilla de acero, esta restricción es crítica por lo que implica levantarse antes de iniciar la semana, esto puede provocar el incumplimiento de ciertas actividades.

Tabla 21. Listado de restricciones, semana 52

SOLICITANTE	ACTIVIDAD DEL CRONOGRAMA	DESCRIPCIÓN DE LA RESTRICCIÓN	RESPONSABLE	FECHA DE IDENTIFICACIÓN DE LA RESTRICCIÓN	SEMANA DE REQUERIMIENTO
Ricardo Saiz	CASCO	PICADO DE PASES DE VIGA Y LOSAS EN MUROS PANTALLA	Ricardo Saiz	11/12/2017	SEMANA 52
Ricardo Saiz	CASCO	VACIADO DE COLUMNAS, VIBRADORA DE 1"	Alvaro Ulloa/Eymer Añas	11/12/2017	SEMANA 52
Ricardo Saiz	CASCO	COMPRA DE MATERIAL PARA VEE	Alvaro Ulloa/Eymer Añas	11/12/2017	SEMANA 52
Ricardo Saiz	CASCO	PLATAFORMA PARA ENCOFRADO DE LOSA EN SÓTANO 1	Ricardo Saiz	11/12/2017	SEMANA 53
Ricardo Saiz	CASCO	APROBACIÓN DE ADICIONAL PLACA 01	Alvaro Ulloa/Eymer Añas	14/12/2017	SEMANA 52
Ricardo Saiz	CASCO	TRASLADO DE BANCO DE ACERO	Ricardo Saiz	14/12/2017	SEMANA 53
Ricardo Saiz	CASCO	SETIEN BIEN AVANZADOS VERTICALES EN SÓTANO 1	Ricardo Saiz	14/12/2017	SEMANA 2

Elaboración: Los autores

En la semana 52, se identificaron siete restricciones como se puede observar en la tabla 21, entre ellas cuatro restricciones corresponden a esta semana, dos restricciones para la semana 53 y una restricción para la semana 2.

Para la semana 52, como restricciones se tuvo: el picado de pases de vigas y losa en los muros pantalla, la compra de una vibradora de 1"

para el vaciado de columnas, la compra de materiales para las IIEE y el traslado del banco de acero para ejecutar partidas en esa ubicación.

Tabla 22. Listado de restricciones, semana 1

SOLICITANTE	ACTIVIDAD DEL CRONOGRAMA	DESCRIPCIÓN DE LA RESTRICCIÓN	RESPONSABLE	FECHA DE IDENTIFICACIÓN DE LA RESTRICCIÓN	SEMANA DE REQUERIMIENTO
Ricardo Sáiz	CASCO	AUMENTO DE CUADRILLA DE FERRO	Omar Peña	30/12/2017	SEMANA 2
Ricardo Sáiz	ACABADOS HÚMEDOS	PELIDO ELÉCTRICO GLOBAL PARA PROVISIONALES (TABLEROS, CABLES, REFLECTORES)	Alvaro Ulloa/Syner Arias	30/12/2017	SEMANA 4
Ricardo Sáiz	CASCO	PERMISO PARA PUNTAJAR MURO VECINO PARA VACIADO DE VERTICALES SECTOR 1	Ramon Mendoza	30/12/2017	SEMANA 2
Ricardo Sáiz	CASCO	PLANOS DE ASCENSORES PARA VERIFICACIÓN DE ESTRUCTURA EN PISADORA	Omar Peña	30/12/2017	SEMANA 2
Ricardo Sáiz	CASCO	LEGADA DE BALDE PARA VACIADO DE CONCRETO	Hugo Seriveleon	30/12/2017	SEMANA 2

Elaboración: Los autores

Según la tabla 22, se identificaron cinco restricciones, entre ellas cuatro restricciones corresponden a la semana 2, y una restricción correspondiente a la semana 04. Para iniciar la semana 01, no se identificó ninguna restricción.

Tabla 23. Listado de restricciones, semana 2

SOLICITANTE	ACTIVIDAD DEL CRONOGRAMA	DESCRIPCIÓN DE LA RESTRICCIÓN	RESPONSABLE	FECHA DE IDENTIFICACIÓN DE LA RESTRICCIÓN	SEMANA DE REQUERIMIENTO
Ricardo Sáiz	CASCO	RESPUESTA A REPASEO EN ESCALERA Y ATURA DE SALIDA IIEE / IIS	Alvaro Ulloa/Syner Arias	06/01/2018	SEMANA 3
Ricardo Sáiz	CASCO	EQUIPOS DE MANO PARA TOPOGRAFÍA	Hugo Seriveleon	06/01/2018	SEMANA 2
Ricardo Sáiz	CASCO	LEGADA DE ENCOFRADO FALTANTE Y PROGRAMAR DE VOLCIÓN DE SOTANOS	Ricardo Sáiz	06/01/2018	SEMANA 3
Ricardo Sáiz	CASCO	COMPLETAR CUADRILLA ENCOFRADO SIEMPRE CUANDO SE COMPLETE EL PERSONAL DE ACERO	Ricardo Sáiz	06/01/2018	SEMANA 3

Elaboración: Los autores

Según la tabla 23, se identificaron cuatro restricciones y entre ellas, una restricción corresponde a la semana 2, la cual es falta de equipos de mano para el topógrafo.

Tabla 24. Listado de restricciones, semana 3

SOLICITANTE	ACTIVIDAD DEL CRONOGRAMA	DESCRIPCIÓN DE LA RESTRICCIÓN	RESPONSABLE	FECHA DE IDENTIFICACIÓN DE LA RESTRICCIÓN	SEMANA DE REQUERIMIENTO
Ricardo Sáiz	CASCO	ENCOFRADO UNIFORME ESTÁNDAR ACUERDO A MODULACIÓN, GENERA RETRASO EN OBRA	Ricardo Sáiz	11/01/2008	SEMANA 3
Ricardo Sáiz	VEDADOS	COORDINAR CONTRATISTA PARA EJECUCIÓN DEL MURO	Omar Peña	02/01/2008	SEMANA 4
Ricardo Sáiz	CASCO	CONTRATA PARA EJECUCIÓN DE LOSA CONTRA EL TERRENO	Omar Peña	10/01/2008	SEMANA 5
Ricardo Sáiz	ACABADOS HÚMEDOS	CIERRE DE ENTUBOS PARA ACABADOS HÚMEDOS	Omar Peña	02/01/2008	SEMANA 5
Ricardo Sáiz	CASCO	INGRESO DE PERSONAL DE CARPINTERÍA PARA COMPLETAR CUADRILLA	Ramon Mendoza	06/01/2008	SEMANA 5

Elaboración: Los autores

Según la tabla 24, se identificó cinco restricciones, entre ellas dos restricciones para la semana 3, una restricción para la semana 4 y dos restricciones para la semana 5.

Asimismo, el no cumplir con las restricciones de corregir la modulación del encofrado y completar la cuadrilla de encofrado, puede generar un retraso y tener un porcentaje de plan cumplido bajo.

En la siguiente tabla 25, se muestra el número de restricciones identificadas entre la semana 04 hasta la semana 10.

Tabla 25. Listado de restricciones de la semana 04 – 10.

	Restricciones de la semana	Total de restricciones identificadas
Semana 4	1	5
Semana 5	1	2
Semana 6	1	2
Semana 7	3	6
Semana 8	4	18
Semana 9	11	20
Semana 10	-	2

Elaboración: Los autores

5.1.3 Análisis de causas de no cumplimiento

A continuación, se detalla el resumen de las causas de no cumplimiento desde la semana 48 hasta la semana 10; la cual corresponde a la etapa estructural del proyecto Leaf, además que se encontraba en proceso de implementación del sistema Last Planner.

Tabla 26. Resumen CNC por semana, año 2017

C.N.C	SEMANAS					TOTAL	% INCIDENCIA
	SEM 48	SEM 49	SEM 50	SEM 51	SEM 52		
PROGRAMACIÓN	6	3			1	10	37%
LOGÍSTICA			4		6	10	37%
CONTROL CALIDAD						0	0%
EXTERNOS						0	0%
SUPERVISIÓN/CUENTE						0	0%
ERRORES DE EJECUCIÓN						0	0%
SUBCONTRATOS				7		7	26%
EQUIPOS						0	0%
ADMINISTRATIVOS						0	0%
total por semana	6	3	4	7	7	27	

Elaboración: Los autores

En la tabla 26, se muestran las diversas causas de no cumplimiento durante las semanas 48 hasta la semana 52. A continuación se detallan en gráficos.

Según las figuras 63 y 64, se observa que el incumplimiento se debió a restricciones que no fueron identificadas en esas semanas.

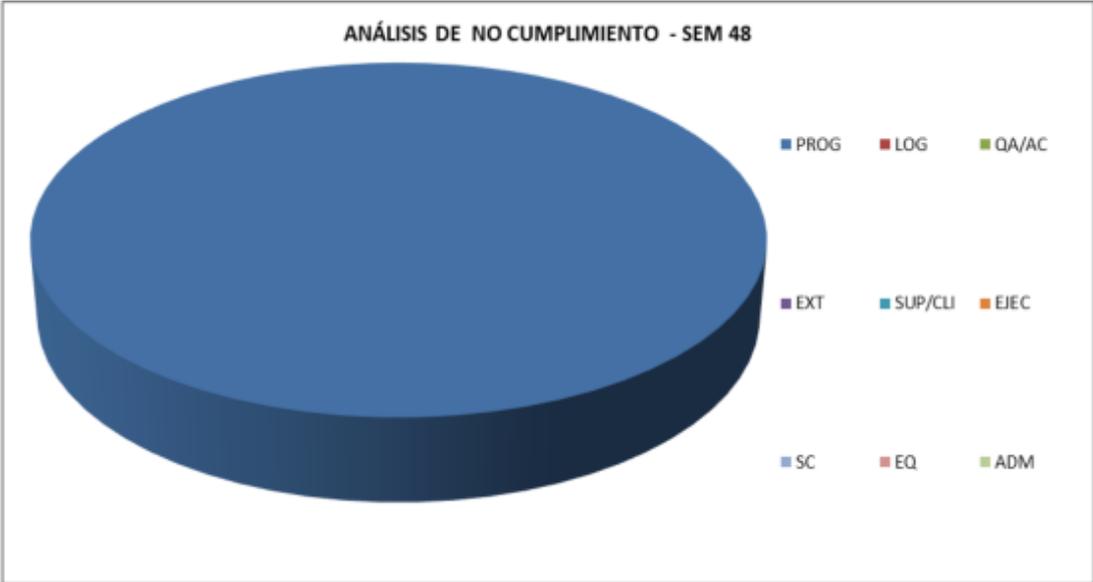


Figura 63. Causas de no cumplimiento, semana 48

Elaboración: Los autores

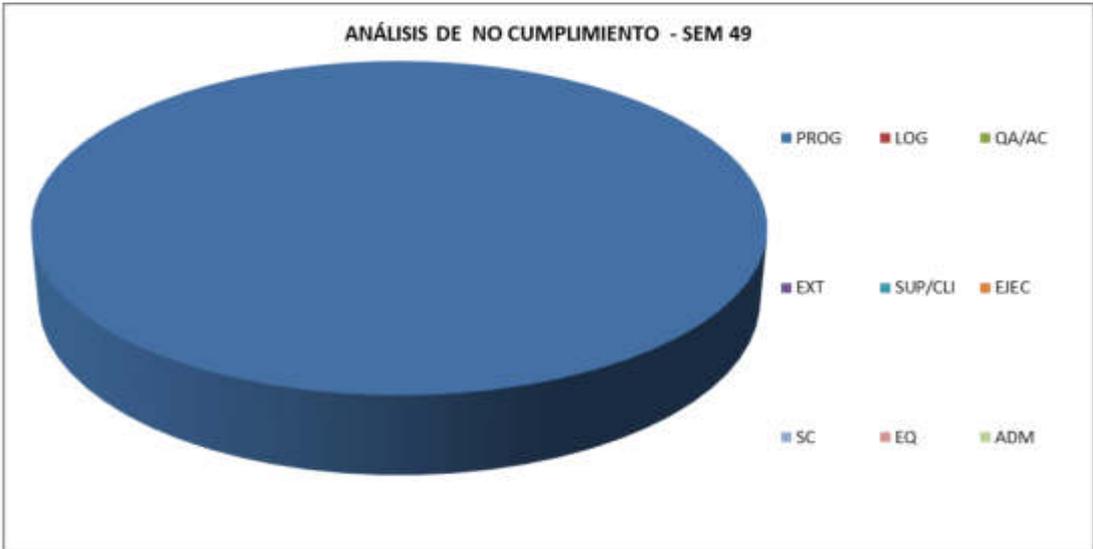


Figura 64. Causas de no cumplimiento, semana 49

Elaboración: Los autores

Según la figura 65, se logra observar que la causa de no cumplimiento se debió por parte del área de logística, la razón fue que el área de logística no gestionó el retiro de medidor de luz del proyecto.

