

# Universidad Católica de Santa María

Facultad de Arquitectura e Ingenierías Civil y del Ambiente

Escuela Profesional de Ingeniería Civil



## “APLICACIÓN DE LA METODOLOGIA LAST PLANNER COMO HERRAMIENTA DE PLANIFICACIÓN Y CONTROL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIOS MULTIFAMILIARES DE GRAN ALTURA EN LA CIUDAD DE LIMA”

Tesis presentada por el Bachiller:

Yáñez Amado, Jordanno Alonso

Para optar el Título Profesional de  
Ingeniero Civil

Asesor: Dr. Ing. Díaz Galdós, Renato

Arequipa – Perú

2019

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍAS CIVIL Y DEL AMBIENTE  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

DICTAMEN DE BORRADOR DE TESIS

VISTO

El BORRADOR DE TESIS Titulado:

APLICACIÓN DE LA METEOROLOGÍA JUST PLANNER COMO HERRAMIENTA  
DE PLANIFICACIÓN Y CONTROL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIOS  
MODERNIZADOS DE GRAN ALTURA EN LA CIUDAD DE LIMA

Presentado por el (la) (los) Bachiller (es):

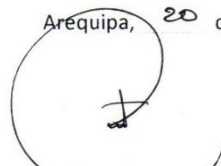
JORDANO ALONSO YÁÑEZ ANAÑO


Nuestro DICTAMEN es:


DEBIDO

OBSERVACIONES:

Arequipa, 20 de Junio del 2019.

  
\_\_\_\_\_  
Cod 1949

  
\_\_\_\_\_  
Cod 2778

  
\_\_\_\_\_  
Cod. 1938

## DEDICATORIA

*A Dios por darme la fuerza, perseverancia y fortaleza a lo largo de este largo camino.*

*A mis padres, Víctor y Gloria, por su apoyo permanente e incondicional durante toda mi vida, de ninguna manera hubiera podido lograrlo sin su apoyo.*

*A mi asesor, el Dr. Ing. Renato Díaz, por brindarme su tiempo y guiarme en la elaboración de la presente investigación.*

*A mi compañera de vida y madre de mi hijo, Estefany, por estar a mi lado en todo momento a pesar de las adversidades.*

*A mi hijo, Tadeo Alonso, quien ahora es el motor e impulso en mi vida para obrar bien a través del ejemplo y la enseñanza.*

*A mi hermana, Giannina, quien es un ejemplo a seguir para mí y me motivo siempre a alcanzar este objetivo.*

*A mis abuelos, quienes a través de su gran corazón me enseñaron e inculcaron los valores que los llevo siempre presentes.*

## INTRODUCCIÓN

La industria de la construcción en el Perú es considerada como uno de los principales pilares para el desarrollo de nuestro país en lo que refiere a infraestructura y tecnología. En el caso de la ciudad de Lima, capital del Perú, la construcción ha crecido a pasos agigantados en las últimas 2 décadas y esto debido a la gran demanda que se tiene en la ciudad para diversos proyectos de envergadura, entre los que comúnmente destacan las edificaciones destinadas a viviendas multifamiliares y centros de oficinas que se presentan en los principales distritos financieros y aledaños que presenta Lima hoy en día.

En vista del crecimiento acelerado que ha tenido el rubro de edificaciones, las empresas inmobiliarias destinan sus inversiones para esta clase de proyectos ya sea por la alta demanda que tienen los edificios multifamiliares o la utilidad que puedan percibir después de cumplir exitosamente con la entrega de sus proyectos. El cliente está en la búsqueda de encontrar una empresa que garantice el efectivo cumplimiento en los plazos requeridos, y que a su vez cumpla con los estándares de calidad y seguridad que forman parte de todo proyecto, sin embargo cada año los plazos de entrega final son más ajustados minimizando así el buffer de variabilidad que se pueda presentar en el proyecto, por lo que las constructoras implementan y aplican nuevas y reconocidas metodologías a nivel mundial que con el tiempo han logrado implantarse en el rubro de la construcción con gran autoridad y dinamismo.

Entre ellas encontramos la metodología Last Planner que llegó al Perú en el año 2007 y paso a paso alcanzó mayor popularidad, esta metodología que es parte de la filosofía Lean Construction es el centro de la presente investigación aplicada a un proyecto de construcción como herramienta de planificación y control para la obra en un plazo determinado, y de esta manera lograr obtener grandes beneficios para una mejor aplicación en proyectos futuros.

## RESUMEN

La aplicación de una metodología como herramienta de planificación y control en el rubro de la construcción ha generado gran expectativa en la última década en el Perú. La eficiencia y la practicidad que una metodología como el Last Planner puede alcanzar en tan poco tiempo de aplicarse e implementarse en un proyecto de construcción; permite que cada día más empresas estén a la vanguardia de encontrar las herramientas más apropiadas y útiles para su proyecto.

La presente investigación llevo a cabo la aplicación de la metodología Last Planner en un proyecto de edificación en la ciudad de Lima. Esta metodología está enfocada principalmente en mejorar los diferentes niveles de planificación que existe en un proyecto de construcción y al mismo tiempo poder controlar la variabilidad que forma parte de esta clase de proyectos, todo ello a través de herramientas que propone el Last Planner que ayudan a incrementar los niveles de productividad en la obra mediante evaluaciones periódicas y análisis acerca del ordenamiento de cada una de las acciones que son parte del procedimiento constructivo en la ejecución de las distintas actividades. El estudio en la obra está focalizado en aplicar la metodología en el edificio minimizando cada vez más los conceptos del modelo tradicional de planificación y reestructurarlo con los nuevos conceptos que nos brinda el Last Planner para que semanalmente se pueda evaluar el funcionamiento e impacto de la metodología con el uso de indicadores que permiten observar con mayor detalle e ímpetu los resultados en cuanto al avance del proyecto.

Finalmente, el estudio que aplicamos en la obra está en búsqueda de fomentar el uso de una metodología como el Last Planner para un proyecto de edificación multifamiliar de gran altura por intermedio de la mejora continua, planes de acción, recomendaciones y lecciones aprendidas que en síntesis de lo expuesto son la fuente de experiencias acumuladas más valiosas de esta investigación.

*Palabras claves:* Planificación, Metodología, Last Planner

## ABSTRACT

The application of a methodology as a tool for planning and control in the field of construction has generated great expectation in the last decade in Peru. The efficiency and practicality that a methodology such as the Last Planner can achieve in such a short time of being applied and implemented in a construction project, it allows that every day more companies be at the forefront of find the most appropriate and useful tools for your project.

The present investigation carried out the application of the Last Planner methodology in a building project in the city of Lima. This methodology is mainly dedicated on improving the different levels of planning that exist in a construction project and at the same time being able to control the variability that is part of this class of projects. All through tools proposed by the Last Planner that help increase the levels of productivity in the work through periodic evaluations and analysis about the ordering of each one of the actions that are part of the constructive procedure in the execution of the different activities. The study is focused on applying the methodology in the building, minimizing more the concepts of the traditional planning and restructuring it with the new concepts provided by the Last Planner methodology. So that the operation and impact of the methodology can be evaluated weekly with the use of indicators that allow to observe with more details and impetus the results regarding the progress of this project.

Finally, the study that is applied in this project is in the search to encourage the Last Planner methodology for a residential high rise building through the continues improvement plan, action plans, recommendations and lessons learned that in summary of the above are the source of the most valuable accumulated experiences of this research.

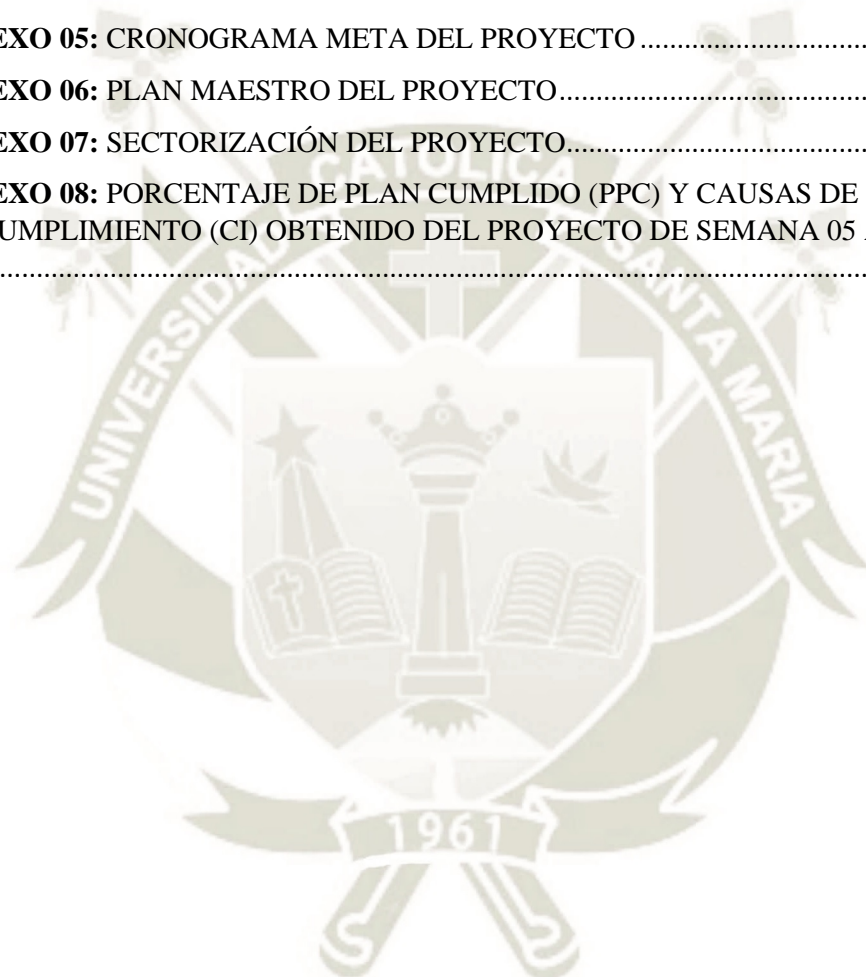
**Keywords:** *Planning, Methodology, Last Planner*

## ÍNDICE GENERAL

<b>DEDICATORIA</b> .....	iii
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	iv
<b>RESUMEN</b> .....	v
<b>ABSTRACT</b> .....	vi
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	x
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	xii
<b>CAPITULO I: GENERALIDADES</b> .....	1
<b>1.1 Justificación del tema</b> .....	1
<b>1.2 Objetivos de la investigación</b> .....	1
<b>1.2.1 Objetivo Principal</b> .....	1
<b>1.2.2 Objetivo Secundarios</b> .....	2
<b>1.3 Metodología de Estudio</b> .....	2
<b>1.4 Resultados Esperados</b> .....	3
<b>CAPITULO II: MARCO TEORICO Y FUNDAMENTOS</b> .....	4
<b>2.1 Planificación y Control en la Construcción</b> .....	4
<b>2.2 Productividad en el Sector de la Construcción</b> .....	7
<b>2.2.1 Productividad en edificaciones</b> .....	7
<b>2.2.2 Situación actual de la productividad en Lima</b> .....	9
<b>2.3 Variabilidad e Impacto sobre la Productividad</b> .....	11
<b>2.4 La Planificación en la Construcción</b> .....	13
<b>2.5 Tipos de Planificación</b> .....	13
<b>2.5.1 Sistema Tradicional de Planificación</b> .....	14
<b>2.5.2 Sistema Lean de Planificación</b> .....	18
<b>2.6 Metodología del Sistema Last Planner</b> .....	23
<b>2.6.1 Definición de la metodología</b> .....	23
<b>2.6.2 Tren de Actividades</b> .....	24
<b>2.6.2.1 Planificación Maestra (Master Plan)</b> .....	25
<b>2.6.2.3 Planificación Intermedia (Lookahead Planning)</b> .....	26
<b>2.6.3 Análisis de Restricciones</b> .....	28
<b>2.6.4 Inventario de Trabajo Ejecutable</b> .....	28
<b>2.6.5 Programación Semanal</b> .....	29
<b>2.6.6 Programación Diaria</b> .....	29
<b>2.6.7 Indicadores de Control</b> .....	30

2.6.7.1 Porcentaje de Plan Cumplido (PPC) .....	30
2.6.7.2 Causas de Incumplimiento (CI) .....	32
2.6.7.3 Indicador de Compromisos .....	34
2.6.7.4 Panel de Control .....	35
<b>CAPITULO III: APLICACIÓN DE LA METODOLOGIA LAST PLANNER .....</b>	<b>38</b>
<b>3.1 Descripción del Proyecto .....</b>	<b>38</b>
3.1.1 Descripción de la empresa .....	38
3.1.2 Descripción del proyecto en estudio.....	39
3.1.3 Descripción de restricciones externas.....	50
<b>3.2 Aplicación de la Metodología Last Planner .....</b>	<b>51</b>
3.2.1 Plan Maestro del Proyecto (Master Plan) .....	53
3.2.2 Planificación Intermedia (Lookahead Planning).....	63
3.2.4 Programación Semanal .....	75
3.2.5 Programación Diaria.....	77
3.2.6 Nivel General de Actividad.....	81
3.2.7 Cartas de Balance.....	86
3.2.8 Porcentaje de Plan Cumplido (PPC) .....	92
3.2.9 Causas de Incumplimiento .....	95
3.2.10 Indicador de Compromisos .....	97
3.2.11 Reporte A3 (Panel de Control).....	99
<b>CAPITULO IV: ANALISIS Y RESULTADOS DE LA APLICACIÓN PROPUESTA ..</b>	<b>101</b>
<b>4.1 Resultados obtenidos .....</b>	<b>101</b>
4.1.1 Análisis de la Resultados.....	102
4.1.2 Niveles de productividad .....	104
4.1.3 Optimización de procesos .....	109
4.1.4 Porcentaje de Plan Cumplido (PPC) .....	116
4.1.5 Causas de Incumplimiento (CI) .....	119
<b>4.2 Mejoras de la aplicación .....</b>	<b>123</b>
4.2.1 Lecciones aprendidas .....	128
4.2.2 Eficiencia del Sistema.....	131
4.2.3 Mejora Continua .....	133
4.2.4 Comparación económica entre el modelo tradicional y el propuesto .....	139
<b>4.3 Comentarios Finales.....</b>	<b>141</b>
4.3.1 Comentarios de la aplicación .....	141
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>143</b>
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>143</b>

<b>RECOMENDACIONES</b> .....	145
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	147
<b>ANEXOS</b> .....	148
<b>ANEXO 01: PLANO DE UBICACIÓN Y DIGITALIZACIÓN DEL PROYECTO</b> .....	148
<b>ANEXO 02: PLANOS DE ARQUITECTURA DEL PROYECTO (SÓTANOS Y PLANTA TÍPICA)</b> .....	151
<b>ANEXO 03: PLANO DE MUROS ANCLADOS DEL PROYECTO</b> .....	152
<b>ANEXO 04: CRONOGRAMA VENTA DEL PROYECTO – MS PROJECT</b> .....	153
<b>ANEXO 05: CRONOGRAMA META DEL PROYECTO</b> .....	154
<b>ANEXO 06: PLAN MAESTRO DEL PROYECTO</b> .....	155
<b>ANEXO 07: SECTORIZACIÓN DEL PROYECTO</b> .....	156
<b>ANEXO 08: PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO (PPC) Y CAUSAS DE INCUMPLIMIENTO (CI) OBTENIDO DEL PROYECTO DE SEMANA 05 A SEMANA 20</b> .....	157



## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Resultados generales de ocupación del tiempo de 50 obras en Lima .....	9
<b>Tabla 2:</b> Comparativo de la distribución de tiempo internacionalmente con Chile .....	10
<b>Tabla 3:</b> Confiabilidad del cumplimiento según actividades predecesoras.....	11
<b>Tabla 4:</b> Impacto de la variabilidad en proyectos de construcción .....	12
<b>Tabla 5:</b> Sistema Tradicional vs. Sistema Lean .....	19
<b>Tabla 6:</b> Herramientas del Lean Project Delivery System .....	22
<b>Tabla 7:</b> Ejemplo de Indicador de Compromisos aplicado en una obra.....	34
<b>Tabla 8:</b> Ejemplo de A3 de control para una obra.....	37
<b>Tabla 9:</b> Principales funciones del Residente de obra.....	42
<b>Tabla 10:</b> Principales funciones del Jefe de campo.....	44
<b>Tabla 11:</b> Principales funciones del Jefe de oficina técnica.....	44
<b>Tabla 12:</b> Principales funciones del Ingeniero de calidad.....	45
<b>Tabla 13:</b> Principales funciones del Ingeniero de seguridad.....	46
<b>Tabla 14:</b> Principales funciones del Administrador de obra .....	47
<b>Tabla 15:</b> Principales funciones del Asistente de campo .....	48
<b>Tabla 16:</b> Principales funciones del Jefe de almacén.....	49
<b>Tabla 17:</b> Principales funciones del Maestro de obra .....	49
<b>Tabla 18:</b> Herramientas aplicadas en el proyecto.....	52
<b>Tabla 19:</b> Cronograma inicial o venta del proyecto Quo .....	54
<b>Tabla 20:</b> Cronograma meta del proyecto Quo .....	55
<b>Tabla 21:</b> Fechas de inicio y fin de cronograma venta.....	56
<b>Tabla 22:</b> Fechas de inicio y fin de cronograma meta.....	56
<b>Tabla 23:</b> Sectorización de encofrado y concreto para muros anclados.....	60
<b>Tabla 24:</b> Lookahead Planning correspondiente Semana 18 de la obra.....	64
<b>Tabla 25:</b> Lookahead Planning con restricciones correspondiente Semana 18 de la obra.....	65
<b>Tabla 26:</b> Tren de actividades diario para muros anclados .....	67
<b>Tabla 27:</b> Tren de actividades diario para estructura de sótanos.....	68
<b>Tabla 28:</b> Análisis de restricciones obra “Quo” Semana 10 .....	73
<b>Tabla 29:</b> Tipos de restricciones generadas en una obra.....	74
<b>Tabla 30:</b> Programación semanal Proyecto Quo a Semana 17.....	76
<b>Tabla 31:</b> Programación diaria miércoles 27-02-19 obra “Quo” .....	79
<b>Tabla 32:</b> Programación diaria detallada viernes 01-03-19 obra “Quo” .....	80
<b>Tabla 33:</b> Formato de NGA para medición en obra 1-200.....	83

<b>Tabla 34:</b> Formato de NGA para medición en obra 201-400.....	84
<b>Tabla 35:</b> Toma de datos in situ miércoles 08-05-19 obra “Quo”.....	85
<b>Tabla 36:</b> Formato de Carta de Balance aplicado en la obra.....	88
<b>Tabla 37:</b> Recolección de datos para Carta de balance Semana 18.....	90
<b>Tabla 38:</b> Leyenda para toma de datos de Carta de balance .....	91
<b>Tabla 39:</b> Formato aplicado de Porcentaje de Plan de Cumplimiento (PPC) Semana 10.....	94
<b>Tabla 40:</b> Inventario de Causas de Incumplimiento en el proyecto .....	96
<b>Tabla 41:</b> Indicador de Compromisos aplicado en la obra.....	98
<b>Tabla 42:</b> PPC obtenido semanalmente del proyecto durante la aplicación de la metodología Last Planner Semana 05-20.....	101
<b>Tabla 43:</b> Resultados Nivel General de Actividad de la obra Semana 19.....	103
<b>Tabla 44:</b> Tabla comparativa de los Niveles de Productividad en Lima con la obra .....	105
<b>Tabla 45:</b> Cuadrilla inicial de encofrado de placas del proyecto .....	110
<b>Tabla 46:</b> Metrado de encofrado de placas superestructura .....	111
<b>Tabla 47:</b> Cuadrilla optimizada de encofrado de placas del proyecto.....	111
<b>Tabla 48:</b> Cuadrilla inicial de vaciado de losa del proyecto.....	113
<b>Tabla 49:</b> Metrado de vaciado de losa superestructura .....	114
<b>Tabla 50:</b> Cuadrilla optimizada de vaciado de losa del proyecto.....	114
<b>Tabla 51:</b> PPC acumulado obtenido semanalmente del proyecto durante la aplicación de la metodología Last Planner Semana 05-20.....	116
<b>Tabla 52:</b> Causas de incumplimiento acumuladas de la obra desde la Semana 05 hasta la Semana 20 .....	120
<b>Tabla 53:</b> Porcentaje de Causas de incumplimiento acumuladas de la obra desde la Semana 05 hasta la Semana 20 .....	121
<b>Tabla 54:</b> Porcentaje (%) de avance mensual esperado y acumulado del proyecto .....	123
<b>Tabla 55:</b> Porcentaje (%) de avance real mensual según flujo valorizado durante la aplicación de la metodología en obra Semana 05-20 .....	123
<b>Tabla 56:</b> Porcentaje (%) de avance meta y avance real acumulado del proyecto por semanas según flujo valorizado durante la aplicación de la metodología Semana 05-20 .....	125
<b>Tabla 57:</b> Lecciones aprendidas de la obra durante la aplicación de la metodología Last Planner .....	130
<b>Tabla 58:</b> Cronograma venta del proyecto con avance hasta el sótano 1 .....	131
<b>Tabla 59:</b> Mejora continua del proyecto desde la Semana 05 hasta Semana 20 .....	138
<b>Tabla 60:</b> Cuadro comparativo entre el modelo tradicional y el modelo Last Planner aplicado en el proyecto.....	139

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Ciclo de planificación de un proyecto de construcción.....	4
<b>Figura 2:</b> Influencia de las decisiones y costo a lo largo del desarrollo de un proyecto .....	5
<b>Figura 3:</b> Ciclo de planificación de un proyecto de construcción.....	6
<b>Figura 4:</b> Niveles de Planificación en un proyecto de construcción .....	14
<b>Figura 5:</b> Proceso tradicional de Planificación en un proyecto.....	15
<b>Figura 6:</b> Acciones de los conjuntos del Sistema Tradicional .....	16
<b>Figura 7:</b> Teoría de Conjuntos del Sistema Tradicional .....	17
<b>Figura 8:</b> Lean Project Delivery System.....	20
<b>Figura 9:</b> Teoría de Conjuntos del Sistema Last Planner.....	24
<b>Figura 10:</b> Ejemplo de tren de actividades en muros anclados .....	25
<b>Figura 11:</b> Proceso de revisión para una planificación intermedia .....	27
<b>Figura 12:</b> Ejemplo de PPC acumulado aplicado en una obra .....	31
<b>Figura 13:</b> Ejemplo de Causas de Incumplimiento aplicado en una obra .....	33
<b>Figura 14:</b> Organigrama propuesto del proyecto en estudio .....	40
<b>Figura 15:</b> Organigrama propuesto de la obra en estudio .....	40
<b>Figura 16:</b> Procedimiento para una correcta sectorización en edificaciones .....	58
<b>Figura 17:</b> Planta propuesta para anclaje de muros en el proyecto .....	59
<b>Figura 18:</b> Sectorización horizontal y vertical para pisos superiores.....	62
<b>Figura 19:</b> Secuencia de actividades en una jornada de trabajo de la obra .....	69
<b>Figura 20:</b> Procedimiento de aplicación de herramienta A3 en la obra .....	100
<b>Figura 21:</b> Niveles de productividad generales de la obra Quo .....	104
<b>Figura 22:</b> Distribución de tiempo promedio TC y TNC de la obra .....	106
<b>Figura 23:</b> Distribución de tiempo de trabajo contributorio “Quo” .....	107
<b>Figura 24:</b> Distribución de tiempo de trabajo no contributorio “Quo” .....	108
<b>Figura 25:</b> Niveles de productividad previos a la optimización.....	111
<b>Figura 26:</b> Niveles de productividad posterior a la optimización .....	112
<b>Figura 27:</b> Niveles de productividad previos a la optimización.....	114
<b>Figura 28:</b> Niveles de productividad posterior a la optimización .....	115
<b>Figura 29:</b> Gráfico lineal de PPC acumulado obtenido del proyecto durante la aplicación de la metodología Last Planner Semana 05-20.....	117
<b>Figura 30:</b> Gráfico de barras y áreas de PPC acumulado obtenido del proyecto durante la aplicación de la metodología Last Planner Semana 05-20.....	118

**Figura 31:** Gráfico de Causas de incumplimiento acumuladas obtenidas del proyecto durante la aplicación de la metodología Last Planner Semana 05-20..... 122

**Figura 32:** Curva S de avance y flujo valorizado de inicio a fin del proyecto ..... 124

**Figura 33:** Curva S de Avance Meta Projectado vs. Avance Real de “Quo” durante la aplicación de la metodología Last Planner Semana 05-20..... 126

**Figura 34:** Relación análisis costo-beneficio del proyecto Enero - Junio..... 132



## CAPITULO I: GENERALIDADES

### 1.1 Justificación del tema

Actualmente, la industria de la construcción en el Perú, principalmente en la ciudad de Lima, se ha intensificado con la construcción de edificios multifamiliares de mediana y gran altura. Esto se ha generado debido a que las inmobiliarias están optando por construir en áreas cada vez más reducidas, aprovechando el crecimiento vertical que tiene la edificación. Este crecimiento, comprende también, tener un mayor número de sótanos para los estacionamientos y cisternas de cada edificio.

Es por ello, que las constructoras del medio en el caso de Lima están en la constante búsqueda de aplicar nuevas metodologías y herramientas como el “Last Planner”, para que logren cumplir así exitosamente con los plazos de entrega a sus clientes. Sin embargo, al aplicar una nueva metodología existen distintas falencias generadas durante la etapa de construcción, que no son identificadas a tiempo y que finalmente impiden que las constructoras puedan cumplir con los plazos ya establecidos. Allí surge la idea de aplicar esta metodología como el Last Planner en un proyecto de edificación a fin de poder mejorar la planificación en sus distintos niveles, garantizar el cumplimiento de los plazos e incrementar la utilidad de la empresa.

### 1.2 Objetivos de la investigación

#### 1.2.1 Objetivo Principal

Aplicar la Metodología Last Planner como herramienta de planificación y control en la construcción de un edificio multifamiliar de gran altura en la ciudad de Lima.

### 1.2.2 Objetivo Secundarios

- Incrementar la productividad en el proyecto para partidas específicas mediante el uso de las herramientas de esta metodología.
- Generar un programa de planificación intermedia a partir del plan general del proyecto para reconocer las principales restricciones del proyecto.
- Identificar las principales falencias que se presenten en la aplicación del Last Planner y proponer un sistema más eficiente.
- Mejorar los procesos de planificación, ejecución y control de las diferentes actividades en el proyecto.
- Dar a conocer las principales causas de no cumplimiento y así poder difundir las lecciones aprendidas.

### 1.3 Metodología de Estudio

- ✓ Se realizará una recopilación bibliográfica sobre la metodología Last Planner aplicada en diferentes proyectos de edificaciones multifamiliares en el Perú.
- ✓ Se escogerá un proyecto multifamiliar de envergadura, en donde se aplicará la metodología Last Planner como herramienta de planificación y control.
- ✓ Se tomarán mediciones a nivel general y en particular para partidas específicas como acero, encofrado y concreto diferenciando los trabajos productivos (TP), trabajos Contributorios (TC) y trabajos no Contributorios (TNC).
- ✓ Se aplicará la metodología Last Planner como herramienta de planificación y control durante 16 semanas, donde la primera semana será introductoria para el equipo de obra y en las semanas restantes se tomarán datos de campo.
- ✓ Se mejorarán los procesos de planificación a corto y mediano plazo a través de un software como Excel, además de las herramientas que nos brinda esta metodología.
- ✓ Se evaluarán las mediciones sobre el cumplimiento de las programaciones semanales a través del PPC y se determinarán las causas de incumplimiento de cada semana para una mejora continua en el proyecto.
- ✓ Finalmente se analizarán los resultados obtenidos con la finalidad de poder concluir sobre la importancia que tiene aplicar esta metodología en nuevos proyectos.

## 1.4 Resultados Esperados

De la presente investigación en la aplicación de la metodología Last Planner en un proyecto de edificación multifamiliar de gran altura se esperan obtener resultados positivos y alentadores en los siguientes ámbitos relacionados directamente hoy en día al pensamiento Lean:

**Productividad:** Se esperan obtener resultados superiores al promedio en la ciudad de Lima, que posteriormente se compararán con los rendimientos promedios usados para edificaciones y con los niveles de productividad (TP, TC y TNC) promedios del sector.

**Plazos:** Se utilizará la metodología Last Planner como herramienta de planificación y control para el proyecto, de esta manera se espera ejecutar la obra en plazos más ajustados que los establecidos con el cliente. Se analizarán los resultados según el cumplimiento de las programaciones semanales mediante indicadores de control como el PPC y el panel de control, y se buscará mantener un orden de cumplimiento superior al 70% que representaría un buen porcentaje para el proyecto.

**Económico:** Se esperan obtener resultados alentadores en el aspecto económico según el incremento en la productividad y el cumplimiento de los hitos que tenga el proyecto, además de una correcta ejecución bajo los parámetros de la metodología Last Planner que se transformarán finalmente en un ahorro importante para la empresa.

## CAPITULO II: MARCO TEORICO Y FUNDAMENTOS

### 2.1 Planificación y Control en la Construcción

Para poder analizar los procesos actuales de planificación dentro del marco de un proyecto es necesario saber que existen 4 importantes etapas que permiten el desarrollo del mismo.

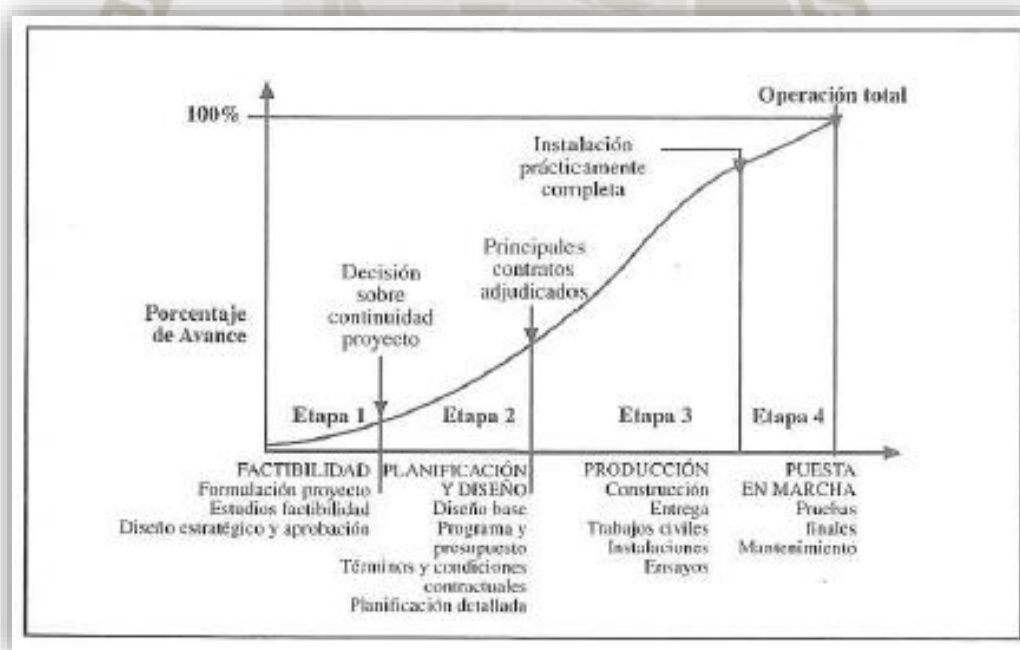
Etapa 1: Factibilidad

Etapa 2: Planificación y Diseño

Etapa 3: Producción

Etapa 4: Puesta en Marcha

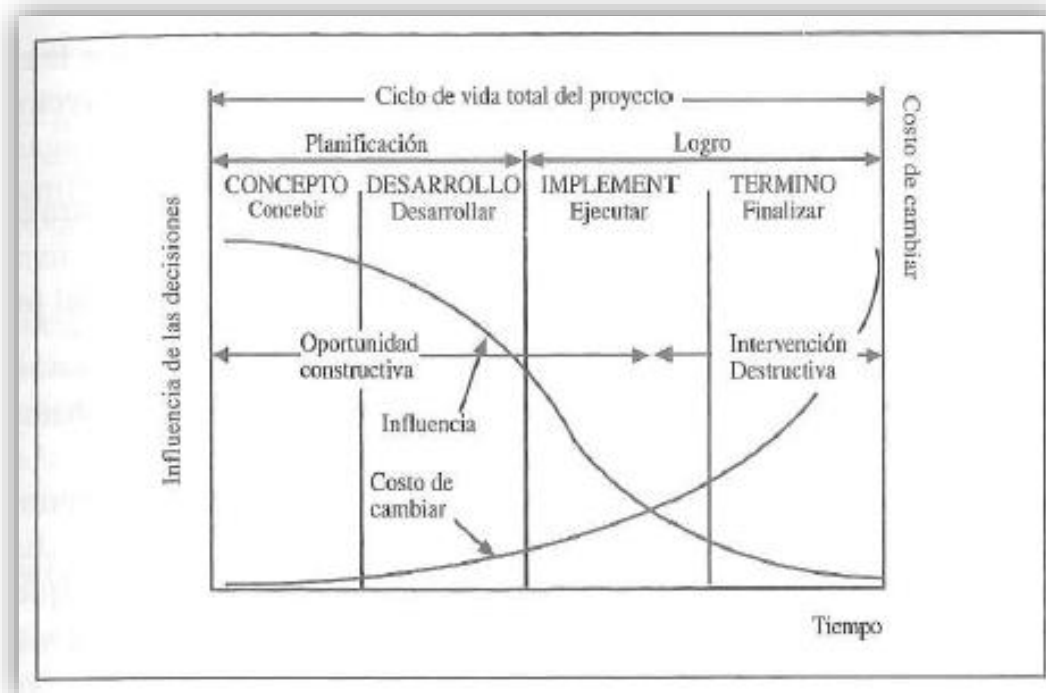
Estas son las etapas necesarias para poder iniciar un proyecto, las mismas que deben avanzar de forma secuencial y de manera que el porcentaje de avance del proyecto sea directamente proporcional al inicio y fin de cada una de estas etapas (Figura 1).



**Figura 1:** Ciclo de planificación de un proyecto de construcción

*Fuente: (Serpell Bley & Alarcón Cárdenas, 2006)*

Cabe destacar que la influencia de los involucrados dentro del ciclo de vida de un proyecto es inversamente proporcional al avance del proyecto (Figura 2), es decir, la toma de decisiones al inicio de un proyecto es determinante para que este se pueda concretar con éxito. Cuando estas decisiones encuentren su cauce tendrán una menor influencia y por ende un menor impacto dentro del proyecto.



**Figura 2:** Influencia de las decisiones y costo a lo largo del desarrollo de un proyecto

*Fuente: (Serpell Bley & Alarcón Cárdenas, 2006)*

El ciclo de la planificación de un proyecto consta de cuatro importantes acciones repetitivas durante todo el proyecto que permiten que este pueda desarrollarse como tal en un marco ideal donde no existe ningún tipo de restricción o inconveniente para el proyecto (Figura 3).



**Figura 3:** Ciclo de planificación de un proyecto de construcción

*Fuente: (Serpell Bley & Alarcón Cárdenas, 2006)*

### **Administración de Proyectos**

La administración o dirección de proyectos es una disciplina que tiene como fin la aplicación del conocimiento, habilidades y técnicas que permiten ejecutar los proyectos en forma eficiente y efectiva. Esta disciplina busca ejecutar las tareas en el menor tiempo posible, tratando de optimizar la cantidad de recursos, con el fin de obtener buenos resultados para el proyecto y quedando conformada por cinco etapas básicas:

- ✓ Inicio
- ✓ Planificación
- ✓ Ejecución
- ✓ Control
- ✓ Cierre

En la planificación de un proyecto, se busca establecer con el cliente una fecha de inicio y una fecha de término, las cuales estarán sujetas a un contrato. Debido a esto, es necesario contar con la participación de una buena dirección para el proyecto, que serán quienes estarán a cargo y asumirán las principales funciones tales como la organización, dirección y control del proyecto.

Antes del inicio de la ejecución del proyecto, la administración del proyecto, de la cual son partícipes el gerente y el residente de la obra; son los encargados de anticiparse a futuros eventos e imprevistos, tomar las decisiones acertadas en beneficio de la obra, saber el costo de las partidas y la cantidad de recursos que necesitan, las responsabilidades y tareas que deben asignar a su equipo de trabajo, entre otras; siempre primando la participación y comunicación de todos los involucrados del proyecto.

## **2.2 Productividad en el Sector de la Construcción**

Conocemos la productividad en este sector como la medición al uso de recursos destinados a una actividad específica, se le define también como la relación entre la producción obtenida por un sistema de producción y los recursos utilizados para obtenerla. A saber, que una mayor productividad demanda una mayor producción utilizando los mismos recursos.

### **2.2.1 Productividad en edificaciones**

En la actualidad, todo proyecto en el rubro de construcción de edificaciones, se encuentra en la constante búsqueda de incrementar su productividad, esto debido a la relación que existe entre las unidades que se producen y la cantidad de recursos que se emplean; en donde las empresas buscan producir más unidades utilizando la misma cantidad de recursos.

Entonces podemos calcular la productividad mediante la siguiente fórmula: (Quispe Castillo, 2015)

$$\text{Productividad} = \frac{C}{R}$$

Donde:

C = Cantidad Producida

R = Recursos empleados

La productividad es una pieza fundamental dentro del avance y ejecución de un proyecto, ya que es un indicador que nos permite saber si somos eficientes en la ejecución de nuestras actividades. Podemos definir la construcción en relación a la productividad como la transformación de insumos y recursos, los cuales pasan por una serie de procesos y cambios en un plazo determinado, y así finalmente logramos obtener el producto que deseamos.

Dentro de los principales recursos encontramos los siguientes:

- ✓ Mano de obra
- ✓ Materiales
- ✓ Maquinaria, herramientas y equipos
- ✓ Información

(Quispe Castillo, 2015)

Según los recursos con los que trabajemos podemos clasificar la productividad en distintas clases. (Serpell Bley & Alarcón Cárdenas, 2006)

- **Productividad de los materiales:** Se define como la relación que existe entre la unidad producida y la cantidad de materiales empleados.
- **Productividad de la maquinaria:** También se conoce como la relación que existe entre las unidades producidas y las horas trabajadas.
- **Productividad de la mano de obra:** Se precisa por la relación entre la cantidad de lo producido y el número de horas empleadas.

En el rubro de edificaciones un factor de gran importancia es la supervisión de las actividades para cada proceso, y es allí donde podemos clasificar los trabajos realizados en tres tipos: (Ghio Castillo, 2001)

- Trabajos Productivos (TP)
- Trabajos Contributorios (TC)
- Trabajos No Contributorios (TNC)

Los trabajos productivos son aquellos que agregan valor directamente a la obtención del producto, es decir, que estos trabajos generan una unidad de producción. Los trabajos contributorios son aquellos que necesariamente tienen que concretarse para llegar a obtener el producto final. Finalmente, tenemos los trabajos no contributorios, son también llamados tiempo improductivo o tiempo muerto, estos trabajos no agregan valor al producto final, por el contrario, generan pérdidas en costo y tiempo para la empresa.

### 2.2.2 Situación actual de la productividad en Lima

Existen algunos estudios realizados en el año 1999 en el Perú, específicamente en la ciudad de Lima, al cual se le conoce como el primer diagnóstico de la productividad en la construcción. En dicho estudio, se analizaron 50 obras de envergadura a nivel de Lima, principalmente del rubro de edificaciones, que eran construidas por empresas constructoras del medio formalmente ya constituidas. En el siguiente cuadro (Tabla 1) se muestran los resultados obtenidos según las mediciones realizadas.

VALORES	TP	TC	TNC
PROMEDIO LIMA	28%	36%	36%
MINIMO TP	20%	35%	45%
MAXIMO TP	37%	36%	26%

**Tabla 1:** Resultados generales de ocupación del tiempo de 50 obras en Lima

*Fuente: (Ghio Castillo, 2001)*

De acuerdo a la tabla mostrada, podemos observar que el nivel de trabajo productivo (TP) promedio en Lima es de 28%, el cual es menor a la tercera parte del tiempo empleado por una cuadrilla para una actividad. El tiempo contributorio (TC) y no contributorio (TNC) alcanzan cada uno un valor del 36%, dicho de otro modo, una cuadrilla utiliza el mismo tiempo para los trabajos contributorios, que son necesarios para la realización de los trabajos productivos, que para los trabajos no contributorios, los cuales generan retrasos en el avance del proyecto y pérdidas económicas para la empresa.

2001		
TRABAJO	CHILE	PERU
PRODUCTIVO	47%	28%
CONTRIBUTORIO	28%	36%
NO CONTRIBUTORIO	25%	36%

**Tabla 2:** Comparativo de la distribución de tiempo internacionalmente con Chile

*Fuente: (Ghio Castillo, 2001)*

Del siguiente cuadro comparativo (Tabla 2) podemos observar que los niveles de productividad de nuestro país son bajos en comparación a un país vecino como Chile, el cual alcanza un trabajo productivo promedio de 47% según los estudios realizados y datos tomados por el Ing. Guio, además resaltar que el trabajo productivo en Chile se incrementó en la última década de un 38% hasta un 47%, reduciendo considerablemente los trabajos contributorios y no contributorios.

De acuerdo al éxito alcanzado en Chile, un paso fundamental para mejorar los niveles de productividad, radica en identificar los orígenes de los trabajos que no agregan valor al producto final, que en la mayoría de casos corresponde a una falta de planificación a corto plazo.

### 2.3 Variabilidad e Impacto sobre la Productividad

Para el caso de proyectos de construcción, podemos definir la variabilidad como una serie de acontecimientos distintos a los previstos, ocasionados por diversos factores dentro y fuera del proyecto.

El origen de estos eventos es de manera aleatoria y no podemos predecirlos ni mitigarlos en su totalidad, dicho de otro modo, se puede predecir la ocurrencia de imprevistos para el proyecto, sin embargo, no sabemos de qué tipo son ni cuando puedan suscitarse. Por lo tanto, estos eventos se deben tomar como una prioridad debido a que podrían aumentar significativamente y generar una mayor repercusión en el proyecto.

Para el caso específico de proyectos de edificaciones, la variabilidad es un gran obstáculo a superar, esto a causa del número de actividades que se tienen dentro del proceso de construcción. Según el capítulo peruano del LCI (Tabla 3), la confiabilidad para una actividad predecesora está en el orden del 95%, que es considerada una buena confiabilidad para un proceso. Sin embargo, en el caso de tener un mayor número de actividades predecesoras, la confiabilidad del último proceso se ve afectada llegando hasta un mínimo de 8% para un total de 50 actividades predecesoras.

Actividades Predecesoras	Confiabilidad del Proceso	Confiabilidad del último Proceso
1	95%	95%
2		90%
5		77%
10		60%
20		36%
30		21%
50		8%

**Tabla 3:** Confiabilidad del cumplimiento según actividades predecesoras

*Fuente: (Guzmán Tejada, 2014)*

Para poder analizar el impacto que tiene la variabilidad sobre la productividad en la construcción de diferentes proyectos, se va a tomar en cuenta investigaciones pasadas como se muestran en el siguiente cuadro (Tabla 4), en la cual distintos autores traducen la variabilidad en los proyectos de construcción como plazos más largos y costos más altos, indicando que esta no agrega valor al proyecto y termina siendo la mayor culpable de grandes pérdidas para el proyecto.

INVESTIGACION	EFFECTOS DE LA VARIABILIDAD
Alarcón y Aschley (1999)	Muestran como el impacto de la variabilidad retrasa al proyecto en un 25% respecto a la duración original donde no hay incertidumbre y no existe variabilidad en las tasas de producción.
Campero y Alarcón (1999)	De un total de 1627 proyectos revisados, Thompson y Perry encontraron que el 88% de proyectos terminó con atrasos, en donde las CNC son un claro ejemplo de variabilidad en los procesos de construcción y se traducen en atrasos para los proyectos.
Ballard (1993)	Revela que este comportamiento variable en el abastecimiento de diseños y especificaciones puede impactar en forma negativa a un proyecto que no considere contingencias o Buffers.
Bernardes (2000)	De los datos recopilados se precia que casi un 27% de los proyectos cumplen con menos de la mitad de las asignaciones semanales (valores de PPC menores al 50%), presento un alto grado de variabilidad.

**Tabla 4:** Impacto de la variabilidad en proyectos de construcción

*Fuente: (Alarcón Cárdenas & Gonzales, Buffers de programación: Una estrategia complementaria para reducir la variabilidad en los procesos de construcción, 2003)*

## 2.4 La Planificación en la Construcción

La planificación en la construcción radica en organizar, estructurar y distribuir la ejecución de todas las actividades que forman parte dentro de la materialización del proyecto. Por lo tanto, el principal objetivo de la planificación corresponde a racionalizar las tareas asociadas a la construcción, con el fin de evitar conflictos y disminuir riesgos en el proceso constructivo.

Dentro de los beneficios que conlleva una buena planificación se destacan la reducción de la incertidumbre, el conocimiento de las demandas máximas de insumos, la adquisición programada de materiales y equipos, entre otros.