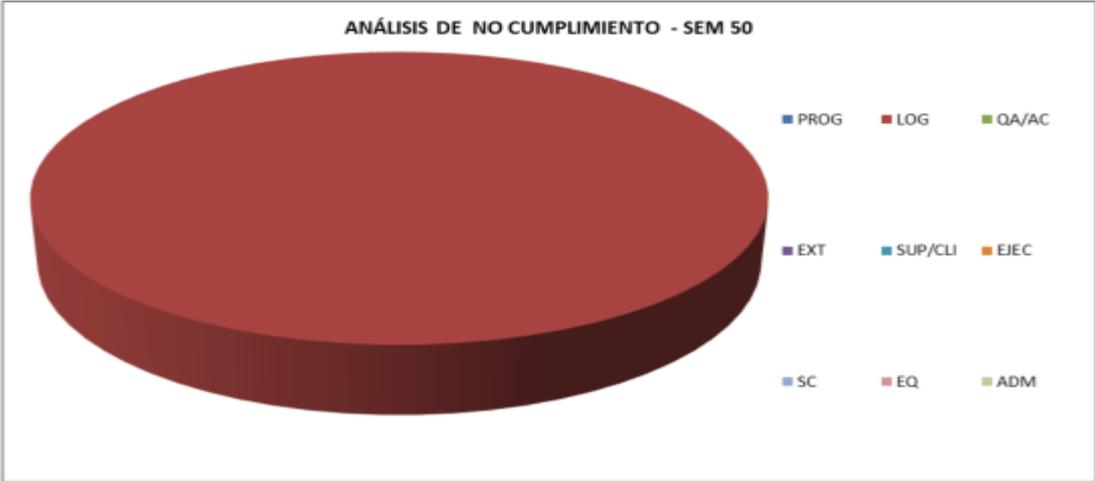


Figura 65. Causas de no cumplimiento, semana 50

Elaboración: Los autores

Según la figura 66, se logra observar que la causa de no cumplimiento se debió, por el incumplimiento de entrega de actividades programadas por el subcontratista.

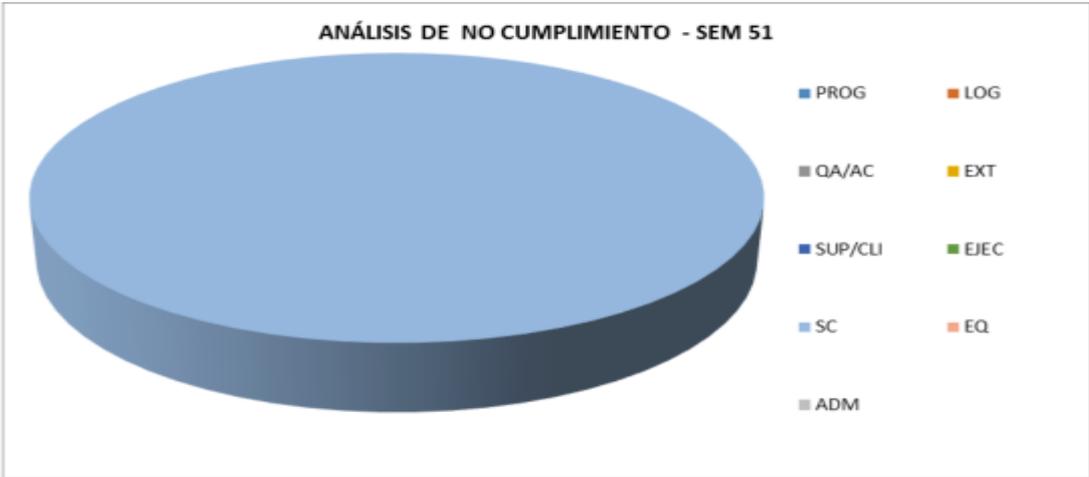


Figura 66. Causas de no cumplimiento, semana 51

Elaboración: Los autores

Según la figura 67, se logra observar que la causa de no cumplimiento se debió por parte del área de logística y aquellas restricciones que no fueron identificadas en esa semana.

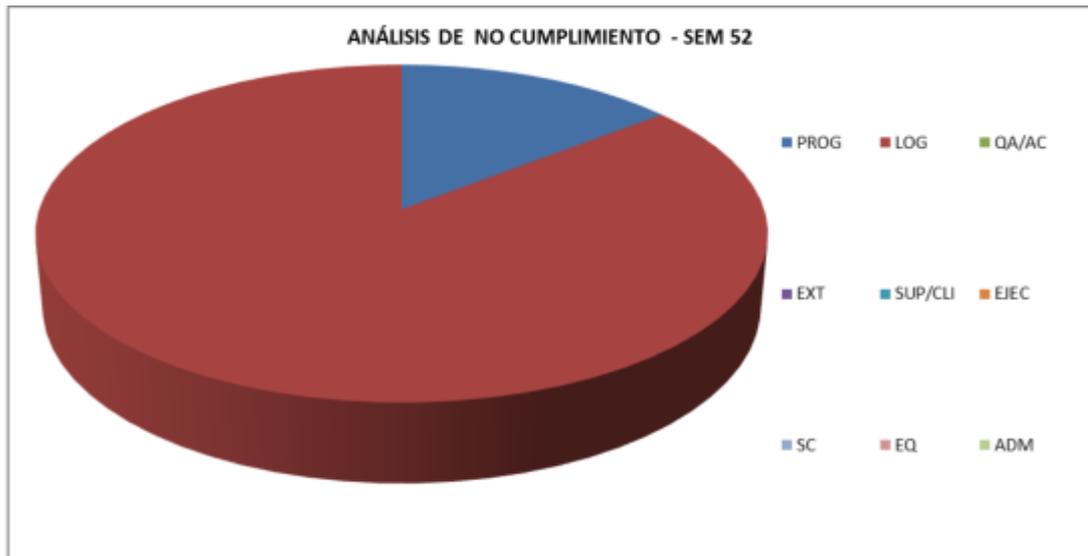


Figura 67. Causas de no cumplimiento, semana 52

Elaboración: Los autores

A continuación se presenta un resumen de todas las causas de no cumplimiento presentadas desde la semana 1 hasta semana 10. Véase en la tabla 27.

Tabla 27. Resumen CNC por semana, año 2018

	SEMANAS										TOTAL	% INCIDENCIA
	SEM 1	SEM 2	SEM 3	SEM 4	SEM 5	SEM 6	SEM 7	SEM 8	SEM 9	SEM 10		
PROGRAMACIÓN			2	3	3	5	5	15		44	77	25%
LOGÍSTICA				4		4					8	3%
CONTROL CALIDAD											0	0%
EXTERNOS			12	13	3	11					39	13%
SUPERVISIÓN/CLIENTE		4									4	1%
ERRORES DE EJECUCIÓN											0	0%
SUBCONTRATOS	2				10	12	49	17	56	24	170	55%
EQUIPOS											0	0%
ADMINISTRATIVOS							5	5	1		11	4%
total por semana	2	4	14	20	16	32	59	37	57	68	309	

Elaboración: Los autores

Según la figura 68, se logra observar que la causa de no cumplimiento se debió, por el incumplimiento de entrega de actividades programadas por el subcontratista.

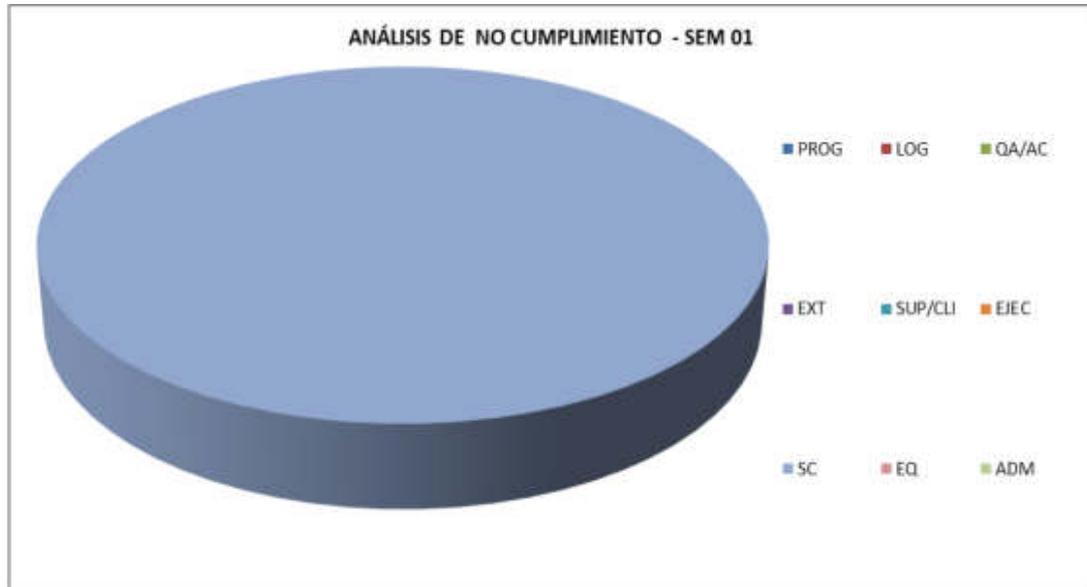


Figura 68. Causas de no cumplimiento, semana 01

Elaboración: Los autores

Según la figura 69, se logra observar que la causa de no cumplimiento fue causada por la supervisión, ya que no se envió el detalle de un elemento estructural a ejecutar.

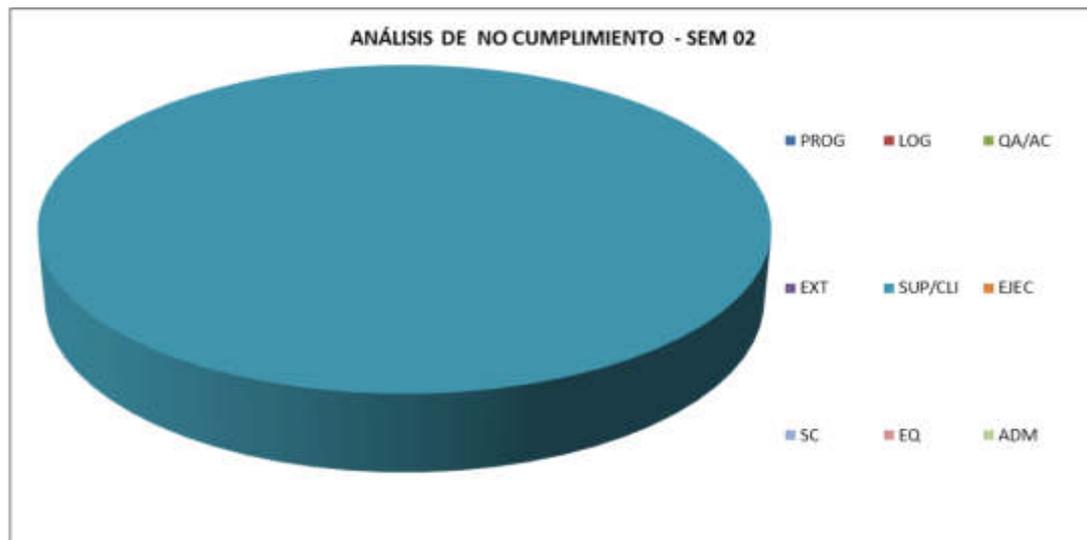


Figura 69. Causas de no cumplimiento, semana 02

Elaboración: Los autores

Según la figura 70, se logra observar que la causa de no cumplimiento fue causada por factores externos y por aquellas restricciones que no fueron identificadas en esa semana.

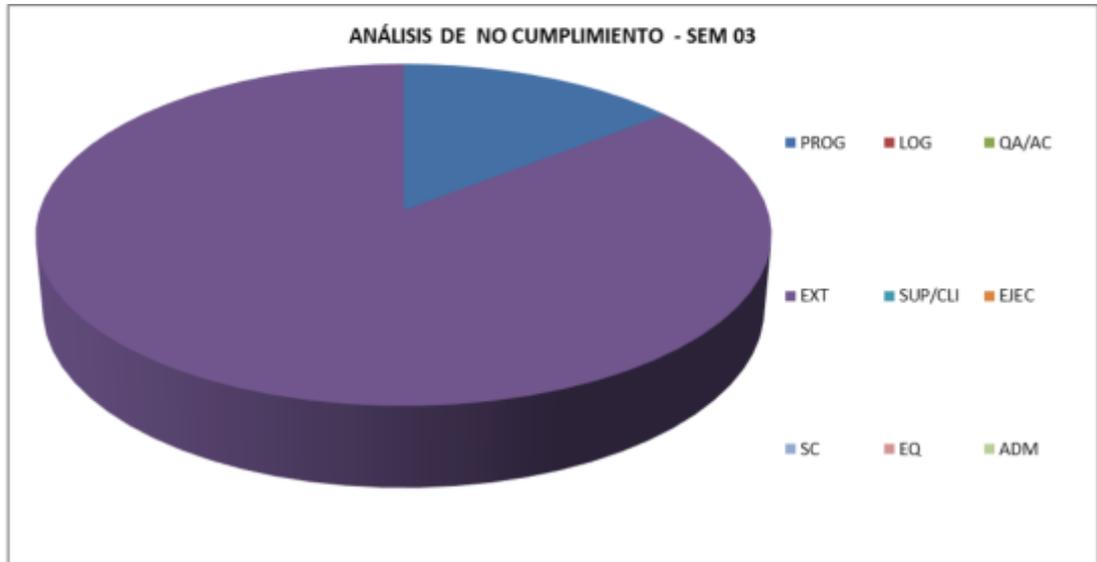


Figura 70. Causas de no cumplimiento, semana 03

Elaboración: Los autores

Según la figura 71, se logra observar que la causa de no cumplimiento fue causada por factores externos, por aquellas restricciones que no fueron identificadas en esa semana y por el área de logística quien no gestiona la entrega de materiales.

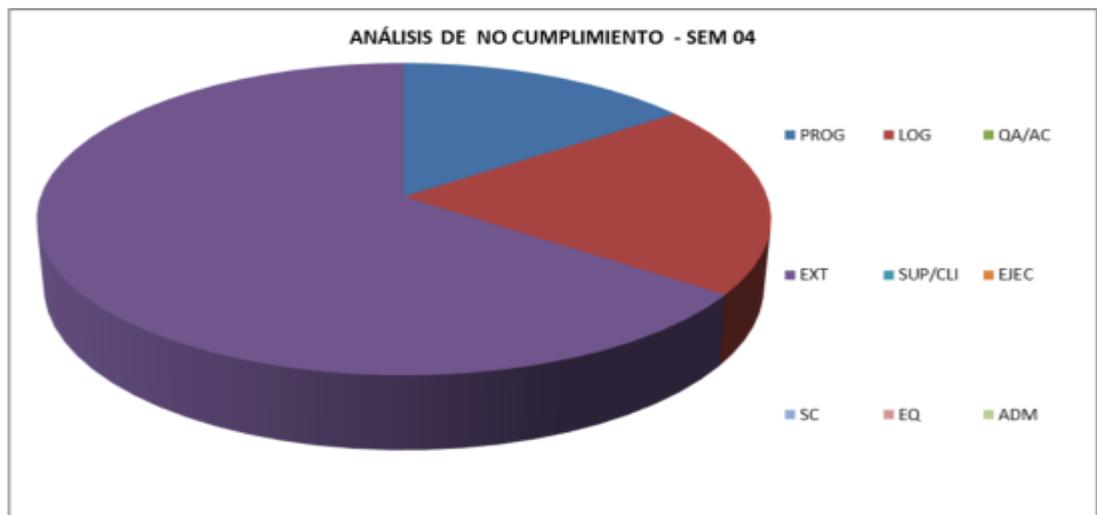


Figura 71. Causas de no cumplimiento, semana 04

Elaboración: Los autores

Según la figura 72, se logra observar que la causa de no cumplimiento fue causada por factores externos, por aquellas restricciones que no fueron identificadas en esa semana y por el incumplimiento de entrega de actividades programadas por el subcontratista.

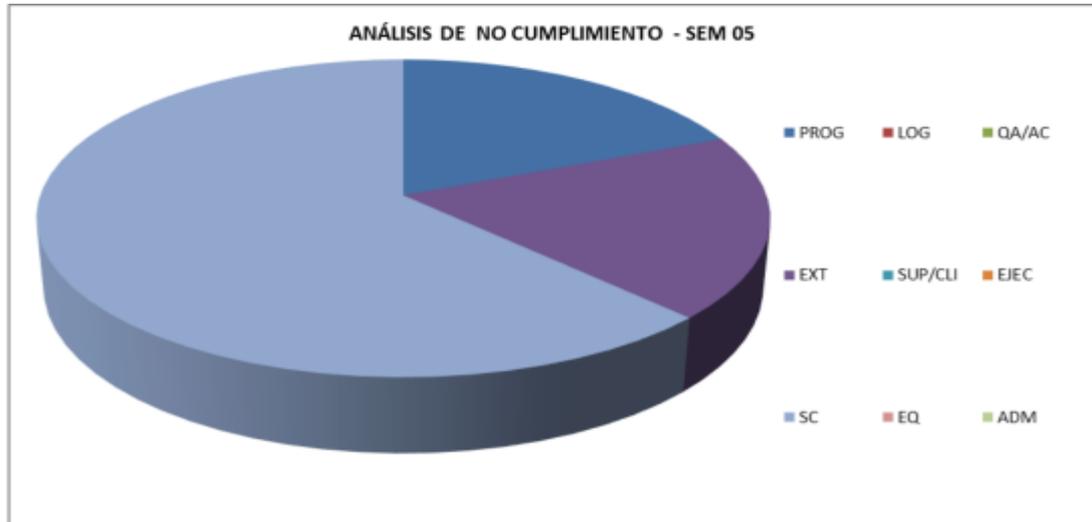


Figura 72. Causas de no cumplimiento, semana 05

Elaboración: Los autores

Según la figura 73, se logra observar que la causa de no cumplimiento fue causada por factores externos, por aquellas restricciones que no fueron identificadas en esa semana, por el incumplimiento de entrega de actividades programadas por el subcontratista como también el área de logística quien no gestiono el cierre de contrato.

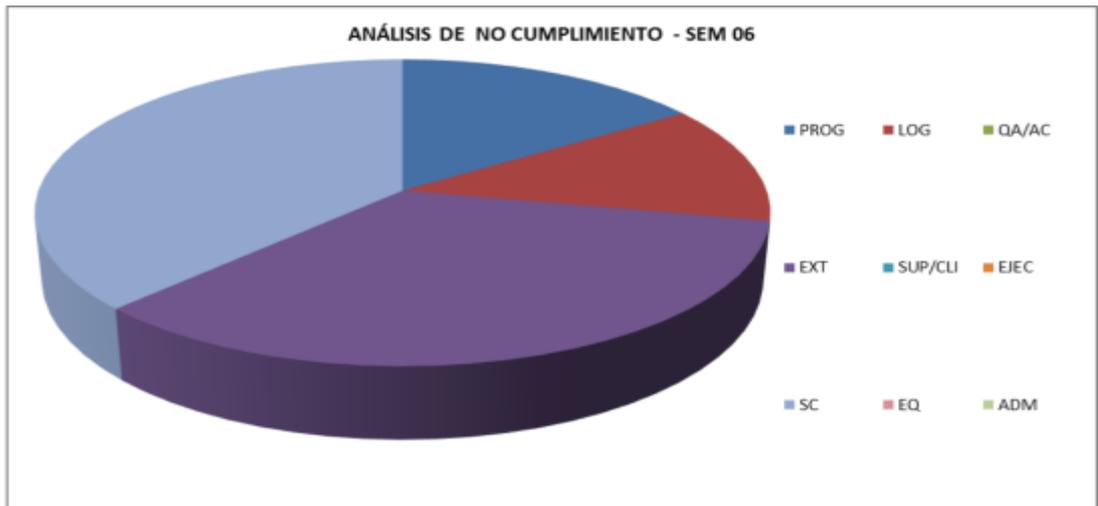


Figura 73. Causas de no cumplimiento, semana 06

Elaboración: Los autores

Según las figuras 74 y 75, se logra observar que la causa por aquellas restricciones que no fueron identificadas en esa semana, por el incumplimiento del subcontratista ya que no contaba con los recursos necesarios.

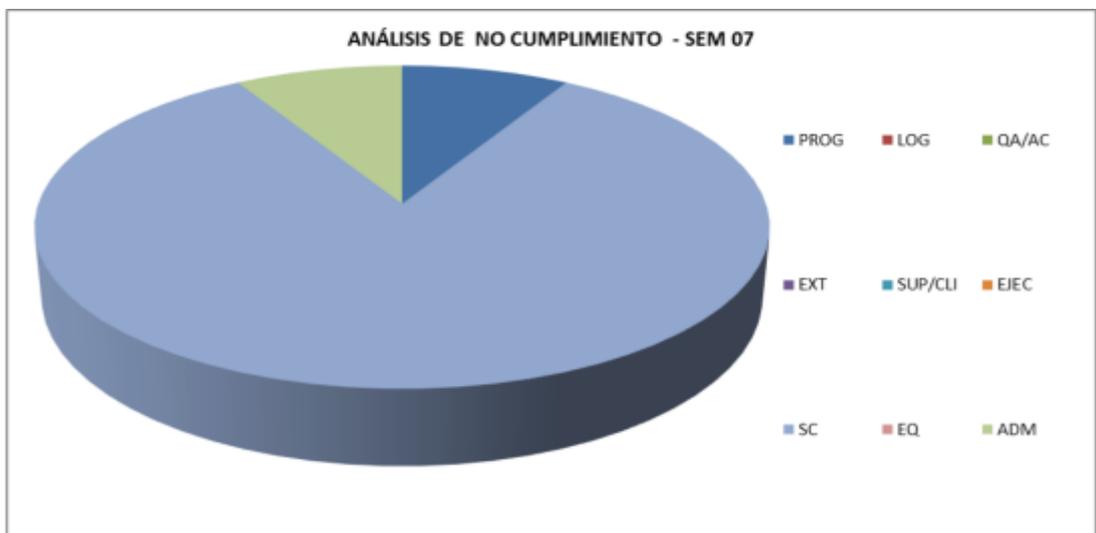


Figura 74. Causas de no cumplimiento, semana 07

Elaboración: Los autores

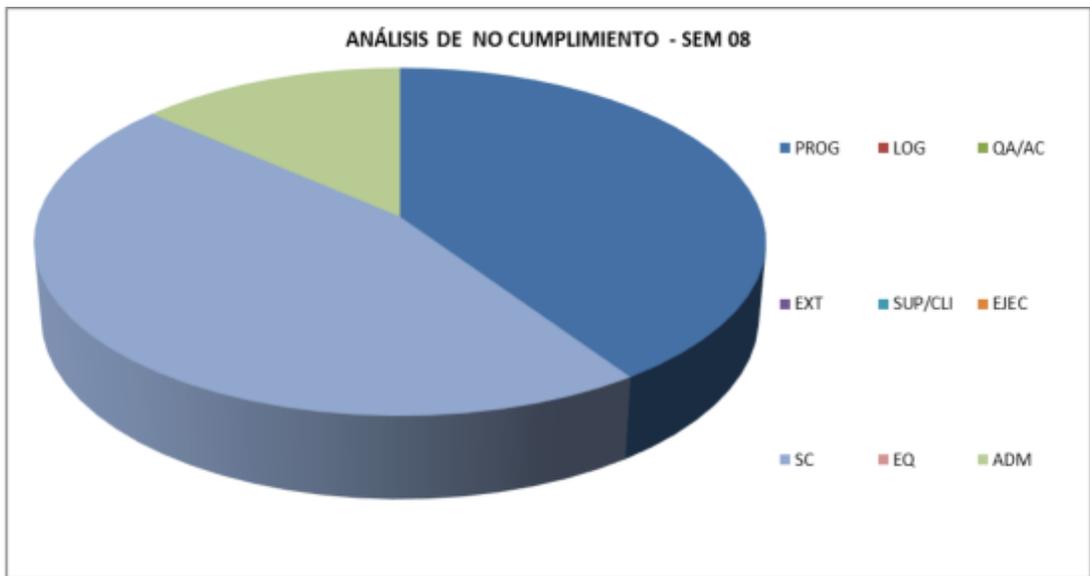


Figura 75. Causas de no cumplimiento, semana 08

Elaboración: Los autores

Según la figura 76, se logra observar que la causa del incumplimiento se debió a que el subcontratista no contaba con los recursos necesarios, como también por el área de administración quien no gestionó el tema de pagos de subcontrata.

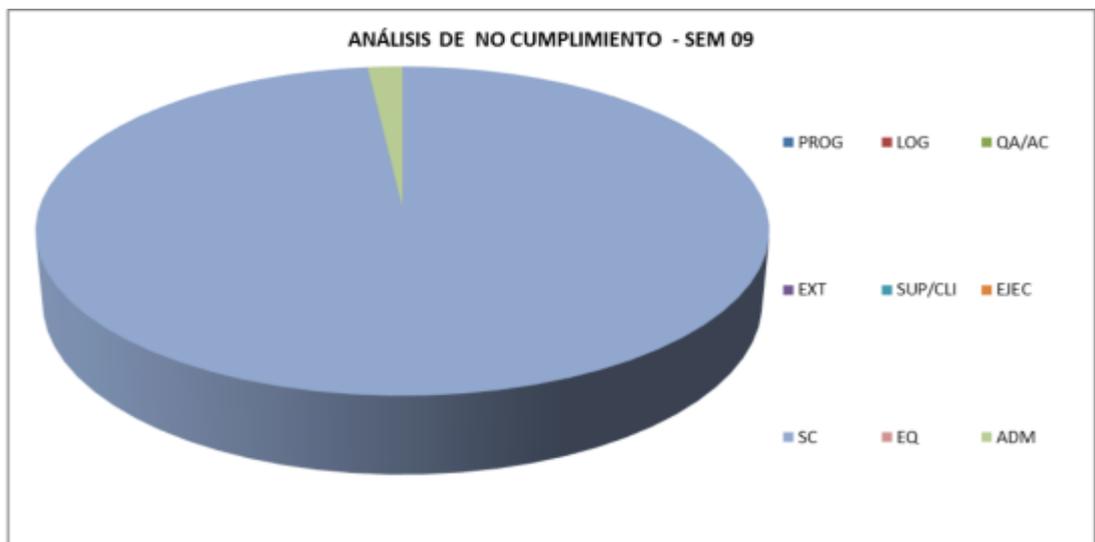


Figura 76. Causas de no cumplimiento, semana 09

Elaboración: Los autores

Según la figura 77, se logra observar que la causa del incumplimiento se debió a que el subcontratista fue intervenido por la constructora ya que este no cumplía con la cuadrilla necesaria para cumplir las actividades por ende se estancaron muchas actividades.

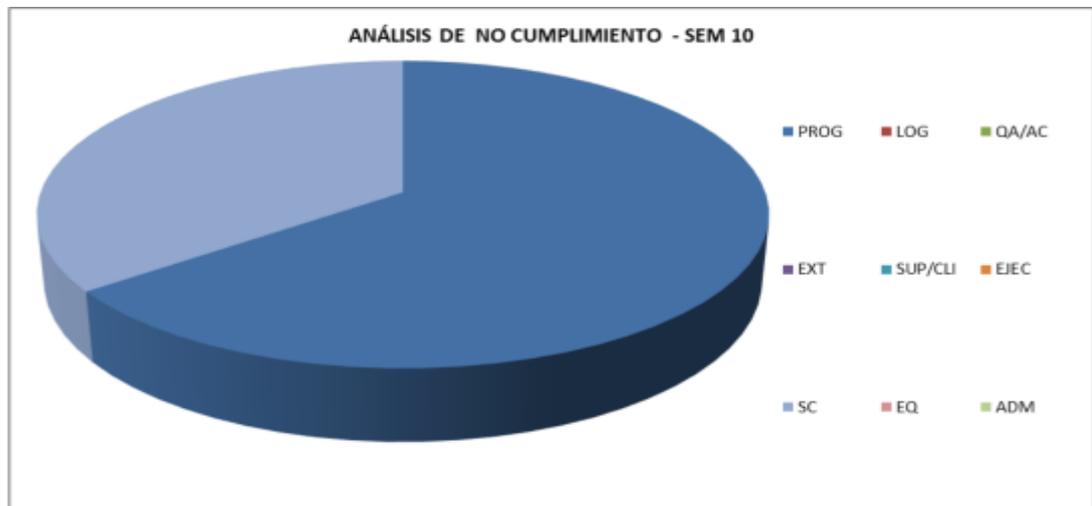


Figura 77. Causas de no cumplimiento, semana 10

Elaboración: Los autores

5.1.4 Nivel General de Actividades

El nivel general de actividades se evaluó realizando un recorrido por todos los pisos de la obra, tomando un conteo mínimo de 394 por cada personal en obra, pero exceptuando a los ingenieros de producción, ingeniero de calidad e ingeniero de seguridad y salud.