## 2.5 Tipos de Planificación

Según los tipos de planificación que podamos tener, el objetivo principal es saber a qué nivel debe hacerse. Generalmente, la planificación en un proyecto empieza de arriba hacia abajo (Figura 4), y es allí en donde tenemos tres niveles definidos: Planificación Estratégica, Planificación Táctica y Planificación operacional. (*Serpell Bley & Alarcón Cárdenas, 2006*)

- **Planificación estratégica (Largo plazo):** Aquella planificación que está enfocada principalmente en los aspectos globales del proyecto, sin ahondar en los niveles de detalle. Su objetivo principal es determinar los costos preliminares para el estudio de factibilidad de un proyecto, es decir, permiten saber que tan rentable será el proyecto para la empresa y a su vez sirven de base para una planificación más detallada.
- **Planificación táctica (Mediano plazo):** Esta planificación permite iniciar con la construcción y materialización del proyecto, llevando a cabo la ejecución de todas las etapas gruesas de la obra que en el futuro forman parte del plan de construcción del proyecto.

- **Planificación operacional (Corto plazo):** Consiste en planificar a un nivel mínimo de detalle las tareas necesarias para concretar las actividades definidas en la planificación táctica. Puede ser controlada a través de un plan semanal o un plan diario; esta planificación contribuye a tener una mejor organización y cumplimiento de todas las actividades dentro del proyecto.



**Figura 4:** Niveles de Planificación en un proyecto de construcción

*Fuente: (Serpell Bley & Alarcón Cárdenas, 2006)*

### 2.5.1 Sistema Tradicional de Planificación

En la actualidad, en el sector de la construcción nos encontramos con prácticas principalmente dirigidas en lograr que los procesos sean más efectivos con el fin de minimizar el tiempo de ejecución de los proyectos.

Para el sistema tradicional de planificación el objetivo fundamental consta en realizar el trabajo encomendado por la administración y gerencia del proyecto como lo que DEBE hacerse. No obstante, este sistema no tiene en cuenta lo que se PUEDE efectivamente hacer según los recursos disponibles del proyecto en un plazo determinado.

Algunos autores señalan que la ineficiencia dentro de la planificación tradicional está dada bajo los siguientes lineamientos (*Sabbatino Barros, 2011*)

- Esta planificación está basada generalmente en la experiencia de los gerentes y jefes del proyecto, que difiere entre ellos y no se logra transmitir al resto del equipo.
- El control para el proyecto reside usualmente en el intercambio de información de manera verbal entre todos los integrantes, encontrando soluciones a corto plazo, pero dejando vacíos a largo plazo.
- En este sistema la planificación está orientada únicamente al control de las actividades, en donde solo se puede medir el desempeño global y cumplimiento de actividades. Sin embargo, se deja de lado las unidades de producción o también llamadas cuadrillas y es allí en donde se da origen a los principales problemas de planificación.
- Realizar una programación detallada como herramienta a largo plazo, resulta ser en la mayoría de veces ser un esfuerzo infundado dado que existe gran incertidumbre en el rubro y es necesario recurrir a una reprogramación.

En el siguiente esquema (Figura 5) podemos observar el proceso de planificación tradicional:



**Figura 5:** Proceso tradicional de Planificación en un proyecto

*Fuente: (Sabbatino Barros, 2011)*

De acuerdo a la imagen mostrada y en comparación con la realidad de los proyectos de hoy en día, no es posible llegar a tener un producto terminado como se muestra en el esquema, en vista que no están consideradas las actividades de flujo (que no agregan valor al producto), las cuales repercuten en el cumplimiento y realización de ciertas actividades que presentan restricciones e imprevistos para su ejecución.



**Figura 6:** Acciones de los conjuntos del Sistema Tradicional

*Fuente: (GEPUC, 2010)*

La representación del siguiente gráfico (Figura 6) es algo que comúnmente vemos en la planificación de distintos proyectos, esto debido a que como primer conjunto tenemos lo que DEBE hacerse para cumplir los objetivos del proyecto y como subconjuntos de este se observan lo que PUEDE hacerse y lo que SE HARÁ, en donde la falta de coordinación entre ambos subconjuntos genera un incumplimiento en el avance del proyecto que está representado por su intersección.

Asimismo, observamos que en el caso de la teoría de conjuntos (Figura 7) lo que PUEDE hacerse es subconjunto de lo que SE HARÁ, que se traduce como el incumplimiento de una serie compromisos que se han asumido durante la planificación y que finalmente lleva el proyecto al fracaso.



**Figura 7:** Teoría de Conjuntos del Sistema Tradicional

*Fuente: (Alarcón Cárdenas, 2008)*

Según las investigaciones realizadas por el Centro UC Excelencia en Gestión de Producción (GEPUC), existen importantes causas que llevan a un proyecto al fracaso tales como:

- Las partes involucradas dentro del proyecto tienen objetivos semejantes, sin embargo, no alinean sus intereses en beneficio del mismo.
- Las empresas manejan la Política de “Culpables” más que la de responsables.
- Existe falta de compromiso de los integrantes del equipo para cumplir con sus responsabilidades.
- El programa de planificación del proyecto es poco realista y demasiado optimista.
- El proyecto carece de un plan de contingencia para enfrentar imprevistos.

En síntesis, de lo mencionado, existe una gran falencia en la etapa de coordinación de un proyecto, debido a esto actualmente las empresas buscan que todos los miembros del equipo trabajen como un equipo colaborativo e integrado.

### 2.5.2 Sistema Lean de Planificación

Para comprender el sistema de Planificación del Lean Construction debemos primero saber en qué consiste el sistema del Lean Production, el cual tiene como principal objetivo satisfacer al cliente usando la menor cantidad de recursos disponibles.

El Lean Production alcanza su efectividad a través de la disminución o eliminación de pérdidas, cambiando los lineamientos del sistema tradicional, el cual está enfocado en mejorar cada actividad por separado para así poder mejorar la entrega del producto final.

Como principales principios para este sistema de planificación tenemos los siguientes:  
(Howell, 1999)

- Identificar todo aquello que genera valor y eliminar lo que no agregue valor al producto.
- Organizar el sistema de producción bajo un flujo continuo.
- Generar un flujo confiable, el cual pueda detener su línea de producción de ser necesario.
- Entregar a tiempo un producto considerando sus requerimientos sin hacer uso de inventarios.

De esta manera, entendemos que este sistema de planificación busca mejorar la producción tradicional mediante la optimización en el desempeño del sistema de producción, y así poder satisfacer los requerimientos del cliente (Tabla 5).

	Modelo Tradicional	Lean Production
Estrategia	Estrategia concentrada en la producción en masa de productos de igual diseño.	Estrategia concentrada en el cliente para identificar y explotar ventajas competitivas.
Satisfacción del cliente	Crear lo que el ingeniero quiere en grandes cantidades a niveles de calidad estadísticamente aceptables.	Crear lo que el cliente quiere sin defecto alguno, cuando él lo quiera y en las cantidades que él quiera.
Liderazgo	Liderazgo por comando estratégico.	Liderazgo de visión y amplia participación.
Organización	Estructura que fomenta ejecutar órdenes desalentando el flujo de información que identifica defectos, errores operativos, anomalías, etc.	Estructura que fomenta iniciativa y el flujo de información que identifica defectos, errores operacionales, anomalías, etc.
Información Administrativa	Administración débil basada en reportes abstractos.	Administración rica en información basada en sistemas de control visual actualizado por los empleados.
Cultura	Cultura de obediencia leal.	Cultura que involucra a empleados.
Producción	Máquinas de gran escala, habilidades mínimas, líneas de producción extensas, inventarios extensos.	Maquinas a escala humana, habilidades múltiples, sin inventarios.
Ingeniería	Modelo aislado de gran habilidad con poca participación del cliente.	Modelo en equipo con alta participación del cliente.

**Tabla 5:** Sistema Tradicional vs. Sistema Lean

*Fuente: (MAMTC, 1999)*

Existe una gran interrogante de este sistema y es que ¿Cómo podemos implementar el modelo Lean Production en la construcción? Durante décadas la industria de la construcción ha rechazado el modelo de fabricación en línea porque se ha creído que son totalmente incompatibles. Sabemos que la principal preocupación del Lean Production es el manejo del efecto combinado entre la dependencia y la variación que tienen las actividades, es decir, el sistema no funciona correctamente cuando existe una dependencia estrecha de las actividades y gran variación entre ellas mismas, por la tanto, es fundamental poder controlar estas interacciones.

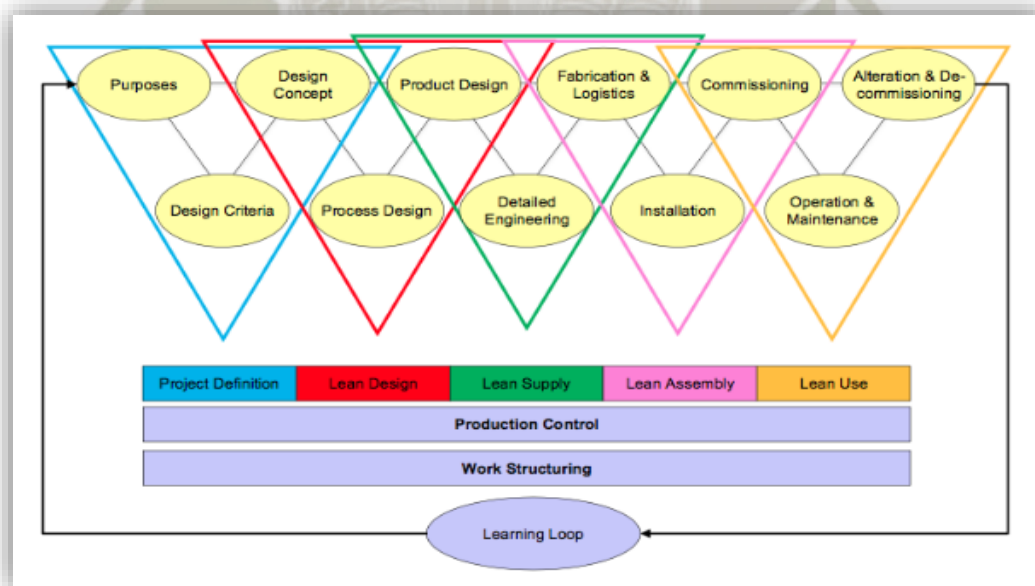
El sistema de planificación Lean radica en poder entender y manejar los conceptos en cuanto a producción, dependencia y variabilidad, a los cuales están sujetos las actividades de cualquier proyecto de construcción.

En síntesis, de lo expuesto, entendemos que los sistemas de producción no funcionan adecuadamente cuando las actividades intentan optimizar sus recursos de forma independiente, de modo que la mejor forma de optimizar los recursos sea desde una perspectiva global que involucre a todas las actividades de manera conjunta.

### Lean Project Delivery System:

Se define también como una implementación organizada de principios y herramientas lean combinadas para permitir a un equipo de trabajo operar un proyecto.

Su objetivo principal es desarrollarse dentro de un proyecto de construcción y transmitir los conceptos de la filosofía Lean basados en el estudio de las teorías de producción para todas las fases de un proyecto.



**Figura 8:** Lean Project Delivery System

*Fuente: (Herman Glenn, 2000)*

Como se observa en la figura 8 el modelo de la LPDS está conformado por 14 módulos, de los cuales 11 están agrupados en 5 triadas interrelacionados entre sí, teniendo también un módulo para el control de la producción y otro para el trabajo estructurado.

Bajo el enfoque de este sistema se han desarrollado un gran número de herramientas para cada etapa del proyecto (Tabla 6), y a su vez estas herramientas facilitan la aplicación de la filosofía Lean y la metodología Last Planner durante la ejecución de las actividades del proyecto.

LPDS	Herramienta	Fuente
DISEÑO LEAN	REPORTE A3	Toyota
	ESTACIONAMIENTO	Cynthia Tsao 2002
	MATRIZ DE RESPONSABILIDADES	Carlos Formoso 1999
	TABLA DE ENTRADAS Y SALIDAS	Carlos Formoso 1999
	LSITA DE TAREAS	Luis Alarcón 1998
	LSITA DE CHEQUEO	Luis Alarcón 1998
	SOLICITUD DE INFORMACIÓN (RFI)	Grupo internacional de Lean Construction
	CONSTRUCTABILIDAD EN EL DISEÑO	Instituto de la industria de la construcción 1998
EJECUCIÓN LEAN	FIRST RUN STUDIES	Instituto de la construcción Lean
	NIVEL GENERAL DE ACTIVIDAD	Alfredo Serpell 1990
	CARTA BALANCE	Alfredo Serpell 1990
	CUADRO COMBINADO DE TRABAJO ESTANDARIZADO	Nakagawa y Shimizu 2004

	POKA YOKE	Shingueo Shingo 1960
	MANUALES DE PROCESOS	Inés Castillo 2014
	ANDON	Toyota
	ONE TOUCH HALDING	Glen Ballard 2002
<b>CONTROL DE PRODUCCIÓN</b>	PLANIFICACIÓN MAESTRA	Grupo Internacional de Lean Construction
	PLANIFICACION POR FASES	Glenn Ballard y Greg Howell 2000
	LOOKAHEAD PLANNING	Glenn Ballard y Greg Howell 2004
	PLAN DE TRABAJO SEMANAL	Glenn Ballard y Greg Howell 2004
	PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO	Glenn Ballard y Greg Howell 2004
	CAUSAS DE INCUMPLIMIENTO	Glenn Ballard y Greg Howell 2004
	LINEAS DE BALANCE	Goodyear Tire & Rubber Company
<b>TRABAJO ESTRUCTURADO</b>	5 WHYS	Toyota
	BUFFERS	Grupo Internacional de Lean Construction

**Tabla 6:** Herramientas del Lean Project Delivery System

*Fuente: (Castillo Maguiña, 2014)*

## 2.6 Metodología del Sistema Last Planner

En vista de las falencias que existen hoy en día en la metodología tradicional, el modelo Lean ha desarrollado una nueva metodología de planificación que se conoce en el rubro de la construcción como Last Planner System.

Este sistema consta de tres niveles de planificación, los cuales nos permiten realizar planeamientos generales y detallados para nuestro proyecto, reducir la incertidumbre y variabilidad que pueda presentarse, analizar con mayor énfasis lo que DEBE hacerse y lo que en realidad PUEDE hacerse, e identificar y remover posibles restricciones para nuestro proyecto.

### 2.6.1 Definición de la metodología

El sistema Last Planner es una disciplina rigurosa y formal que funciona con éxito solo cuando todos sus elementos son implementados como corresponden (*Mossman, 2005*).

Se puede definir como un sistema de control de la producción que contribuye a rediseñar los sistemas de planificación tradicionales, orientado principalmente en mejorar el control de la incertidumbre y haciendo la planificación más fiable.

Como se puede observar en la figura 9 este sistema planifica las actividades tomando en cuenta lo que DEBE hacerse según la programación para decidir lo que SE HARA realmente según el campo; de manera que, diferenciándose del sistema tradicional, el SE HARÁ es subconjunto del PUEDE y el PUEDE es subconjunto del DEBE mostrando así una mejor coordinación entre las actividades y una alta probabilidad que se cumplan en el plazo correspondiente.