El objetivo de ello, es evaluar cada uno de los trabajos productivos, contributorios y no contributorios que se genera en diversas actividades.

En la tabla 28 se clasifican los tipos de trabajos, según su productividad como trabajo productivo, trabajo contributorio y trabajo no contributorio; se considera productivo cuando a través de la ejecución genera un valor al cliente final. Para las mediciones se realizan según el tipo de actividad productiva en las partidas de concreto, acero y encofrado.

Tabla 28. Tipos de trabajo

TRABAJO PRODUCTIVO	TRABAJO CONTRIBUTIVO	TRABAJO NO CONTRIBUTIVO
CONCRETO	CONCRETO	CONCRETO
Vaciado de concreto.	Abastecimiento de los componentes	Viajes
	Armado de tubería para vaciado	Esperas
	Cargar la tubería de vaciado	Descanso
	Vibrado de concreto.	Trabajos rehechos
	Acabado de la superficie.	
ACERO	ACERO	ACERO
Colocación y acomodo de barras de acero.	Armado de andamios	Viajes
Atortolado de mallas y refuerzo.	Corte y doblado de las varillas de acero	Esperas
	Marcado con tiza para el encofrado	Descanso
		Trabajos rehechos
ENCOFRADO	ENCOFRADO	ENCOFRADO
Colocación de paneles metálicos	Sostener el encofrado, mientras es asegurado	Viajes
Asegurar el encofrado	Colocación de desmoldante al encofrado	Esperas
		Descanso
		Trabajos rehechos

Elaboración: Los autores

A continuación se detalla las mediciones realizadas en las semanas 01 hasta la semana 10. Para muestra de la medición solo se detallará, los conteos realizados en la semana 02, semana 08.

NIVEL GENERAL DE ACTIVIDAD		LEAF APARTMENTS													
HORA INICIO	10:00	HORA FIN	11:30	FECHA	08/01/2018										
TC: Mediciones y lectura de planos (M), Transporte (T), Limpieza (L), Radición/ dar instrucciones (I), Otros (O)															
TNC: Espera (E), Tiempo coloso (C), descanso (D), Necesidades (N), Viaje (V), Trabajo en equipo (R), Otros (Y)															
1	M	51	N	101	L	151	T	201	X	251	P	301	P	351	V
2	M	52	L	102	L	152	V	202	M	252	I	302	T	352	P
3	P	53	P	103	P	153	L	203	T	253	P	303	P	353	X
4	M	54	T	104	P	154	X	204	P	254	O	304	P	354	P
5	D	55	T	105	L	155	X	205	L	255	P	305	V	355	V
6	P	56	T	106	L	156	P	206	T	256	E	306	M	356	O
7	P	57	P	107	L	157	P	207	T	257	V	307	V	357	X
8	V	58	P	108	D	158	I	208	P	258	O	308	P	358	T
9	D	59	P	109	P	159	I	209	P	259	X	309	P	359	T
10	T	60	E	110	P	160	V	210	D	260	T	310	P	360	V
11	P	61	P	111	X	161	V	211	P	261	P	311	T	361	T
12	P	62	P	112	P	162	R	212	P	262	T	312	P	362	T
13	I	63	T	113	O	163	L	213	I	263	R	313	M	363	L
14	I	64	L	114	D	164	L	214	I	264	T	314	P	364	R
15	D	65	L	115	X	165	O	215	T	265	O	315	X	365	R
16	D	66	Y	116	L	166	O	216	T	266	V	316	P	366	T
17	P	67	T	117	E	167	I	217	M	267	P	317	X	367	P
18	D	68	P	118	P	168	I	218	P	268	P	318	E	368	X
19	P	69	P	119	P	169	I	219	I	269	T	319	X	369	P
20	O	70	X	120	P	170	M	220	I	270	E	320	P	370	P
21	P	71	X	121	I	171	P	221	X	271	V	321	T	371	V
22	D	72	L	122	P	172	P	222	X	272	V	322	P	372	T
23	P	73	X	123	P	173	V	223	T	273	T	323	P	373	X
24	O	74	P	124	O	174	L	224	P	274	X	324	X	374	X
25	L	75	P	125	V	175	T	225	P	275	P	325	X	375	T
26	L	76	D	126	E	176	T	226	P	276	P	326	X	376	I
27	L	77	X	127	P	177	T	227	L	277	P	327	X	377	I
28	P	78	P	128	P	178	P	228	V	278	I	328	P	378	I
29	L	79	T	129	E	179	P	229	L	279	P	329	X	379	P
30	N	80	P	130	Y	180	P	230	D	280	P	330	M	380	P
31	P	81	P	131	P	181	L	231	T	281	E	331	P	381	O
32	P	82	X	132	P	182	L	232	T	282	E	332	X	382	E
33	P	83	X	133	X	183	L	233	N	283	O	333	E	383	P
34	P	84	P	134	N	184	N	234	T	284	T	334	V	384	O
35	P	85	D	135	T	185	P	235	P	285	L	335	P	385	P
36	P	86	T	136	T	186	I	236	P	286	T	336	P	386	E
37	P	87	L	137	V	187	I	237	P	287	V	337	P	387	X
38	L	88	L	138	V	188	D	238	P	288	V	338	M	388	L
39	L	89	P	139	P	189	T	239	V	289	N	339	P	389	L
40	T	90	P	140	P	190	D	240	P	290	P	340	P	390	D
41	P	91	M	141	I	191	L	241	T	291	X	341	E	391	P
42	P	92	T	142	I	192	T	242	V	292	X	342	D	392	P
43	P	93	X	143	I	193	O	243	P	293	X	343	T	393	O
44	P	94	P	144	P	194	P	244	E	294	P	344	P	394	M
45	D	95	P	145	E	195	P	245	T	295	E	345	V	395	
46	D	96	D	146	P	196	P	246	T	296	P	346	V	396	
47	P	97	P	147	P	197	P	247	X	297	P	347	T	397	
48	P	98	P	148	P	198	P	248	P	298	P	348	P	398	
49	E	99	P	149	T	199	P	249	V	299	T	349	E	399	
50	T	100	T	150	V	200	I	250	P	300	P	350	O	400	

Figura 78. Medición de NGA, semana 02

Elaboración: Los autores

En la figura 78, se visualiza el nivel general de actividades (NGA) realizada en la semana 2, la cual fue tomada realizando un recorrido en todos los niveles del proyecto, ya que no se cuenta con 394 personas, por lo cual fue necesario tomar la muestra en diferentes instantes para verificar cada uno de las actividades realizadas por el personal obrero.

En base a ello se obtuvo los siguientes porcentajes, que se detalla en la tabla 29.

Tabla 29. NGA semana 2

Actividad	Cantidad cuadrilla	Promedio Cuadrilla
TP	144	36.5%
C Trabajo productivo	144	36.5%
TC	157	39.8%
T Transporte	53	13.5%
M Mediciones	12	3.0%
I Recibir/dar instrucciones	23	5.8%
L Limpieza/ordenar	33	8.4%
X Otros X	36	9.1%
TNC	93	23.6%
V Viajes	28	7.1%
O Tiempo ocioso	15	3.8%
E Esperas	18	4.6%
R Trabajo rehecho	4	1.0%
D Descanso	20	5.1%
N Necesidades fisiológicas	6	1.5%
Y Otros Y	2	0.5%

Elaboración: Los autores

Se observa también la distribución de los tipos de trabajo productivo, contributorio y no contributorio; se visualiza que el trabajo productivo alcanzó un 36 %, trabajo contributorio 40% y un trabajo no contributorio 24%; esta semana corresponde a la ejecución del primer piso y en proceso de culminación del sótano 1.

En la figura 79 se detalla la distribución de los trabajos en una gráfica, de tal manera de visualizar la relevancia de los trabajos en la semana.



Figura 79. Distribución del NGA, semana 2

Elaboración: Los autores

En la figura 80, se observa la gráfica de Pareto de todos los tiempos tomados en el conteo de nivel general de actividades, y se puede observar que con mayor tiempo contributivo se obtuvo en transporte 13.5% y como mayor tiempo no contributivo se obtuvo en viajes con 7.1 %.

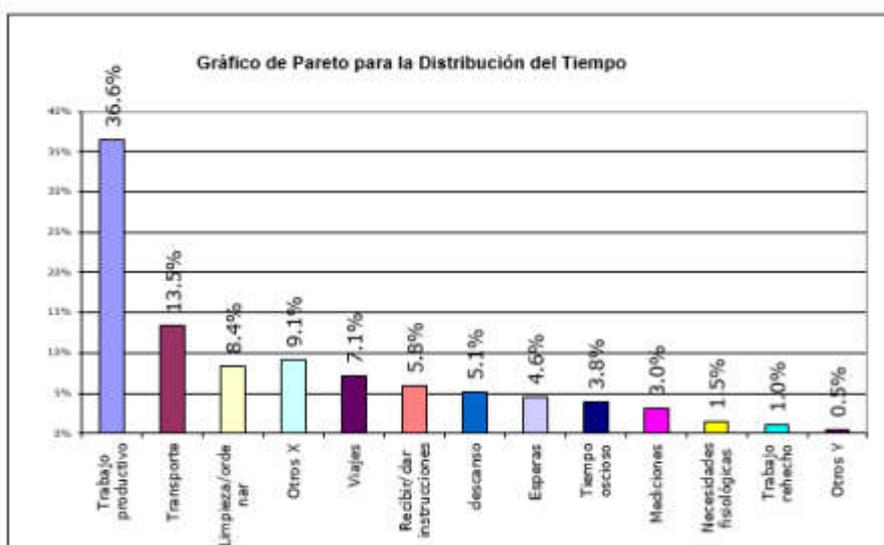


Figura 80. Gráfico de Pareto, semana 2

Elaboración: Los autores

A continuación, se observa la figura 81 del NGA realizada en la semana 8, en esta semana ya hubo mejoras en la implementación del sistema Last Planner como en la sectorización y la implementación de las reuniones con los capataces de cada partida.

A base de ello, se obtuvo los siguientes porcentajes, que se detalla en la tabla 30.

Tabla 30. NGA semana 8

Actividad		Cantidad cuadrilla	Promedio Cuadrilla
	TP	167	42.4%
C	Trabajo productivo	167	42.4%
	TC	143	36.3%
T	Transporte	51	12.9%
M	Mediciones	8	2.0%
I	Recibir/dar instrucciones	22	5.6%
L	Limpieza/ordenar	33	8.4%
X	Otros X	29	7.4%
	TNC	84	21.3%
V	Viajes	28	7.1%
O	Tiempo ocioso	10	2.5%
E	Esperas	15	3.8%
R	Trabajo rehecho	4	1.0%
D	Descanso	19	4.8%
N	Necesidades fisiológicas	6	1.5%
Y	Otros Y	2	0.5%

Elaboración: Los autores

En esta tabla, se observa la distribución de los tiempos en dicha semana y se visualiza un mayor porcentaje de trabajo productivo con 42.4 %, trabajo contributorio de 36% y un trabajo no contributorio de 21.3% hubo una mejora de 6% respecto a la semana 2 que recién se encontraba en proceso de implementación, también una disminución del trabajo contributorio en 3% y una disminución del 2% en trabajos no contributorios.

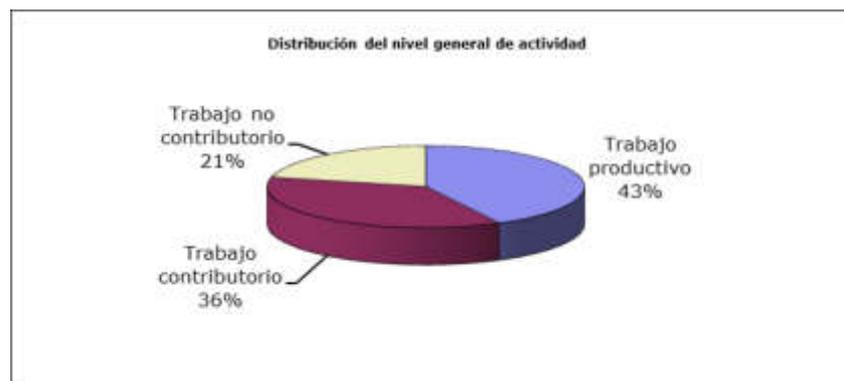


Figura 82. Distribución del NGA, semana 8

Elaboración: Los autores

En la figura 82, se observa la distribución del nivel general de actividades evaluado en la semana 8, la cual se observa mayor trabajo contributorio con un 36%.

En la figura 83, se muestra el gráfico de Pareto es una distribución de todos los tipos de trabajo en forma de barras, en la cual se sigue teniendo como mayor trabajo contributorio en transporte con 13% y de ahí con 8.4% en limpieza ya que se había organizado un horario de limpieza en la mañana y en la tarde. Este último resultado puede variar por la hora en que inicia la evaluación del NGA.

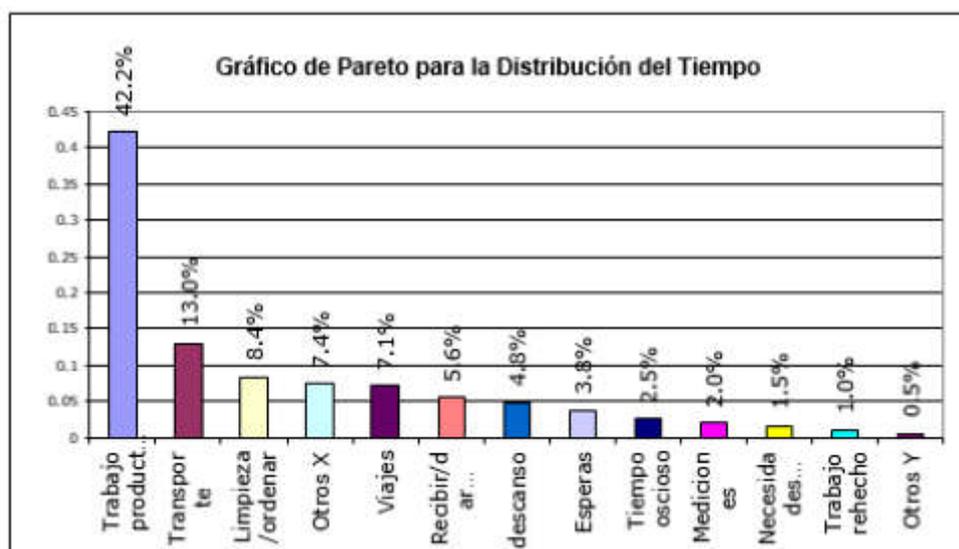


Figura 83. Gráfico de Pareto, semana 8

Elaboración: Los autores

En la tabla 31, se detalla el resumen de todos aquellos trabajos productivos, contributorios y no contributorios realizados desde la semana 01 hasta la semana 10, dando como resultado un incremento de trabajos productivos a lo largo de la semana 01 a la semana 10.

Lo que incide a contar con el incremento de trabajos productivos en las semanas de implementación del sistema Last Planner.

Tabla 31. Resumen semanal del NGA

SEMANAS	NGA		
	TP	TC	TNC
1	28%	40%	32%
2	36%	40%	24%
3	37%	39%	24%
4	38%	33%	29%
5	39%	37%	24%
6	37%	33%	30%
7	42%	37%	21%
8	43%	36%	21%
9	45%	38%	17%
10	39%	42%	19%

Elaboración: Los autores

5.1.5 Plazos

A continuación en la tabla 32, se presentaran las fechas contractuales del proyecto multifamiliar Leaf, la cual indica todas las etapas a desarrollarse en el proyecto asimismo cabe mencionar que en la investigación se centra en la etapa de casco estructural.

Tabla 32. Fechas Contractuales

	FECHAS
INICIO DE OBRA	01/08/2017
INICIO MOV. DE TIERRAS	17/08/2017
FIN MOV. DE TIERRAS	14/12/2017
INICIO CASCO ESTRUCTURAL	18/01/2018
FIN CASCO ESTRUCTURAL	12/04/2018
INICIO ARQUITECTURA	31/01/2018
FIN ARQUITECTURA	10/09/2018

Elaboración: Los autores

En la tabla 33, se observa las fechas del Plan Maestro meta del proyecto, estas fechas son manejadas internamente por la constructora. Con estas fechas se maneja los hitos en la obra y con estos datos se evaluara el avance real del proyecto para manejar así una curva de avance en conjunto del avance contractual.

Tabla 33. Fechas Plan Maestro Meta

	FECHAS
INICIO SUBESTRUCTURA	18/12/2017
FIN SUBESTRUCTURA	02/02/2018
INICIO SUPERESTRUCTURA	10/01/2018
FIN SUPERESTRUCTURA	20/03/2018
INICIO ACABADOS HUMEDOS	19/01/2018
FIN ACABADOS HUMEDOS	18/04/2018
INICIO ACABADOS SECOS	14/03/2018
FIN ACABADOS SECOS	13/06/2018

Elaboración: Los autores

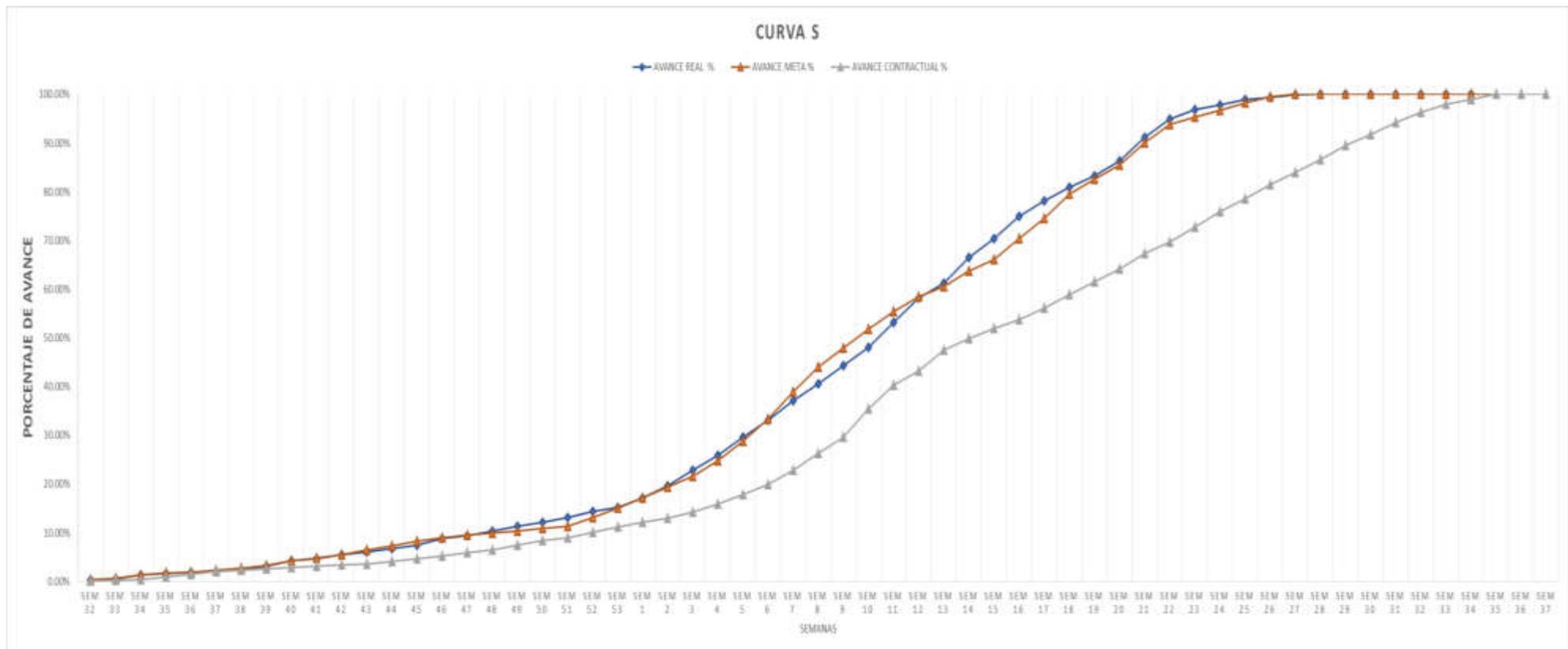


Figura 84. Gráfico de curva S

Elaboración: Los autores

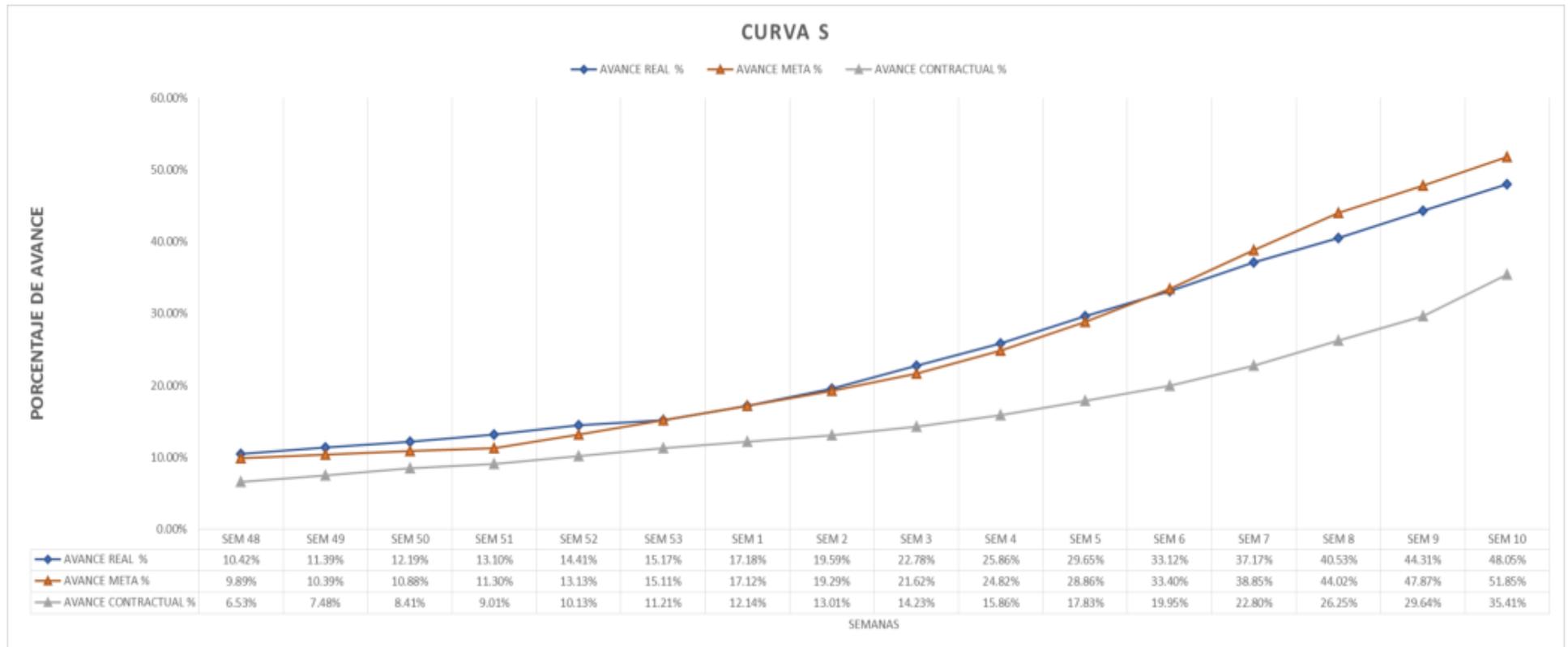


Figura 85. Gráfico de curva S, proceso de implementación

Elaboración: Los autores

En la figura 74, se observa desde la semana 32 del año 2017, fecha de inicio del proyecto; hasta la semana 37 del año 2018, última semana del proyecto según las fechas contractuales.

Tabla 34. Porcentajes de avance inicial

	SEM 33	SEM 34	SEM 35	SEM 36	SEM 37	SEM 38	SEM 39	SEM 40	SEM 41	SEM 42	SEM 43	SEM 44	SEM 45	SEM 46	SEM 47
AVANCE REAL %	0.54%	1.28%	1.68%	1.88%	1.97%	2.44%	3.19%	4.21%	4.61%	5.47%	6.12%	6.75%	7.40%	8.78%	9.33%
AVANCE META %	0.61%	1.35%	1.73%	1.95%	2.26%	2.73%	3.25%	4.30%	4.75%	5.56%	6.50%	7.36%	8.30%	8.95%	9.47%
AVANCE CONTRACTUAL %	0.17%	0.36%	0.85%	1.52%	2.01%	2.28%	2.55%	2.81%	3.08%	3.35%	3.62%	4.09%	4.63%	5.17%	5.89%

Elaboración: Los autores

A continuación se observa que en la tabla 34, durante la semana 33 hasta la semana 47 se muestra un porcentaje de avance real inferior al porcentaje de avance meta, por lo expuesto se decidió implementar el sistema Last Planner.

Lo cual en las semanas siguientes se puede visualizar una mejora desde la semana 48 hasta la semana 5; sin embargo desde la semana 6 hasta la semana 10 se aprecia una disminución de los porcentajes, ya que en estas semanas se iniciaron la etapa de acabados húmedos. Véase en la tabla 35 y en la figura 85.

Tabla 35. Porcentajes de avance durante el S.L.P

	SEM 48	SEM 49	SEM 50	SEM 51	SEM 52	SEM 53	SEM 1	SEM 2	SEM 3	SEM 4	SEM 5	SEM 6	SEM 7	SEM 8	SEM 9	SEM 10
AVANCE REAL %	10.42%	11.39%	12.19%	13.10%	14.41%	15.17%	17.18%	19.59%	22.78%	25.86%	29.65%	33.12%	37.17%	40.53%	44.31%	48.05%
AVANCE META %	9.89%	10.39%	10.88%	11.30%	13.13%	15.11%	17.12%	19.29%	21.62%	24.82%	28.86%	33.40%	38.85%	44.02%	47.87%	51.85%
AVANCE CONTRACTUAL %	6.53%	7.48%	8.41%	9.01%	10.13%	11.21%	12.14%	13.01%	14.23%	15.86%	17.83%	19.95%	22.80%	26.25%	29.64%	35.41%

Elaboración: Los autores

CAPÍTULO VI

DISCUSIÓN

6.1 Contraste con hipótesis general

- Al implementar el proceso de planificación, se logró mejorar el control de las actividades en la etapa estructural del proyecto multifamiliar Leaf.

En la presente investigación se aplicó el sistema Last Planner, para ello se utilizó los procesos de planificación que son: el proceso de inicio, proceso de planificación y proceso de control; las cuales sirvieron para establecer una mejora en el control de las actividades planteadas en el proyecto, esto se vio reflejada en la semana 48 hasta la semana 5 correspondiente a la etapa estructural.