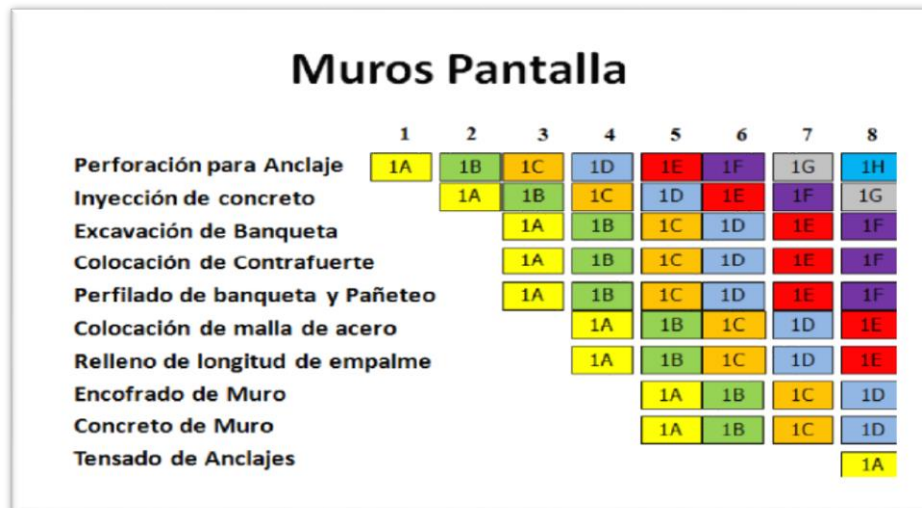
**Figura 9:** Teoría de Conjuntos del Sistema Last Planner

*Fuente: (Alarcón Cárdenas, 2008)*

### 2.6.2 Tren de Actividades

Se define como una metodología de trabajo de características similares a las líneas de producción en las fábricas e industrias, en donde la unidad de producción pasa a lo largo de distintas estaciones transformándose en cada una de ellas para llegar a obtener el producto final.

Para el caso del rubro de la construcción, la cual no es una industria automatizada y no es posible llevar el producto a lo largo de varias estaciones, las cuadrillas de trabajo deben avanzar una tras otra según las áreas y sectorización que pueda tener el proyecto, logrando así tener un flujo continuo y ordenado de trabajo (Figura 10).



**Figura 10:** Ejemplo de tren de actividades en muros anclados

*Fuente: (EDIFICA, 2011)*

Las principales ventajas de utilizar trenes de trabajo en un proyecto son las siguientes:

- ✓ Incrementa la productividad general del proyecto.
- ✓ Se puede saber el avance para cada día y los recursos utilizados en las diferentes actividades del proyecto.
- ✓ Se logra establecer ritmos de trabajos constantes a lo largo del proyecto.
- ✓ Se puede determinar el avance que tendrá el proyecto en un día determinado.
- ✓ Disminuye la cantidad de trabajos rehechos y sobrecostos futuros para el proyecto.

#### 2.6.2.1 Planificación Maestra (Master Plan)

La planificación Maestra o Master Plan es un plan de trabajo que tiene como función principal proporcionar la coordinación de las actividades que forman parte de un proyecto, esta planificación debe desarrollarse con información que representen los objetivos y metas del proyecto.

Su estructura está representada por hitos y acontecimientos que serán ejecutados a lo largo del proyecto. Podemos definir un hito como una tarea de duración cero que simboliza algún objetivo o meta en alguna instancia del proyecto, el cual debe tener una fecha estimada de programación para ser realizado y con esto se puede comparar la fecha real en que se concretó con éxito.

### **2.6.2.2 Plan de Fases (Phase Scheduling)**

El plan de fases es una herramienta de planificación que parte del Plan general del proyecto o Plan Maestro y tiene como objetivo principal nutrir a la planificación intermedia o Lookahead Planning, el cual tiene un mayor nivel de detalle.

Para poder introducir este plan en el proyecto, primero se divide el plan maestro en pequeños grupos o tareas llamadas fases, que varían según la duración de cada etapa del proyecto. Posteriormente, las tareas de cada fase serán analizadas dentro de la planificación intermedia, en donde las actividades de una fase están en directa relación con las actividades de las fases siguientes, de manera que es necesario tener una gran coordinación entre ellas.

Esta herramienta sirve de nexo entre el plan maestro y la planificación intermedia en el proyecto, asimismo permite que todo el equipo pueda comprender, intercambiar ideas, debatir y coordinar de forma dinámica la planificación general del proyecto.

### **2.6.2.3 Planificación Intermedia (Lookahead Planning)**

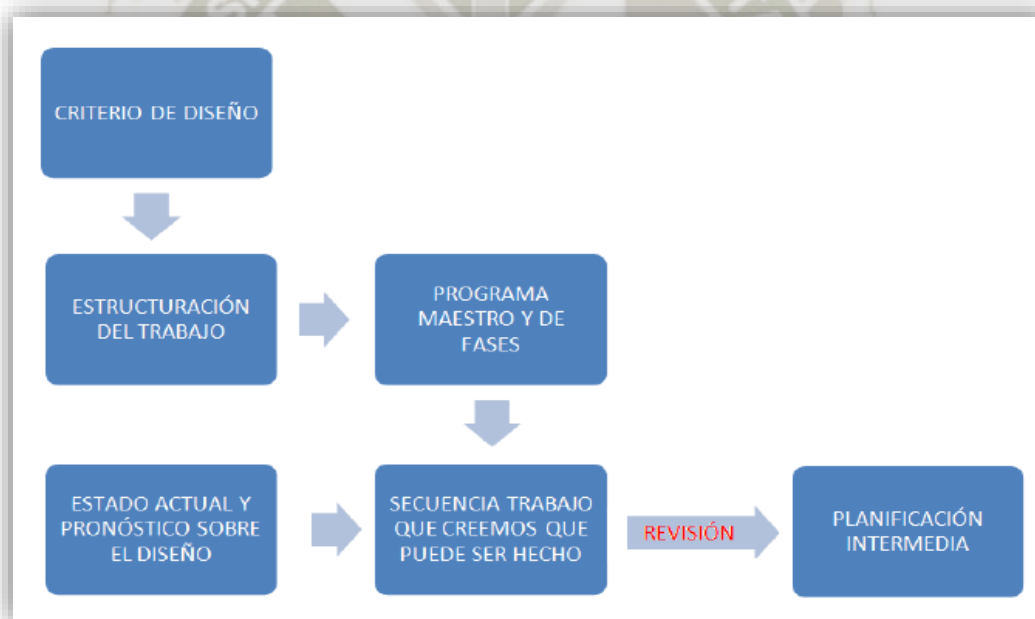
La planificación intermedia o también llamada Lookahead Planning es una herramienta planificación de mediano plazo con gran potencial para las siguientes semanas dentro de un proyecto, por lo general puede abarcar desde un periodo de cuatro semanas hasta seis semanas y es en este tipo de planificación donde se pueden identificar las principales restricciones y obstáculos para la ejecución de las actividades. Debido a la gran variabilidad que existe en los proyectos no es recomendable que esta planificación supere las seis semanas ya que existe una alta probabilidad de que las condiciones cambien.

El objetivo principal de esta planificación es controlar los flujos de trabajo que dependen de distintas áreas de soporte del proyecto. Se entiende como un flujo de trabajo en un proyecto de construcción; coordinación con proveedores, diseño de planos, mano de obra, información y requerimientos necesarios para asegurar la producción. Estos flujos de trabajo son también llamados restricciones, las cuales deben ser detectadas a tiempo mediante el Lookahead para asegurar el cumplimiento de las actividades futuras.

Existen diversas funciones para esta herramienta que se presentan a continuación:

- Determinar velocidades de flujos de trabajo
- Balancear la carga de trabajo y capacidad
- Desarrollar métodos detallados de ejecución de trabajo
- Revisar y actualizar niveles de programación
- Mantener un inventario de trabajo ejecutable

Es importante identificar con mayor precisión el tiempo que se necesita para liberar una restricción ya que en el caso de no ser liberada, las actividades que dependan de esta restricción deberán ser aplazadas de la programación. El esquema presentado en la figura 11 describe claramente lo mencionado:



**Figura 11:** Proceso de revisión para una planificación intermedia

*Fuente: (Alarcón Cárdenas, 2008)*

Este tipo de planificación, al tener un alto grado de variabilidad durante la ejecución del proyecto, debe actualizarse cada semana y de esta manera, permitir al equipo de trabajo identificar los retrasos e inconvenientes para las semanas entrantes.

### 2.6.3 Análisis de Restricciones

Después de haber realizado la programación intermedia, se procede a identificar las restricciones que necesariamente deben ser eliminadas para continuar con el desarrollo de la programación a corto plazo, la cual debe estar libre de restricciones. Por lo tanto, todas las actividades que puedan ejecutarse pasarán a formar parte del inventario de trabajo ejecutable.

Para saber si una actividad está libre de alguna restricción debemos analizar los principales flujos que puedan parar la producción y generar incumplimientos en nuestra programación, actualmente se toman en cuenta siete flujos:

- ✓ Mano de Obra
- ✓ Materiales
- ✓ Equipos
- ✓ Condiciones Externas
- ✓ Actividades Previas
- ✓ Falta de información
- ✓ Espacio Seguro

Después de realizar una correcta verificación en cada uno de estos puntos, es posible garantizar que las actividades pueden ejecutarse con normalidad, cabe precisar que el control en esta etapa es fundamental para reducir la gran variabilidad e incertidumbre que presentan los proyectos de construcción.

### 2.6.4 Inventario de Trabajo Ejecutable

El inventario de trabajo ejecutable (ITE) es una potente herramienta de esta metodología que permite ejecutar todas las actividades que se encuentren libre de restricción alguna, de modo que exista una alta probabilidad que puedan realizarse en el proyecto sin problemas. Esta herramienta está enfocada principalmente en mantener un flujo de producción constante, en el cual no se paralicen las actividades por diversas causas y sea posible tener un stock de actividades para los diferentes grupos de trabajo en el proyecto.

Es importante que este inventario pueda mantenerse actualizado durante todo el proyecto, para esto, el proceso debe repetirse una vez transcurrido el periodo de corto plazo y de esta manera, sea posible poder ingresar nuevas actividades al Lookahead de la obra.

### **2.6.5 Programación Semanal**

La planificación a corto plazo o programación semanal es la etapa que presenta el mayor nivel de detalle antes de su ejecución debido a los compromisos generados de parte de todos los involucrados en el proyecto.

Esta planificación tiene como objetivo central materializar en un corto plazo todas las actividades del Inventario de Trabajo Ejecutable (ITE) que están libres de restricciones y que fueron previamente analizadas en la planificación intermedia o Lookahead Planning, teniendo en cuenta siempre los objetivos y metas del proyecto.

### **2.6.6 Programación Diaria**

La programación diaria está definida como el último escalón de planificación en la metodología Last Planner. Su finalidad es poder transmitirse diariamente a todas las personas que están involucradas directamente con la ejecución del proyecto.

Otro de sus objetivos es poder controlar los avances diarios en la obra y a partir de estos controlar los avances semanales, que finalmente con la ayuda de indicadores como el PPC sea posible representar el cumplimiento de las actividades en el proyecto.

Por lo general, este tipo de planificación tiene características diferentes a las mencionadas anteriormente, esto debido a que la información que llegue a campo debe estar representada de manera gráfica mediante planos y/o esquemas para un mejor control y entendimiento por parte de los involucrados.

## 2.6.7 Indicadores de Control

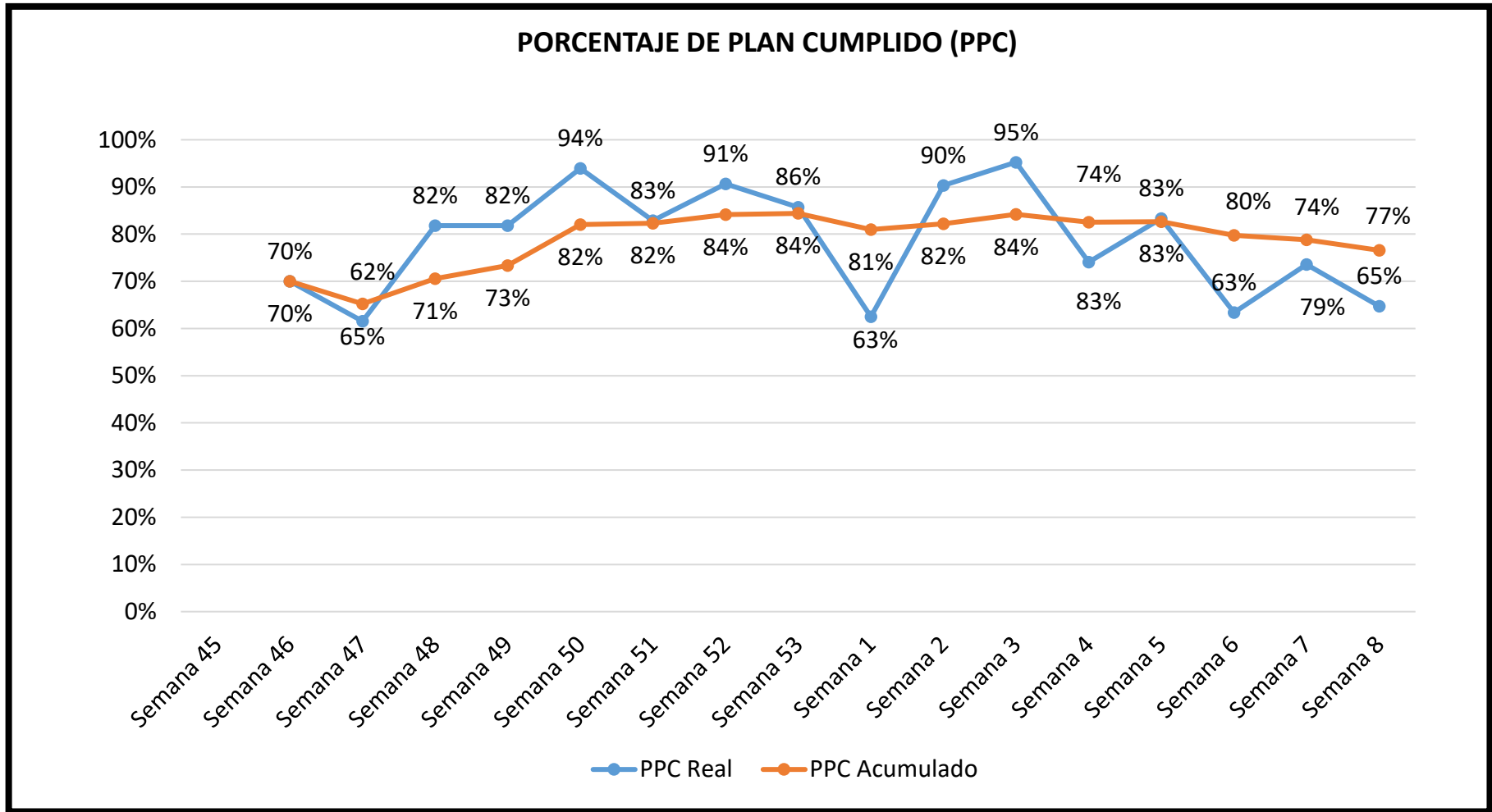
### 2.6.7.1 Porcentaje de Plan Cumplido (PPC)

El Porcentaje de Plan Cumplido o PPC es un indicador de control que mide si es que el avance del proyecto según los compromisos establecidos se logró completar con éxito durante el periodo de una semana.