6.2 Contraste con hipótesis específicas

- Al implementar el proceso de inicio, se logró mejorar el control de las actividades en la etapa estructural del proyecto multifamiliar Leaf.

Al realizar el proceso de inicio las cuales son: capacitaciones al staff, asimismo desarrollar una matriz de responsabilidades; es fundamental

que participen todos los responsables de cada actividad y área funcionales del proyecto de manera que se entiendan, con el fin de alinear objetivos y estrategias para ejecutar la fase que se está planificando, el objetivo de esta etapa del sistema es definir y validar el trabajo a realizar para cumplir cada fase de la obra, lo cual fue realizado en el proyecto Leaf. Quiere decir que cada proceso es fundamental para la implementación del sistema Last Planner y así mejorar el control de las actividades.

- Al implementar el proceso de planificación, se logró mejorar el control de las actividades en la etapa estructural del proyecto multifamiliar Leaf.

Al realizar el proceso de planificación las cuales tiene como: sectorización y tren de trabajo, dimensionamiento de cuadrillas y el plan maestro, se logró sectorizar en lotes equivalentes lo cual ayuda a tener un alcance mayor para realizar las actividades, esto fue plasmado en la etapa estructural de proyecto Leaf, como parte de un sistema de control para la mejora de las actividades. Este proceso de planificación es etapa central para comenzar la planificación intermedia, ya que se encuentra basada en la planificación maestra y comenzar con el proceso de control. Por tanto se asevera que el proceso de planificación mejora el control de nuestras actividades, ay que es un proceso fundamental para obtener resultados favorables en el proyecto Leaf.

- Al implementar el proceso de control, se logró mejorar el control de las actividades en la etapa estructural del proyecto multifamiliar Leaf.

Al realizar el proceso de control las cuales tiene como: el lookahead Planning, el plan semanal, el análisis de restricciones, el ajuste diario y los indicadores de control, lo cual sirvió como indicador para visualizar la mejora en el control de las actividades de la etapa estructural; en el

porcentaje de plan cumplido, que es un indicador de control, se refleja una mejora de los porcentaje desde 85% a 100% en el cumplimiento de las actividades programadas de la etapa estructural. Aseverando con este resultado la hipótesis ya mencionada.

- El comportamiento del avance real es favorable ante la programación contractual en la etapa estructural del proyecto Leaf.

Al analizar los resultados, se aprecia que implementando el sistema Last Planner se obtuvo resultados favorables que se encuentran propuestos en la investigación, ello se aprecia en las curvas de avance ya mencionados en el capítulo anterior. En la cual presenta un resultado evaluado en mi última semana de la etapa estructural que hubo una mejora de avance real 12.63% respecto a la programación contractual, aseverando esta hipótesis con este resultado.

6.3 Contraste con otras investigaciones

- La tesis realizada se enfoca en la implementación del sistema Last Planner para mejorar el control de las actividades en la etapa estructural; a diferencia de otras investigaciones que lo realizan con el uso de tecnologías de información, lo cual no es muy fácil de procesar los datos a diferencia de unas plantillas de Excel.

No obstante, los resultados realizados por el software son similares a los resultados aplicando el uso de plantillas de Excel.

- En otras investigaciones no se llegó a demostrar una mejoría con el uso del sistema Last Planner, ya que el PPC alto no implicaba que la obra se encuentre al día con el avance físico teórico, se tenía un porcentaje alto pero no se obtuvo los resultados de mejora en el avance lo cual llevo al fin de la implementación del sistema. Este fin de la implementación del sistema fue propuesta por el gerente, esto quiere

decir que la gerencia no se encontraba alineada con el sistema, y cuando la gerencia no cree en el sistema last Planner no se obtiene resultados favorables.

CONCLUSIONES

1. La implementación continua del Sistema Last Planner en el proyecto Leaf, permitió tener una visión global de la obra, de los recursos utilizados y sobretodo manejar la variabilidad de las actividades. El hecho de tener presente las restricciones, saber en qué momento deben de ser levantadas y quien se responsabiliza generó mayor confiabilidad en lo planificación.
2. El proceso de inicio en el proyecto Leaf, se desarrolló mediante la difusión de charlas e inducciones al personal staff y colaboradores, en el cual se estableció los hitos y primeros acuerdos del proyecto, así se logró involucrar a todo el equipo, comprometiendo a cumplir con los objetivos establecidos.
3. El proceso de planificación es una herramienta fundamental para la planificación, puesto que se realiza trenes de trabajos, se identifican restricciones y posterior liberación. Con ello se logró flujos constantes y dinámicos durante la ejecución de las actividades y en consecuencia una importante reducción de los tiempos de espera y retrabajos.
4. El proceso de control es una herramienta que permite medir la confiabilidad de lo planificado. En la investigación se logró mejorar el porcentaje de plan cumplido obteniendo porcentajes de 85% y 100%. Así

mismo el nivel general de actividades permitió realizar mediciones reales respecto a trabajos productivos, trabajos contributivos y trabajos no contributivos; con ello se visualizó la mejora en los índices de trabajos productivos obteniendo porcentajes de 45%, de esta manera disminuyendo los trabajos no contributivos.

5. De acuerdo a los resultados obtenidos en base a un seguimiento de control de actividades se obtuvo un 12.63% de avance real respecto a la programación contractual, siendo este un resultado positivo gracias a la implementación de procesos de planificación, conocido como sistema Last Planner.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda que la implementación del Sistema Last Planner se debe realizar al inicio y término del proyecto para encontrar resultados favorables, además que es fundamental la implicación del residente y jefe de obra para que el sistema funcione.
2. Se recomienda que para poder definir el proceso de inicio se debe tener claro las definiciones mostradas en las capacitaciones del sistema; y brindar los conocimientos necesarios para todos los involucrado en el proyecto, con el fin de crear compromisos en el equipo de trabajo.
3. Para definir el proceso de planificación se recomienda realizar la sectorización y tren de actividades, además que se deben sincerar los metrados, los trenes de trabajo para realizar el dimensionamiento de cuadrillas, con ello obtener las fechas reales de entrega de obra.
4. Para definir el proceso de control se puede recomendar realizar todos los procedimientos, para obtener un correcto monitoreo de los indicadores de confiabilidad, ya que con este monitoreo se genera una mejora de avance real del proyecto.
5. Para realizar las curvas de avance se recomienda realizar una comparación entre el avance real y el avance contractual de obra, este

avance real debe ser sincerado en el proyecto, ya que te permite visualizar la mejora del proyecto asimismo debe ser realizado semanalmente con el fin establecer posibles soluciones si ocurre un retraso en el proyecto.

FUENTES DE INFORMACIÓN

Andrade, M. y Arrieta, B. (2010) Last planner en subcontrato de empresa constructora. *Revista de la construcción*, 10(1), 36-52. Recuperado de: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-915X2011000100005&lang=es

Angeli, C. (2017) Implementación del Sistema Last Planner en edificación en altura en una empresa constructora: estudio de casos de dos edificios en las comunas de Las condes y San Miguel. (Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil). Recuperado de: http://repositorio.unab.cl/xmlui/bitstream/handle/ria/4601/a120179_Angeli_C_Implementacion_del_sistema_last_planner_tesis_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Bueno De Olarte, A. (2014) “Propuesta de mejora para disminuir el número de no cumplimientos de actividades programadas en proyectos de edificaciones basado en Last Planner System, para la Empresa A & Arq Contratistas y Consultores”. (Tesis para obtener el título de Magister en Gerencia de la construcción). Recuperado de: <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/593010?locale=es&language=es&locale-attribute=en>

Cabrera, W (2017) “Metodología para la planificación de la construcción de obras de regeneración urbana”. (Tesis para la obtención del grado académico de magister en gestión de la construcción). Recuperado de

<http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/10719>

Cisterna, D (2013) “Desarrollo y evaluación de indicadores de control para implementación en software de planificación y control de proyectos basado en metodología last planner”. (Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil). Recuperado de:

http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/114005/cf-cisterna_dc.pdf;jsessionid=7976B3DE07D53CB9503911D3FC772118?sequence=1

Cornejo, K.; Gonzales, F. y Tapia, V. (2017) “Implementación de Last Planner system en actividades de concreto armado para proyectos de edificación industrial”. (Tesis para obtener el grado académico de maestro en dirección de la construcción). Recuperado de:

https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/623900/Cornejo_lk.pdf?sequence=13

Diaz, D. (2007) “Aplicación del sistema de planificación 'last planner' a la construcción de un edificio habitacional de mediana altura”. (Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil). Recuperado de:

https://www.academia.edu/6075814/APLICACION_DEL_SISTEMA_DE_PLANIFICACION_LAST_PLANNER_A_LA_CONSTRUCCION_DE_UN_EDIFICIO_HABITACIONAL_DE_MEDIANA_ALTURA Memoria para optar al Título de Ingeniero Civil

ElRoy Soluciones e ingeniería (2014). Metodología Last Planner System. *ElRoy Soluciones e ingeniería*. Recuperado de:

https://www.academia.edu/18030334/Book_Last_Planner_System_espa%C3%B1ol

–

Fontenla, C. y Herrera, R. (2017) “Impacto de las herramientas básicas del sistema last planner en el cumplimiento de plazos contractuales en partidas de obras civiles del proyecto duty free – salidas internacionales – lima”. (Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil). Recuperado de:

<https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=6&ved=2ahUKEwjE8> -

http://PziAhUB2FkKHYGcDX8QFjAFegQIABAC&url=http%3A%2F%2Frepositorio.upao.edu.pe%2Fbitstream%2Fupaorep%2F3573%2F1%2FRE_ING.CIVIL_CARLOS.FONTENLA_RENZO.HERRERA_SISTEMA.LAST.PLANNER_DATOS.PDF&usq=AOvVaw14JifUpK1S-fauCdq1KWID

Guzmán, A (2014) “Aplicación de la filosofía lean construction en la planificación, programación, ejecución y control de proyectos”. (Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil). Recuperado de:

http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/5778/GUZMAN_ABNER_LEAN_CONSTRUCTION_PROYECTOS.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Hinostroza, D. y Manosalva, O. (2015) “Aplicación de Last Planner en edificaciones multifamiliares”. (Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil). Recuperado de:

<http://cybertesis.urp.edu.pe/handle/urp/21/browse?type=author&order=ASC&rpp=20&value=Manosalva+Montesinos%2C+Oscar+Omar>

Lagos, C. (2017) “Desarrollo e implementación de herramientas para el mejoramiento de la gestión de la información de Last Planner”. (Tesis para Obtener el título de Ingeniero Civil). Recuperado de:

https://www.researchgate.net/profile/Camilo_Lagos2/publication/318217172_DESARROLLO_E_IMPLEMENTACION_DE_HERRAMIENTAS_PARA_EL_MEJORAMIENTO_DE_LA_GESTION_DE_LA_INFORMACION_DE_LAST_PLANNER/links/595d81d60f7e9b3aefadf91b/DESARROLLO-E-IMPLEMENTACION-DE-HERRAMIENTAS-PARA-EL-MEJORAMIENTO-DE-LA-GESTION-DE-LA-INFORMACION-DE-LAST-PLANNER.pdf

Letelier, M. (2014) “Análisis en el tiempo de indicadores de control de avance utilizados en software computacional “impera” para pronosticar efectos futuros en proyectos de construcción”. (Tesis para Obtener el título de Ingeniero Civil). Recuperado de:

http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/116619/cf-letelier_jo.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Orihuela, P. y Ulloa, K. (2011) La planificación de las obras y el sistema Last Planner. *Construcción integral*, 12(4), 9-12. Recuperado de:

<http://www.acerosarequipa.com/fileadmin/templates/AcerosCorporacion/PDF/boletines-CI/Boletin-Construccion-Integral-12.pdf>

Palatchi, S. (2012) “Revisión metodológica en las áreas de planeación y organización aplicadas a pymes en la industria de la construcción”. (Tesis para obtener el grado de maestro en ingeniería con especialidad en la administración de la construcción). Recuperado de:

<http://www.bib.uia.mx/tesis/pdf/015564/015564.pdf>

Produktiva (2018). Manual del sistema de producción de Produktiva. Lima: Área de Gestión de proyectos.

Ramirez, H. (2015) “Productividad y optimización de la ejecución del proyecto edificio “Villa Marquez””. (Informe de Suficiencia para optar el título de ingeniero Civil). Recuperado de:

http://cybertesis.uni.pe/browse?type=author&sort_by=1&order=ASC&rpp=95&etal=-1&value=Ram%C3%ADrez+Linares%2C+Humberto+Mart%C3%ADn&starts_with=0

Ramos, M.; Rios, D. y Rodriguez, H. (2014) “Mejoramiento de la planificación utilizando Lean Construction en el proyecto de remodelación Clínica del Parque”. (Tesis para obtener el grado de maestría en dirección de la construcción). Recuperado de: <https://docplayer.es/50550710-Escuela-de-postgrado-maestria-direccion-de-la-construccion-tesis-de-grado.html>

Real Academia Española (2019). Enclave RAE. Recuperado: <https://dle.rae.es/>

Reglamento Nacional de Edificaciones; E.060, SENCICO.

Sabbatino, D.; Alarcón, L. y Toledo, M. (s.f), Análisis de indicadores claves para una exitosa implementación del Sistema Last Planner en proyectos de edificación. Recuperado:

https://www.ucursos.cl/ingenieria/2011/2/CI5502/1/material_docente/bajar?id_material=383817.