Se puede obtener el PPC en unidad de porcentaje mediante la siguiente formula:

$$PPC = \frac{N^{\circ} \text{ de actividades cumplidas}}{N^{\circ} \text{ de actividades totales}} * 100$$

Para poder considerar el cumplimiento de una actividad en el PPC esta debe haber finalizado en su totalidad, en otras palabras, si la actividad ejecutada se completó hasta un 80% se considera como no realizada. Todas las actividades que fueron concluidas exitosamente entre el número total de actividades; en porcentaje equivalen al plan cumplido del proyecto para esa semana (Figura 12).



**Figura 12:** Ejemplo de PPC acumulado aplicado en una obra

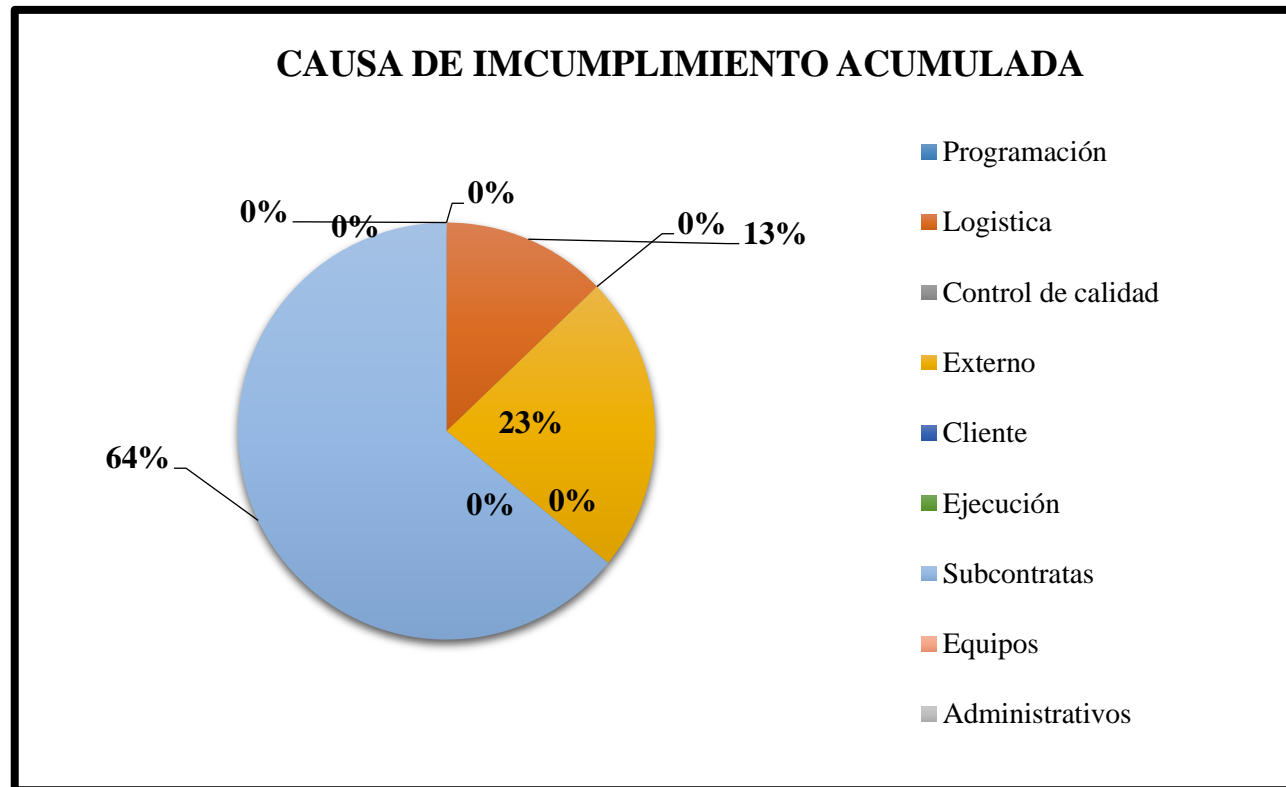
*Fuente: (Productiva, 2018)*

### 2.6.7.2 Causas de Incumplimiento (CI)

Podemos definir las causas de incumplimiento como las principales razones por las que no se cumplieron las actividades planificadas durante una semana. Por esa razón, estas CI se deben reportar de inmediato a todos los involucrados en el avance del proyecto y de esta manera poder identificar el origen de todas las causas a través de herramientas que propone esta metodología (Figura 13).

Actualmente, estas causas pertenecen a diferentes grupos de trabajo que forman parte de los involucrados del proyecto:

- ✓ Programación
- ✓ Logística
- ✓ Control de Calidad
- ✓ Externos
- ✓ Cliente/Supervisión
- ✓ Errores de Ejecución
- ✓ Subcontratas
- ✓ Equipos
- ✓ Administrativos



**Figura 13:** Ejemplo de Causas de Incumplimiento aplicado en una obra

*Fuente: (Productiva, 2018)*

### 2.6.7.3 Indicador de Compromisos

Es aquella herramienta que tiene como principal objetivo mostrar cómo ha sido el desempeño en la liberación de restricciones comprometidas en la planificación intermedia o Lookahead. Este indicador permite tener responsables sobre cada una de las restricciones que pueda tener el proyecto y a su vez genera claros compromisos para cada uno de los integrantes del equipo (Tabla 7).

RESPONSABLES	% CONFIABILIDAD	CANTIDAD DE COMPROMISOS ASUMIDOS
JEFFERSON PUCUHUAYLA	100%	3
ABEL SABOGAL	100%	2
JENIFFER MIÑAN	100%	1
EMILIO ROJAS	100%	1
CESAR QUISPE	100%	1
CARLOS LEÓN	100%	1
JUAN CARLOS NOVOA	83%	6
JENNY MIRO QUESADA	77%	22
CYNTHIA SAYAS	75%	12
PERCY ZEGARRA	71%	7
MARIA JESUS ALFARO	69%	26
CARLOS QUIROZ	67%	21
DAVID GARRIDO	67%	18
EDWIN ESPINOZA	67%	3
ANYELINA VELARDE	58%	12
EDWARD DIAZ	57%	7
EDSON RAMOS	57%	53
JULIO TANTA	56%	9
SHARON LOPEZ	55%	11
ARIANY BARREZUETA	55%	11
LUIS VARGAS	53%	17
HARLY BECERRA	50%	20
ALVARO ESTRADA	50%	16
ALLAN REJANOVINSCHI	50%	10
CARLA GONZALEZ	50%	2
OSCAR UTURI	50%	2
EDUARDO EZCURRA	48%	31
RALF OSBORNE	45%	32
ANTONIO BONIFACIO	42%	38
JHON AYQUIPA	40%	5
ERNESTO LOPEZ	40%	5
JOSE DE LA ROCA	33%	6
JORGE OSORIO	29%	7
CARMEN LOO	25%	8
PATRICIO MEJIA	18%	17
VIOLETA MAS	13%	8
ANGELICA MAYORGA	0%	4
FERNANDO LEVANO	0%	2
JORGE HUERTA	0%	1
HUGO PINGO	0%	1

**Tabla 7:** Ejemplo de Indicador de Compromisos aplicado en una obra

*Fuente: (Produktiva, 2018)*

#### 2.6.7.4 Panel de Control

El panel de control o A3 de control es una innovadora herramienta de esta metodología que se viene utilizando por las principales constructoras del mercado y aplicando en sus grandes proyectos de envergadura.

Entre sus principales ventajas encontramos que permite agrupar todos los indicadores semanales necesarios en un proyecto de construcción (Tabla 8), tales como; PPC semanal y acumulado, seguimiento de restricciones e identificación de nuevas restricciones en el proyecto, curva S y curva proyectada del proyecto, indicadores de cumplimiento (compromisos), causas de incumplimiento, entre otros.



# PANEL DE INDICADORES DE PRODUCCIÓN MAGNA HAUS



<b>NOMBRE DE PROYECTO</b> MAGNA HAUS	<b>AREA / DPTO</b>	<b>FECHA</b> 10/02/2018 SEMANA 6
<b>CODIGO DE PROYECTO</b>	<b>PROPIETARIO</b> ...	<b>UBICACION</b> JR. NICOLAS RODRIGO 247 - SURCO

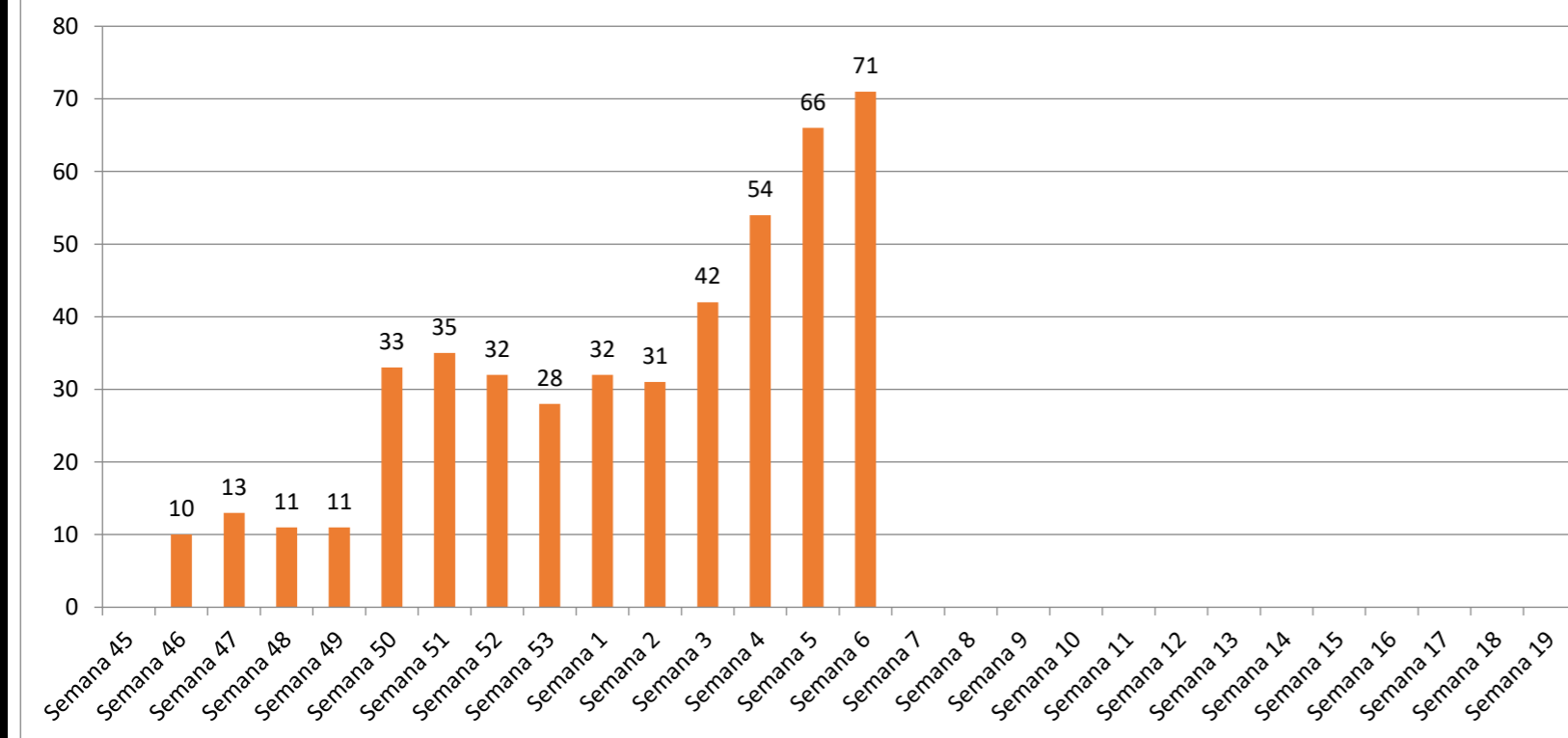
## PORCETAJE DEL PLAN COMPLETADO (PPC)

## INCUMPLIMIENTO POR TIPO

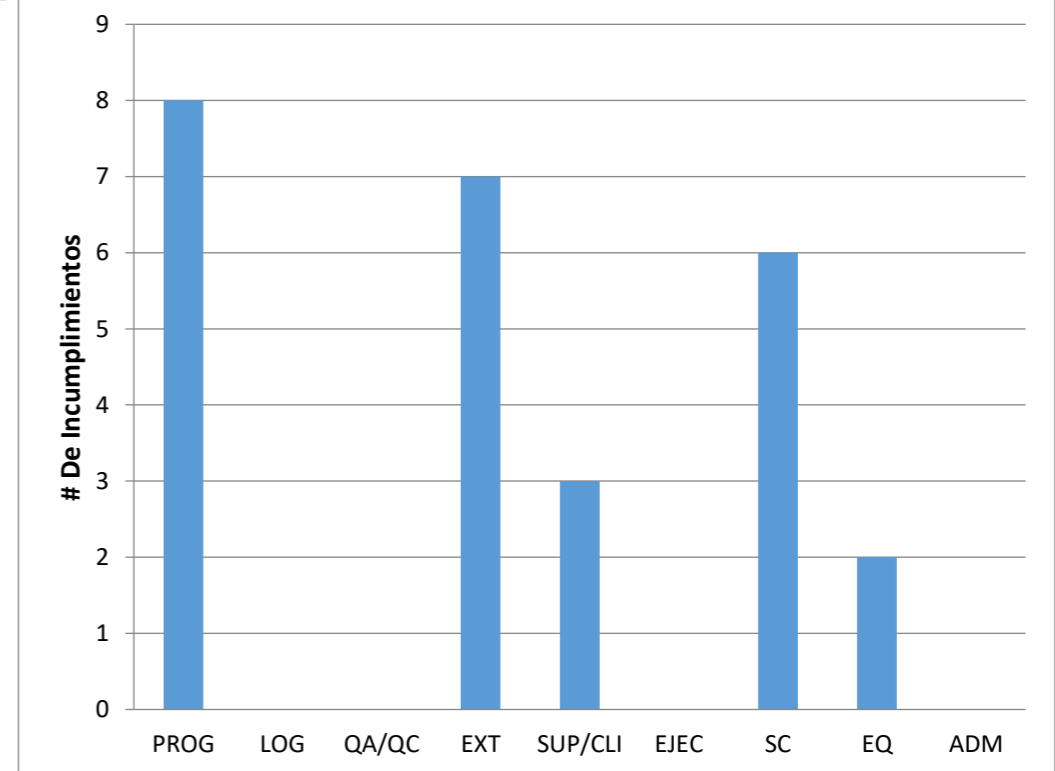
SEMANA DE CONSULTA:

SEMANA 6

Actividades programadas por semana



Causa de Incumplimiento por Tipo



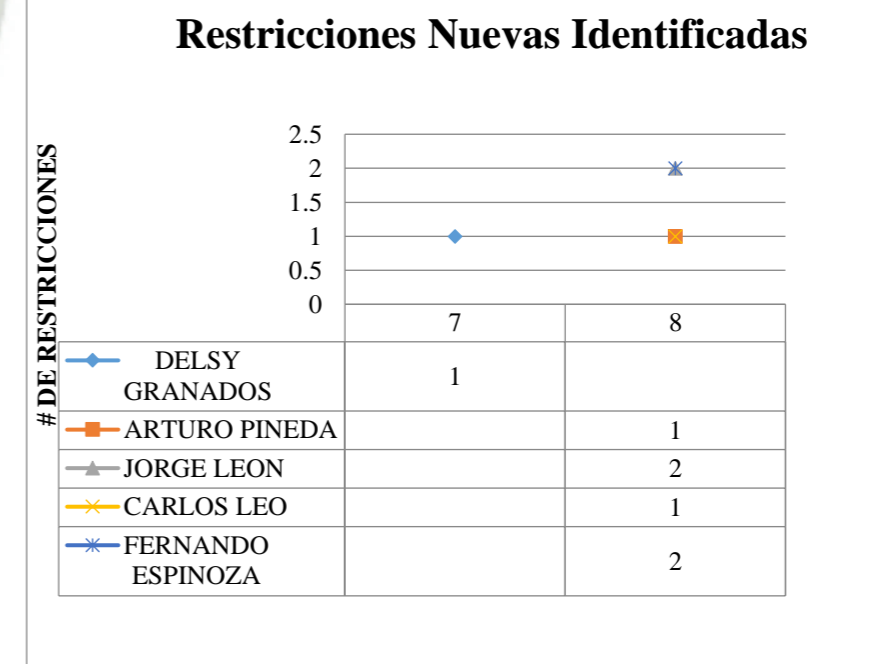
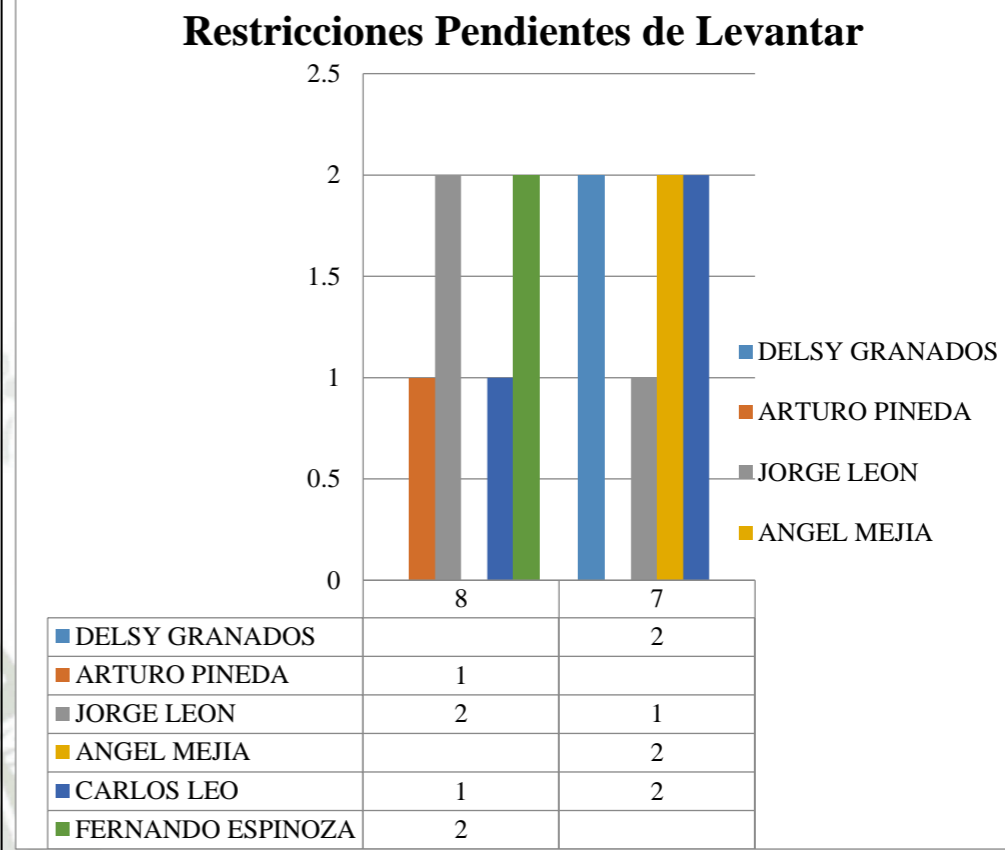
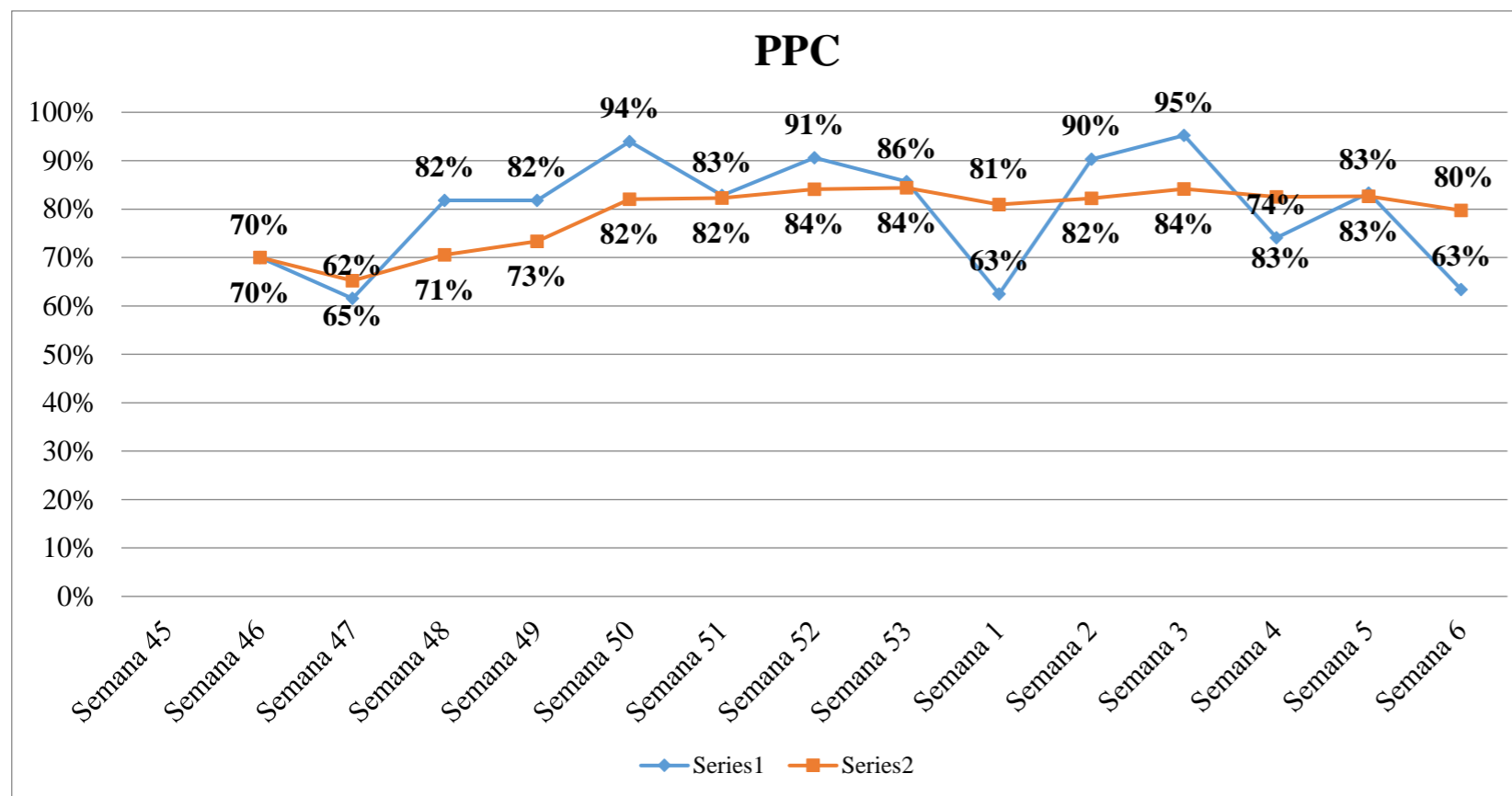


Tabla 8: Ejemplo de A3 de control para una obra

Fuente: (Produktiva, 2018)

## CAPITULO III: APLICACIÓN DE LA METODOLOGIA LAST PLANNER

### 3.1 Descripción del Proyecto

#### 3.1.1 Descripción de la empresa

AVITAR GRUPO INMOBILIARIO es una empresa inmobiliaria y constructora de nacionalidad peruana fundada en el año 2010. La empresa está orientada a la promoción y desarrollo de proyectos inmobiliarios en la ciudad de Lima, principalmente en el distrito de Surquillo, en donde se encuentran la mayoría de sus proyectos (Ver Anexo 1).

#### ✓ **Filosofía**

Su filosofía está basada en el trabajo en equipo, liderazgo, esfuerzo y determinación que incentiva a fomentar la importancia de la productividad a través del pensamiento Lean ofreciendo la mejor relación costo-beneficio para el cliente.<sup>1</sup>

#### ✓ **Misión**

Desarrollar viviendas eficientes, de gran calidad arquitectónica y de buena relación precio - producto. Trabajar con la finalidad de que nuestra marca sea sinónimo de credibilidad y seguridad para el comprador durante el proceso de compra y postventa. Para cumplir lo mencionado con éxito, apostamos muy fuerte por el desarrollo profesional y el talento de nuestro equipo, y trabajamos externamente con los mejores profesionales del medio, basados en la ética, en sus políticas de calidad, seguridad y medio ambiente, en su capacidad tecnológica, en la seriedad y cumplimiento de sus compromisos.<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> Información tomada de la página web de la empresa ([www.avitar.pe](http://www.avitar.pe)).

<sup>2</sup> Información tomada de la página web de la empresa ([www.avitar.pe](http://www.avitar.pe)).

### ✓ **Visión**

Ser la empresa inmobiliaria y constructora líder del Perú. Influir de manera significativa en la construcción, el crecimiento y el bienestar del país.<sup>3</sup>

### ✓ **Valores**

- Integridad
- Proactividad
- Compromiso
- Trabajo en equipo

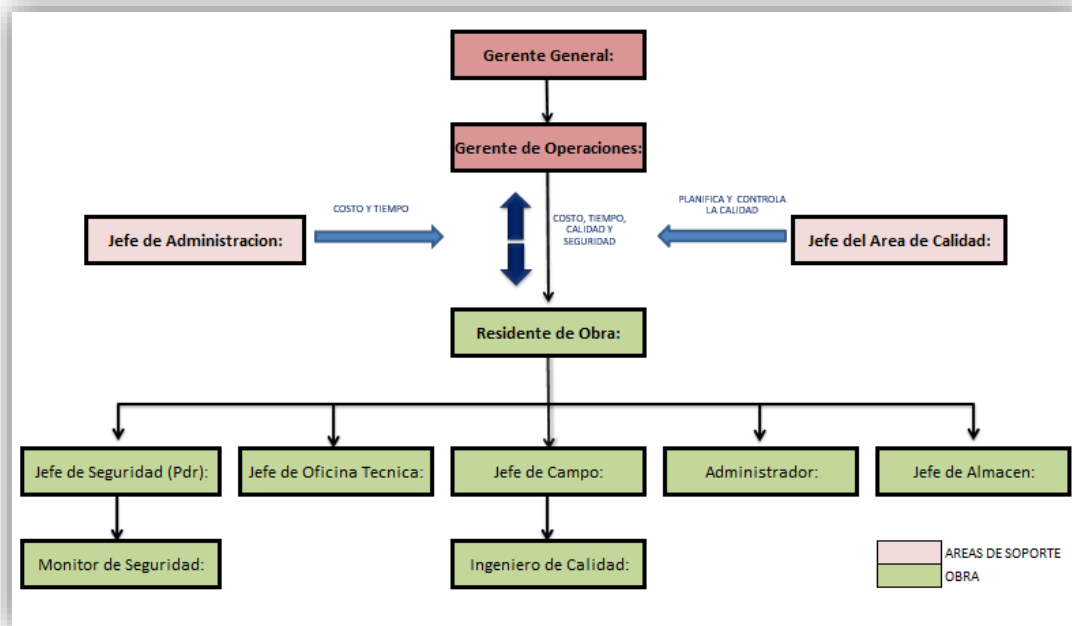
### **3.1.2 Descripción del proyecto en estudio**

El proyecto en estudio llamado “Quo” es un edificio multifamiliar de departamentos ubicado en el distrito de Surquillo en la Calle Varsovia 577, el cual está constituido por 3 sótanos, 8 pisos y azotea; conformado por 24 departamentos, donde 18 son tipo flat y 3 son tipo dúplex con extensiones desde los 34 m<sup>2</sup> hasta los 98 m<sup>2</sup>, de 1 a 3 dormitorios y con acabados de gran calidad; además de 21 estacionamientos distribuidos en los sótanos de la edificación: 7 estacionamientos distribuidos en el sótano 3, 6 estacionamientos distribuidos en el sótano 2, 6 estacionamientos distribuidos en el sótano 1 y 2 estacionamientos en el primer nivel de la edificación (Ver Anexo 2).

Quo está ubicado en un terreno de 320 m<sup>2</sup> y abarca un área construida de 3195 m<sup>2</sup>, según el planeamiento inicial tiene una duración estimada de 12 meses iniciando la construcción en enero del 2019 y finalizando en enero del 2020 (Ver Anexo 4). Este proyecto tiene un presupuesto de S/. 5´ 216, 026.71 incluido IGV y gastos generales.

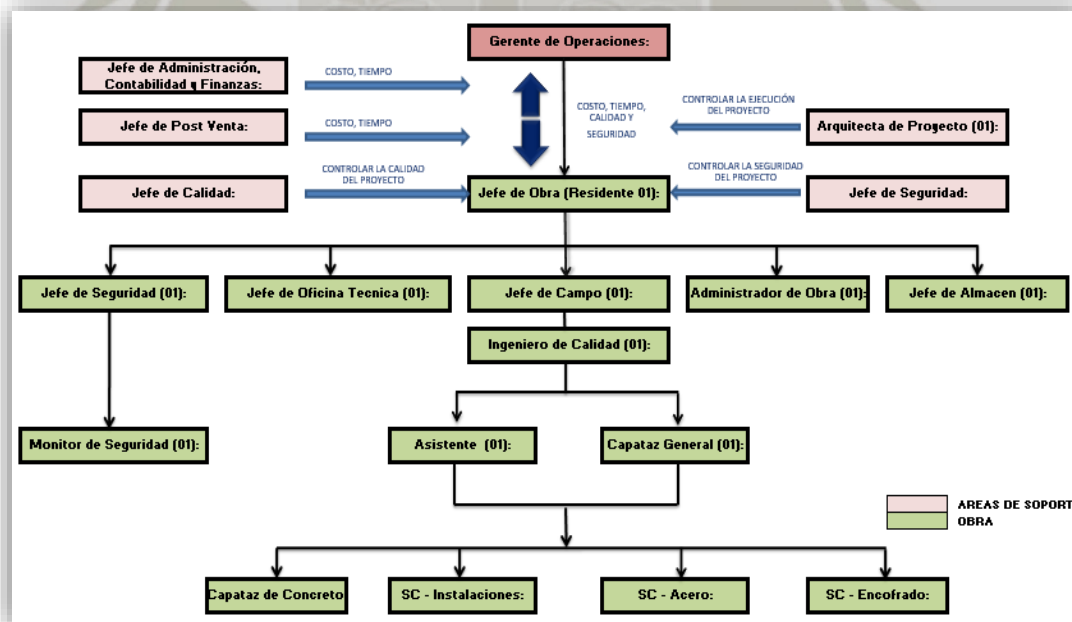
---

<sup>3</sup> Información tomada de la página web de la empresa ([www.avitar.pe](http://www.avitar.pe)).