Sanchis, I. (2013) “Last Planner System;Un caso de estudio.” (Tesis para obtener el grado en ingeniería de edificación). Recuperado de:

[https://www.academia.edu/3632736/Last Planner System. Un Caso De Estudio](https://www.academia.edu/3632736/Last_Planner_System._Un_Caso_De_Estudio)

Tucto, G. (2017) “Metodología de aplicación de la filosofía Lean Construction y Last Planner System en la región San Martín”. (Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil). Recuperado de:

<https://www.google.com/search?q=Tucto%2C+G.+%282017%29+%E2%80%9CMetodolog%C3%ADa+de+aplicaci%C3%B3n+de+la+filosof%C3%ADa+Lean+Construction+y+Last+Planner+System+en+la+regi%C3%B3n+San+Mart%C3%ADn&oq=Tucto%2C+G.+%282017%29+%E2%80%9CMetodolog%C3%ADa+de+aplicaci%C3%B3n+de+la+filosof%C3%ADa+Lean+Construction+y+Last+Planner+System+en+la+regi%C3%B3n+San+Mart%C3%ADn&ags=chrome..69i57.889j0j4&sourceid=chrome&ie=UTF-8>

Ureta, G. (2018) Impactos en la aplicación del sistema Last Planner en obras de edificación con el uso de Tecnologías de la información. (Tesis para optar el grado académico de magister en construcción). Recuperado de:

https://www.researchgate.net/publication/325007730_Impactos_en_la_Aplicacion_d_el_Sistema_Last_Planner_en_Obras_de_Edificacion_con_el_Uso_de_Tecnologias_de_la_Informacion

Venegas, F. (2016) “Propuesta de implementación del sistema Last Planner System incluyendo mejoras en la gestión de requerimientos de información en obras de corta duración”. (Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil). Recuperado de:

https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/592534/Casahuaman_TL.pdf?sequence=1&isAllowed=y

ANEXOS

	Página
Nº 1. Contrato de obra	133
Nº 2. Matriz de consistencia	134
Nº 3. Protocolo de control – Acero	135
Nº 4. Protocolo de control – Encofrado	136
Nº 5. Protocolo de control – Vaciado de concreto	137
Nº 6. Plan Maestro	138
Nº 7. Catálogo de causas de incumplimiento	139
Nº 8. Panel Fotográfico	140

Anexo 01. Contrato de obra

CONTRATO DE OBRA – LEAF/EDIF

Conste por el presente contrato que celebran de una parte, INMOBILIARIA DEL OESTE SA, con RUC N° 20371843818, con domicilio legal en Jr. Montero Rosas N° 109, en el distrito de Barranco, representada por su Gerente General el Señor. Oscar Javier De Osma Berckemeyer, con DNI No 06965405 facultados según poderes que constan inscritos en la partida N° 03017811 del Registro de Personas Jurídicas de Lima, a quien en adelante se le denominará "LA INMOBILIARIA", y de la otra parte EDIFICA CONSTRUCTORES S.A.C. con RUC: 20522164781 con domicilio en Av. República de Colombia N°. 791 Oficina 702, distrito de San Isidro, Provincia y Departamento de Lima, debidamente representada por su apoderado Juan Carlos Tassara Garcia, con DNI No 40497056 y su apoderado Cesar Guzmán Marquina Barrera, con DNI N° 40409688, facultados según mandatos que constan en la Partida Electrónica N° 12316500 del Registro de Personas Jurídicas de Lima, a quien en adelante se denominará "LA CONSTRUCTORA", y que de manera conjunta se les denominará las Partes en los términos y condiciones siguientes:

PRIMERA: ANTECEDENTES

- 1.1 LA INMOBILIARIA es una persona jurídica dedicada a la ejecución de proyectos inmobiliarios, y como tal viene desarrollando el Proyecto denominado "LEAF" (en adelante "EL PROYECTO") que consiste en un edificio residencial ubicado en Jr. Coronel Manuel Gómez N° 120, distrito de Lince, provincia y departamento de Lima. EL PROYECTO comprende la construcción de un edificio Multifamiliar de 2 sótanos, cuarto de equipos y sistema, de un total de 58 departamentos, 04 locales comerciales, que en adelante se denominará LA OBRA.
- 1.2 LA CONSTRUCTORA es una persona jurídica dedicada a la construcción inmobiliaria.
- 1.3 LA CONSTRUCTORA presentó su Propuesta Técnico-Económica incluidas las consideraciones a la oferta, para la ejecución de LA OBRA, en el Concurso Privado convocado para tal fin por LA INMOBILIARIA, la cual ha sido aceptada mediante la Carta "Declaración de Buena Intención de Contratación" firmada el 27 de Abril del 2017 entre las Partes.

SEGUNDA: OBJETO

- 2.1 En virtud del presente contrato LA INMOBILIARIA encarga a LA CONSTRUCTORA, la ejecución de LA OBRA conforme a los términos y condiciones establecidas en el presente Contrato y en sus Anexos, los mismos que suscritos por las partes forman parte integrante del presente contrato.
- 2.2 Por el presente Contrato, LA CONSTRUCTORA se obliga a ejecutar LA OBRA a favor de LA INMOBILIARIA, bajo la modalidad de suma alzada sin reajustes, según los planos de arquitectura, distribución y detalles, estructuras, anclajes poslensados, e instalaciones sanitarias, eléctricas, mecánicas y gas natural, memorias descriptivas, estudio de mecánica de suelos, estudio de impacto vial, especificaciones técnicas y respuestas a consultas de EL PROYECTO que fueron parte del proceso de Licitación y fueron entregados por LA INMOBILIARIA. Estos documentos forman parte integrante del presente Contrato como Anexo.
- 2.3 Forman parte integrante del presente contrato como Anexos, los siguientes documentos:
 - o Anexo 1: Relación de planos debidamente compatibilizados y "para construcción" o Revisión "0"
 - o Anexo 2: Memoria Descriptiva y/o Especificaciones Técnicas, debidamente compatibilizadas con los planos
 - o Anexo 3: Presupuesto de Obra, Consideraciones del Presupuesto, Análisis de Precios Unitarios, Rendimientos, Propuesta Técnica y Consideraciones de LA CONSTRUCTORA.
 - o Anexo 4: Ciclograma que será presentado dentro de los 30 primeros días de iniciada la Obra
 - o Anexo 5: Cronograma Valorizado de Obra.

Anexo 02. Matriz de consistencia

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVOS GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES			MÉTODOLOGÍA
			VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	
¿Cómo implementar el Sistema Last Planner en el proyecto multifamiliar Leaf para el control de las actividades en la etapa estructural ?	Implementar el sistema Last Planner en el proyecto multifamiliar Leaf para el control de las actividades en la etapa estructural.	Al implementar el Sistema Last Planner, se logró mejorar el control de las actividades en la etapa estructural del proyecto multifamiliar Leaf	VARIABLE DEPENDIENTE Control de las actividades	Mano de obra	Rendimientos de cuadrilla Dimensionamiento de cuadrillas	<p>Tipo de investigación</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aplicada, ya que busca dar una solución a una realidad problemática; además que se investigará la aplicación del sistema Last Planner en el proyecto multifamiliar Leaf-Lince. • Cuantitativa, porque se utilizarán datos recopilados en campo, con lo que se podrá contestar las preguntas de la investigación y probar la hipótesis planteada. • Descriptiva, porque el propósito es describir como se implementa el sistema Last Planner en el proyecto multifamiliar Leaf-Lince. <p>Diseño de la investigación</p> <ul style="list-style-type: none"> • Observacional, ya que la recolección de datos obtenidos en campo, no tuvo ninguna modificación solo se analizaron. • Prospectivo, ya que los resultados serán evaluados durante la ejecución del proyecto por medio de gráficos y tablas que serán generados con los datos obtenidos en campo. • Longitudinal, se realizará más de una medición, estas mediciones nos darán como resultado un análisis del control que se mantiene en la planificación del proyecto. <p>Nivel de investigación</p> <ul style="list-style-type: none"> • Descriptiva, debido a que puede describirse los resultados obtenidos para luego ser representados estadísticamente por medio de uso de tablas y gráficos.
				Materiales	Maquinaria pesada Cemento, ladrillo, acero, hormigón	
				Curvas de avance	Porcentaje de avance	
¿De que manera influye el proceso de inicio en las actividades de la etapa estructural del proyecto multifamiliar Leaf?	Definir el proceso de proceso de inicio en las actividades de la etapa estructural del proyecto multifamiliar Leaf	Al implementar el proceso de inicio, se logró mejorar el control de las actividades en la etapa estructural del proyecto multifamiliar Leaf.	VARIABLE INDEPENDIENTE Implementación del Sistema Last Planner	Proceso de inicio	Capacitaciones Matriz de responsabilidades	
¿De que manera influye el proceso de planificación en las actividades de la etapa estructural del proyecto multifamiliar Leaf?	Definir el proceso de planificación en las actividades de la etapa estructural del proyecto multifamiliar Leaf	Al implementar el proceso de planificación, se logró mejorar el control de las actividades en la etapa estructural del proyecto multifamiliar Leaf.		Proceso de planificación	Plan maestro Planificación intermedia (Look ahead) Análisis de restricciones Planificación semanal	
¿De que manera influye el proceso de control en las actividades de la etapa estructural del proyecto multifamiliar Leaf?	Definir el proceso de control en las actividades de la etapa estructural del proyecto multifamiliar Leaf	Al implementar el proceso de control, se logró mejorar el control de las actividades en la etapa estructural del proyecto multifamiliar Leaf.		Proceso de control	Porcentaje de plan cumplido Causas de no cumplimiento Nivel general de actividades Análisis de causa - raíz	
¿Comparar la programación contractual vs el avance real en la etapa estructural del proyecto multifamiliar Leaf?	Analizar el comportamiento de la programación contractual vs el avance real en la etapa estructural del proyecto multifamiliar Leaf.	El comportamiento del avance real es favorable ante la programación contractual en la etapa estructural del proyecto multifamiliar Leaf.		Curvas de avance	Curva S	

Anexo 03. Protocolo de control - Acero

	PROTOCOLO DE CONTROL - ACERO REFUERZO	Código: PDK.SGC.PC.0003.F01 Rev: 00 Fecha: 24/08/2017 Página: 1 de 1			
NOMBRE DEL PROYECTO:		N° CORRELATIVO:			
CLIENTE:		Fecha:			
ELEMENTO:	EJES:	NIVEL:			
DEPARTAMENTO:	TORRE / SECTOR:				
CHECK LIST DE VERIFICACIÓN DE COLOCACION DE ARMADURA					
ITEM	DESCRIPCION DE ACTIVIDADES	SI	NO	N/A	OBSERVACION
1	Limpieza de armadura (Verificar si la armadura presenta corrosión)				
2	Diámetro Especificado: (f = plg.)				
3	Verificación de Longitudes (Tolerancia ± 0 a 1 cm)				
4	Verificación de Estribos (cantidad y espaciamiento)				
5	Verificación de Longitudes de Traslape (Tolerancia ± 0 a 1 cm)				
6	Colocación de separadores (metálicos / doble malla)				
7	Conformidad de recubrimiento (dados de concreto en Losas / ruedas de plástico en muros)				
8	Colocación de refuerzos e insertos				
9	Otros				
EJECUTADO: SUBCONTRATISTA		LIBERADO: PRODUCTIVA		APROBADO: SUPERVISIÓN DE OBRA	
Nombre:		Nombre:		Nombre:	
Firma:		Firma:		Firma:	
Fecha:		Fecha:		Fecha:	
Cargo:		Cargo:		Cargo:	

Anexo 04. Protocolo de control – Encofrado

	PROTOCOLO DE CONTROL - ENCOFRADO	Rev: 00 Fecha: 24/08/17 Página: 1 de 2			
CHECK LIST DE VERIFICACIÓN DE ENCOFRADOS					
TIPO DE ENCOFRADO Madera <input type="checkbox"/> Metálico <input type="checkbox"/> Otros _____ Nombre de Desmoldante <input style="width: 200px;" type="text"/>					
ELEMENTO:		EJES:			
NIVEL:		TORRE / SECTOR:			
		N° CORRELATIVO:			
		FECHA:			
ITEM	DESCRIPCION DE ACTIVIDADES	SI	NO	N/A	OBSERVACION
1	Verificación de trazo y niveles				
2	Limpieza de paneles, accesorios y colocación de desmoldante / sellador para Madera (planchas metalicas / paneles de madera)				
3	Colocación de Contraflechas (Según plano).				
4	Verificación de niveles, verticalidad y horizontalidad de encofrado				
5	Conformidad de recubrimientos (dados de concreto y/o separadores de plástico)				
6	Modulación de encofrado según planos del proveedor de encofrado (Apuntalamiento, colocación de llaves y etc).				
7	Verificación de insertos y embebidos				
8	Verificación de hermeticidad de encofrado (colocación de yeso en base de encofrado y bordes no hermeticos).				
9	Otros				
EJECUTADO: SUBCONTRATISTA		LIBERADO: PRODUKTIVA		APROBADO: SUPERVISIÓN DE OBRA	
Nombre: _____		Nombre: _____		Nombre: _____	
Firma: _____		Firma: _____		Firma: _____	
Fecha: _____		Fecha: _____		Fecha: _____	
Cargo: _____		Cargo: _____		Cargo: _____	

Anexo 05. Protocolo de control – Vaciado de concreto

		PROTOCOLO DE CONTROL - COLOCACIÓN DE CONCRETO	Rev: 00 Fecha: 24/08/2017 Página: 1 de 1																																																		
ELEMENTO:		EJES:	N° CORRELATIVO:																																																		
DEPARTAMENTO:		TORRE / SECTOR:	NIVEL:																																																		
RESIST. (f'c):		VOLUMEN:	N°PROBET:																																																		
CHECK LIST DE LIBERACION DE VACIADO DE CONCRETO																																																					
ITEM	DESCRIPCION DE ACTIVIDADES	SI	NO	N/A	OBSERVACION																																																
1	Limpieza de la estructura																																																				
2	Topografía, cotas de fondo y nivel de concreto																																																				
3	Ejes y dimensiones																																																				
4	Verificación de la armadura según check list																																																				
5	Verificación del encofrado según check list																																																				
6	IIS: tendido de redes, ubicación de puntos de salida y pases para tuberías																																																				
7	IIEE: todos los puntos (interruptores, tomacorrientes, TV, telefono e intercomunicadores)																																																				
8	Pernos de Anclaje y embebidos																																																				
9	Humedad en toda la superficie de contacto																																																				
10	Otros																																																				
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 5%;">N°</th> <th style="width: 40%;">GUIA MIXER</th> <th style="width: 10%;">HORA SALIDA</th> <th style="width: 10%;">HORA LLEGADA</th> <th style="width: 10%;">HORA INICIO</th> <th style="width: 15%;">HORA FIN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>						N°	GUIA MIXER	HORA SALIDA	HORA LLEGADA	HORA INICIO	HORA FIN																																										
N°	GUIA MIXER	HORA SALIDA	HORA LLEGADA	HORA INICIO	HORA FIN																																																
COMENTARIOS: PLANOS: _____ _____ _____ _____ _____																																																					
NOTA: Se adjuntan planos.																																																					
EJECUTADO: SUBCONTRATISTA		LIBERADO: PRODUKTIVA		APROBADO: SUPERVISIÓN DE OBRA																																																	
Nombre: _____		Nombre: _____		Nombre: _____																																																	
Firma: _____		Firma: _____		Firma: _____																																																	
Fecha: _____		Fecha: _____		Fecha: _____																																																	
Cargo: _____		Cargo: _____		Cargo: _____																																																	

Anexo 07. Catálogo de causas de incumplimiento

CATÁLOGO DE CAUSAS DE INCUMPLIMIENTO				
CAUSAS DE INCUMPLIMIENTO	PROGRAMACION(PROG)	LOGISTICA (LOG)	CONTROL DE CALIDAD (QA/QC)	EXTERNOS (EXT)
DESCRIPCION	Todas las causas que implican: *Errores o cambios en la programación. *Inadecuada utilización de las Herramientas de Programación. *Mala asignación de recursos. *Cualquier restricción que no fue identificada de manera oportuna.	Todas las causas que implican: *Falta de equipos, herramientas o materiales en obra, que han sido requeridos oportunamente por Producción.	Todas las causas que implican: *La entrega oportuna de información a producción (planos, procedimientos, etc) *Cambios o errores en la ingeniería durante el desarrollo de las actividades del Plan Semanal.	Todas las causas que implican: *Retrasos por razones climáticas extraordinarias. *Eventos extraordinarios como marchas sindicales sin previo aviso, huelgas, accidentes, etc.
CAUSAS DE INCUMPLIMIENTO	CLIENTE/SUPERVISIÓN (CLI)	ERRORES DE EJECUCIÓN (EJEC)	SUBCONTRATAS (SC)	
DESCRIPCION	Todas las causas que implican Responsabilidad del Cliente (Falta de información, cambio de prioridades, cambios o errores en la ingeniería, falta de liberación de estructuras, etc).	Se consideran las causas que corresponden a atrasos debido a retrabajos en el proceso constructivo, es decir que por errores de ejecución no se pudieron cumplir otras actividades programadas.	En este punto se consideran todas las causas de incumplimiento relacionadas a la falla en la entrega de algún recurso subcontratado o al atraso debido al no cumplimiento de alguna labor encargada a una subcontrata.	
CAUSAS DE INCUMPLIMIENTO	EQUIPOS (EQ)	ADMINISTRATIVOS (ADM)		
DESCRIPCION	Todas las causas que implican averías o fallas en los equipos que no permitieron el cumplimiento de las actividades del Plan Semanal. Están incluidos los mantenimientos no programados de equipos.	Todas las causas que implican: *No llegada del personal especializado (incluido subcontratos). *Falta de permisos y licencias.		

Anexo 08. Panel Fotográfico



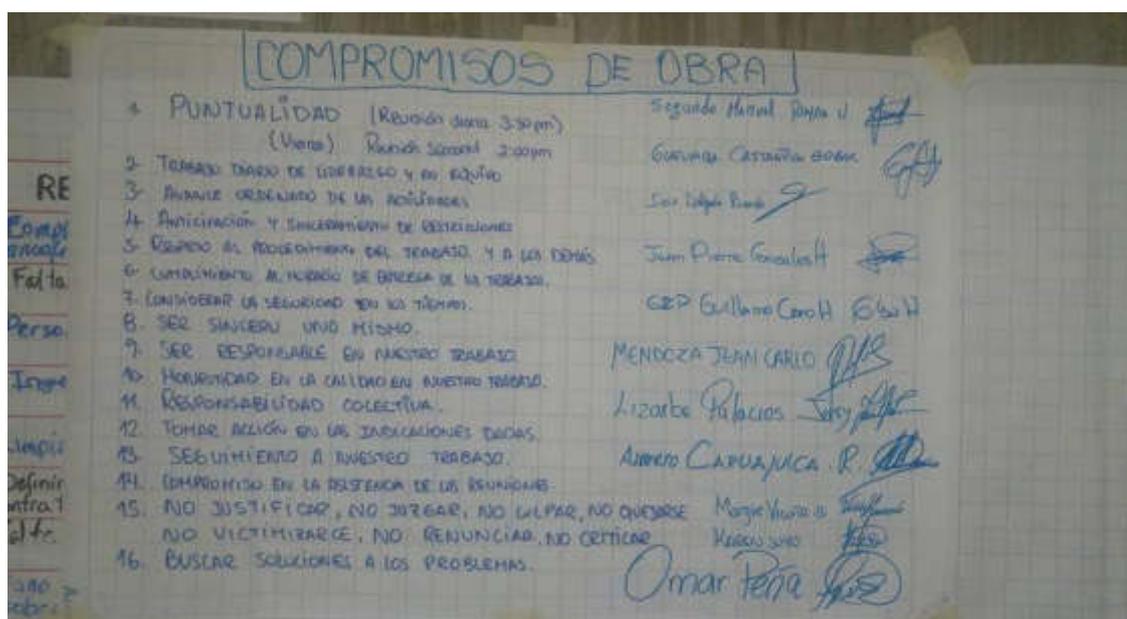
Fotografía 1. Encofrado de vigas sótano



Fotografía 2. Encofrado de Zapata de Grúa



Fotografía 3. Vaciado de losa sótano 1



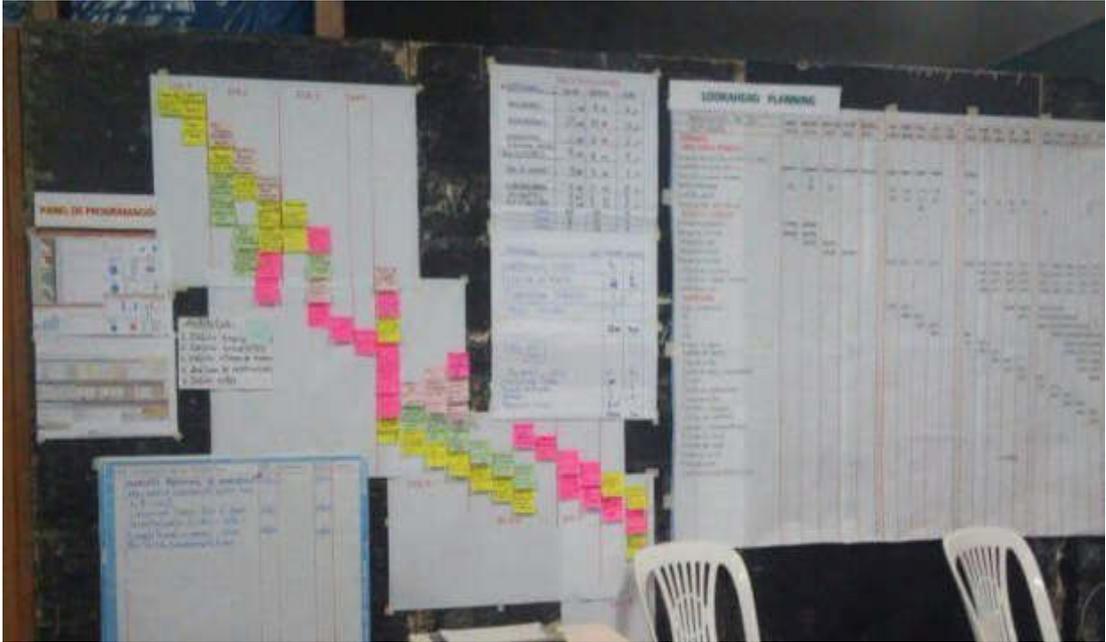
Fotografía 4. Listado de compromisos



Fotografía 5. Reunión semanal de producción



Fotografía 6. Reunión diaria de producción



Fotografía 7. Sala de producción



Fotografía 8. Reunión diaria, etapa estructural

TIPOS DE FLUJOS EN LA CONSTRUCCIÓN

1. PEDIDOS
2. INFORMACIÓN
3. DISEÑO
4. MATERIALES
5. TRABAJO PREVI
6. OBRAS DE OBRAS
7. CONDICIONES EXTERNAS

ANÁLISIS DE RESTRICCIONES

TIPO DE RESTRICCIÓN	RESTRICCIÓN	RESTRICCIÓN	RESTRICCIÓN
1. Tipo de flujo de información	1000	1000	VEHICULA - BOM
2. Tipo de flujo de información	1000	1000	VEHICULA
3. Tipo de flujo de información	1000	1000	VEHICULA - BOM - OTRA
4. Tipo de flujo de información	1000	1000	VEHICULA - BOM - OTRA
5. Tipo de flujo de información	1000	1000	VEHICULA - BOM - OTRA
6. Tipo de flujo de información	1000	1000	VEHICULA - BOM - OTRA
7. Tipo de flujo de información	1000	1000	VEHICULA - BOM - OTRA
8. Tipo de flujo de información	1000	1000	VEHICULA - BOM - OTRA
9. Tipo de flujo de información	1000	1000	VEHICULA - BOM - OTRA
10. Tipo de flujo de información	1000	1000	VEHICULA - BOM - OTRA
11. Tipo de flujo de información	1000	1000	VEHICULA - BOM - OTRA
12. Tipo de flujo de información	1000	1000	VEHICULA - BOM - OTRA
13. Tipo de flujo de información	1000	1000	VEHICULA - BOM - OTRA
14. Tipo de flujo de información	1000	1000	VEHICULA - BOM - OTRA
15. Tipo de flujo de información	1000	1000	VEHICULA - BOM - OTRA
16. Tipo de flujo de información	1000	1000	VEHICULA - BOM - OTRA
17. Tipo de flujo de información	1000	1000	VEHICULA - BOM - OTRA
18. Tipo de flujo de información	1000	1000	VEHICULA - BOM - OTRA
19. Tipo de flujo de información	1000	1000	VEHICULA - BOM - OTRA
20. Tipo de flujo de información	1000	1000	VEHICULA - BOM - OTRA
21. Tipo de flujo de información	1000	1000	VEHICULA - BOM - OTRA
22. Tipo de flujo de información	1000	1000	VEHICULA - BOM - OTRA
23. Tipo de flujo de información	1000	1000	VEHICULA - BOM - OTRA
24. Tipo de flujo de información	1000	1000	VEHICULA - BOM - OTRA
25. Tipo de flujo de información	1000	1000	VEHICULA - BOM - OTRA
26. Tipo de flujo de información	1000	1000	VEHICULA - BOM - OTRA
27. Tipo de flujo de información	1000	1000	VEHICULA - BOM - OTRA
28. Tipo de flujo de información	1000	1000	VEHICULA - BOM - OTRA
29. Tipo de flujo de información	1000	1000	VEHICULA - BOM - OTRA
30. Tipo de flujo de información	1000	1000	VEHICULA - BOM - OTRA
31. Tipo de flujo de información	1000	1000	VEHICULA - BOM - OTRA
32. Tipo de flujo de información	1000	1000	VEHICULA - BOM - OTRA
33. Tipo de flujo de información	1000	1000	VEHICULA - BOM - OTRA
34. Tipo de flujo de información	1000	1000	VEHICULA - BOM - OTRA
35. Tipo de flujo de información	1000	1000	VEHICULA - BOM - OTRA
36. Tipo de flujo de información	1000	1000	VEHICULA - BOM - OTRA
37. Tipo de flujo de información	1000	1000	VEHICULA - BOM - OTRA
38. Tipo de flujo de información	1000	1000	VEHICULA - BOM - OTRA
39. Tipo de flujo de información	1000	1000	VEHICULA - BOM - OTRA
40. Tipo de flujo de información	1000	1000	VEHICULA - BOM - OTRA
41. Tipo de flujo de información	1000	1000	VEHICULA - BOM - OTRA
42. Tipo de flujo de información	1000	1000	VEHICULA - BOM - OTRA
43. Tipo de flujo de información	1000	1000	VEHICULA - BOM - OTRA
44. Tipo de flujo de información	1000	1000	VEHICULA - BOM - OTRA
45. Tipo de flujo de información	1000	1000	VEHICULA - BOM - OTRA
46. Tipo de flujo de información	1000	1000	VEHICULA - BOM - OTRA
47. Tipo de flujo de información	1000	1000	VEHICULA - BOM - OTRA
48. Tipo de flujo de información	1000	1000	VEHICULA - BOM - OTRA
49. Tipo de flujo de información	1000	1000	VEHICULA - BOM - OTRA
50. Tipo de flujo de información	1000	1000	VEHICULA - BOM - OTRA

ASCENSOR

1. Tipo de flujo de información	1000	1000	VEHICULA - BOM
2. Tipo de flujo de información	1000	1000	VEHICULA
3. Tipo de flujo de información	1000	1000	VEHICULA - BOM - OTRA
4. Tipo de flujo de información	1000	1000	VEHICULA - BOM - OTRA

Fotografía 9. Análisis de restricciones