**Figura 14:** Organigrama propuesto del proyecto en estudio

*Fuente: Elaboración propia*



**Figura 15:** Organigrama propuesto de la obra en estudio

*Fuente: Elaboración propia*

### Principales funciones de los integrantes de la obra

Para poder aplicar esta metodología en la obra es necesario capacitar a cada uno de los miembros del equipo conformado (Figuras 14 y 15) y conocer las principales funciones que cada uno de ellos asumirá dentro del proyecto con esta metodología y que están relacionadas directamente al origen de las restricciones y a las causas de incumplimiento que determinamos en el panel de control.

RESIDENTE DE OBRA / JEFE DE OBRA	
<b>Ejecución</b>	Responsable de mantener y custodiar en obra los documentos que sean requeridos durante la ejecución (planos, actas, memorias, especificaciones, comunicaciones, etc.). Asimismo, en esta parte, las funciones del ingeniero residente se deben centrar en la revisión de los planos del proyecto informando de las anomalías detectadas.
<b>Programación</b>	Responsable de realizar y/o actualizar la planificación de la obra, informando a tiempo sobre los acontecimientos que vendrán tales como: requerimiento de material, equipos y personal, retrasos en la ejecución, gastos no previstos, pagos a subcontratistas y personal, entre otros.
<b>Ejecución</b>	Responsable de coordinar y supervisar la realización de los planos de construcción o definitivos de la obra, así como la elaboración de los presupuestos modificados si fuera el caso.
<b>Control de calidad</b>	Responsable de supervisar la calidad de los materiales y equipos a utilizar en la obra, asegurándose de su adecuado almacenamiento y control de uso, en caso de que el material o el equipo no sean idóneos para los trabajos a realizar no podrán ser utilizados.
<b>Programación</b>	Responsable de gestionar la liberación de las restricciones que afecten el desempeño del proyecto.
<b>Cliente</b>	Responsable de definir el alcance a ejecutar por el responsable de producción, según los documentos contractuales aprobados, es decir; presupuesto contractual, adicionales y deductivos.

<b>Control de calidad</b>	Responsable de liderar y asegurar que operen los controles de obra establecidos para cumplir con los procedimientos y objetivos del proyecto; tomando las medidas correctivas necesarias que surjan de estos controles.
<b>Programación</b>	Responsable de la gestión para el cumplimiento del sistema Last Planner en la obra, ejecutando específicamente el Lookahead Planning y el análisis de restricciones semanalmente.
<b>Programación</b>	Responsable de dirigir las reuniones semanales de coordinación de obra.
<b>Subcontratas</b>	Detectar las necesidades de capacitación y entrenamiento en seguridad, salud ocupacional y medio ambiente del personal de obra.
<b>Equipos</b>	Responsable de la gestión para la elaboración y entrega oportuna del cronograma de utilización de equipos a las áreas involucradas.
<b>Subcontratas</b>	Responsable de la gestión para la elaboración y entrega oportuna del cronograma de trabajos a subcontratar a las áreas involucradas.
<b>Ejecución</b>	Responsable de la gestión para la elaboración y entrega oportuna del cronograma de mano de obra a las áreas involucradas.
<b>Externo</b>	Representar a la empresa frente a autoridades legales.
<b>Logística</b>	Responsable de realizar la supervisión del inventario de la obra.
<b>Programación</b>	Responsable de la gestión para el cumplimiento del sistema de Last Planner (Master Plan, Lookahead Planning, programación semanal, programación diaria, PPC, CI, lecciones aprendidas y mejora continua).
<b>Programación</b>	Responsable de la gestión para el cumplimiento de la realización de la sectorización y balance de cuadrillas (sectorización calzaduras - cimentación - sub-estructura - superestructura - encofrado y acabados).
<b>Programación</b>	Responsable de gestionar e implementar el rol de acciones correctivas (lecciones aprendidas).
<b>Subcontratas</b>	Responsable de gestionar y verificar el cumplimiento y el buen desarrollo del análisis de control de rendimiento utilizando el formato de curvas de productividad cuando sea necesario.

**Tabla 9:** Principales funciones del Residente de obra

*Fuente: Elaboración Propia*

<b>JEFE DE CAMPO / JEFE DE TERRENO</b>	
<b>Programación</b>	Participar en la planificación y programación de la obra.
<b>Logística</b>	Responsable de la elaboración y entrega oportuna del cronograma de utilización de materiales a las áreas involucradas.
<b>Equipos</b>	Responsable de la elaboración y entrega oportuna del cronograma de utilización de equipos a las áreas involucradas.
<b>Subcontratas</b>	Responsable de la elaboración y entrega oportuna del cronograma de trabajos a subcontratar a las áreas involucradas.
<b>Ejecución</b>	Responsable de la elaboración y entrega oportuna del cronograma de mano de obra a las áreas involucradas.
<b>Ejecución</b>	Responsable de ejecutar las diferentes actividades de la obra de acuerdo a los documentos contractuales del proyecto.
<b>Programación</b>	Participar activamente en la identificación y evaluación de riesgos de la obra, tanto desde el punto de vista contractual como desde el punto de vista de calidad, seguridad y medio ambiente.
<b>Programación</b>	Responsable de seguir la programación de obra por hitos (Macro a detalle).
<b>Programación</b>	Responsable de emitir los reportes del sistema de Last Planner (Lookahead Planning, Programación semanal, Programación diaria, PPC, Causas de incumplimiento, Layout de la obra, Lecciones aprendidas y Mejora continua).
<b>Programación</b>	Mejora continua de los niveles de productividad en la obra.
<b>Ejecución</b>	Responsable de elaborar y emitir los reportes diarios de producción, los cuales incluyen los volúmenes de trabajos realizados durante el día, comentarios sobre los principales incidentes de obra referente a desviaciones contractuales.
<b>Logística</b>	Responsable de realizar los pedidos de materiales y equipos, y a su vez, hacer seguimiento a la llegada de los mismos.
<b>Logística</b>	Coordinar las importaciones con los proveedores, planificando anticipadamente el cronograma de procura.
<b>Ejecución</b>	Reportar oportunamente a oficina técnica y al residente de obra de las desviaciones contractuales encontradas en campo.

<b>Programación</b>	Responsable de tomar las acciones correctivas en función a los controles de obra (Consumo de mano de obra, materiales y equipos).
<b>Control de calidad</b>	Responsable de ejecutar los protocolos de calidad de todos los trabajos de obra.
<b>Control de calidad</b>	Responsable de elaborar el reporte de levantamiento de no conformidades de obra (NCR).
<b>Programación</b>	Plan de necesidades de recursos para la obra. (Análisis de restricciones).
<b>Programación</b>	Control de la producción y la productividad en la obra.
<b>Programación</b>	Mejora de procesos - analizar y tomar acciones correctivas con cartas balance y nivel general de actividad.

**Tabla 10:** Principales funciones del Jefe de campo

*Fuente: Elaboración propia*

<b>JEFE DE OFICINA TECNICA</b>	
<b>Programación</b>	Responsable del análisis de los controles y a su vez del seguimiento y comunicación oportuna de las medidas correctivas a implementar.
<b>Ejecución</b>	Responsable de elaborar el presupuesto meta.
<b>Programación</b>	Responsable de la elaboración y presentación de adicionales de obra y ampliaciones de plazo.
<b>Cliente</b>	Responsable del seguimiento a la aprobación formal por parte del cliente de los adicionales de obra y ampliaciones de plazo.
<b>Subcontratas</b>	Obtener las cotizaciones necesarias de los subcontratos y realizar cuadros comparativos.
<b>Subcontratas</b>	Responsable de preparar y definir el alcance de los trabajos de los subcontratistas.
<b>Programación</b>	Responsable de la gestión de los contratos con los subcontratistas.

**Tabla 11:** Principales funciones del Jefe de oficina técnica

*Fuente: Elaboración propia*

INGENIERO DE CALIDAD	
<b>Control de calidad</b>	Coordinar con la residencia de obra la elaboración del plan de calidad de la obra.
<b>Control de calidad</b>	Archivar, actualizar, distribuir y controlar el plan de calidad de la obra.
<b>Subcontratas</b>	Capacitar al personal de campo respecto de la aplicación del plan de calidad.
<b>Control de calidad</b>	Realizar el aseguramiento de calidad en su obra.
<b>Ejecución</b>	Gestionar las no conformidades del sistema de gestión de calidad en su obra.
<b>Cliente</b>	Elaborar el dossier de calidad de la obra.
<b>Ejecución</b>	Control de topografía, niveles y verticalidad de la edificación.
<b>Ejecución</b>	Control de calidad de los procedimientos constructivos de los contratistas.
<b>Logística y Equipos</b>	Control de los certificados de calidad de materiales y certificados de calibración de equipos.
<b>Ejecución</b>	Elaborar protocolos y Checklists de calidad.
<b>Logística</b>	Controlar la calidad de los insumos que llegan a obra (concreto premezclado, agregados, viguetas pretensadas, etc.).
<b>Ejecución</b>	Llevar el control de laboratorio/pruebas.
<b>Programación</b>	Hacer cumplir procedimiento de control de calidad (Checklists de campo, etc.)
<b>Programación</b>	Establecer procesos de mejora continua.
<b>Subcontratas</b>	Entregar los protocolos de calidad a oficina técnica para considerarlos en la valorización.
<b>Logística</b>	Supervisar el correcto almacenamiento de los materiales en obra.
<b>Ejecución</b>	Cuadro de control de calidad de concreto premezclado y bomba de concreto.

**Tabla 12:** Principales funciones del Ingeniero de calidad

*Fuente: Elaboración propia*

<b>JEFE DE SEGURIDAD</b>	
<b>Programación</b>	Capacitar al personal de obra respecto de la aplicación del programa de seguridad, salud ocupacional y el plan de prevención ambiental de la obra.
<b>Programación</b>	Controlar y distribuir la documentación del sistema de gestión de seguridad, salud ocupacional y medio ambiente en obra.
<b>Ejecución</b>	Controlar el correcto uso de los elementos de protección personal de los trabajadores.
<b>Logística</b>	Responsable de realizar el pedido de los EPP de obra, además de asegurar un stock mínimo de los mismos.
<b>Programación</b>	Realizar la investigación de accidentes según el sistema de gestión de seguridad, salud ocupacional y medio ambiente.
<b>Ejecución</b>	Verificar que exista y se cumpla un programa de mantenimiento de equipos (en lo referido a seguridad).
<b>Ejecución</b>	Responsable de elaborar el programa de capacitaciones, charlas e inspecciones programadas para los empleados del proyecto.
<b>Programación</b>	Adecuar a la obra específica las normas, estándares y políticas de seguridad y medio ambiente.
<b>Ejecución</b>	Charlas diarias e inducción al personal sobre seguridad en obra.
<b>Programación</b>	Capacitar al personal de obra en identificación de riesgos (conocimiento y concientización).
<b>Programación</b>	Elaborar matriz de prevención de riesgos (seguridad y medio ambiente)
<b>Programación</b>	Requerimientos de equipos de seguridad necesarios en la obra.
<b>Programación</b>	Respetar los protocolos de ingreso de personal (SCTR, DNI, EPP, uniforme).
<b>Ejecución</b>	Rutas de evacuación libres y protecciones colectivas.
<b>Ejecución</b>	Documentación actualizada (asistencia a la charla de seguridad, ATS, permisos de trabajo, revisión de equipos, amonestación de seguridad, etc.).
<b>Programación</b>	Realización del plan de seguridad (IPER – política – planes de emergencia-programación anual).
<b>Ejecución</b>	Layout de seguridad y señalizaciones para la obra.

**Tabla 13:** Principales funciones del Ingeniero de seguridad

*Fuente: Elaboración propia*

ADMINISTRADOR DE OBRA	
<b>Administrativos</b>	Responsable de la elaboración y entrega de los reportes de pagos.
<b>Logística</b>	Responsable de la coordinación de entrega y recepción de documentos de los proveedores.
<b>Administrativos</b>	Verificar el cumplimiento de las disposiciones laborales, previsionales e impositivas vigentes para el proyecto (tanto las obligaciones propias como las de los subcontratistas).
<b>Logística</b>	Responsable de elaborar la conciliación semanal entre guías y facturas para los ingresos de acero corrugado, concreto premezclado, alquiler de equipos de encofrado.
<b>Administrativos</b>	Responsable de gestionar todo tipo de permisos y licencias de la obra.
<b>Programación</b>	Responsable de la recepción, revisión y seguimiento de la documentación necesaria para el ingreso oportuno de trabajadores al proyecto, según procedimiento.
<b>Programación</b>	Responsable de la actualización del SCTR, salud y pensión, así como tener la hoja de atención debidamente firmada y la lista de las clínicas cercanas.
<b>Programación</b>	Responsable de coordinar los exámenes médicos pre-ocupacionales y otros que se requieran.
<b>Ejecución</b>	Coordinar con el jefe de seguridad de la obra la implementación de los servicios de primeros auxilios y emergencias.
<b>Externo</b>	Co-responsable con el PDR de la evacuación de algún trabajador en caso de accidentes.
<b>Subcontratas</b>	Responsable del seguimiento de los contratos en obra y la custodia de los mismos.
<b>Externo</b>	Co-responsable con PDR de la gestión de vecinos, seguimiento hasta obtener la conformidad de trabajos hechos.
<b>Logística</b>	Responsable en la supervisión en la gestión de logística de almacenes y compras.

**Tabla 14:** Principales funciones del Administrador de obra

*Fuente: Elaboración propia*

<b>ASISTENTE DE CAMPO</b>	
<b>Programación</b>	Realización del tareo diario del personal de la empresa.
<b>Programación</b>	Mejora de procesos - toma de datos para realizar cartas balance.
<b>Programación</b>	Cumplimiento de las programaciones diarias.
<b>Ejecución</b>	Cumplimiento de Layout de la obra.
<b>Logística</b>	Preparar requerimiento de recursos necesarios para la obra.
<b>Ejecución</b>	Plan de adquisiciones de concreto premezclado, bomba y viguetas.
<b>Ejecución</b>	Seguimiento del personal que ingreso a la obra (diario).
<b>Externo</b>	Realización de los planos As Built del proyecto.

**Tabla 15:** Principales funciones del Asistente de campo

*Fuente: Elaboración propia*

<b>JEFE DE ALMACEN</b>	
<b>Logística</b>	Responsable de seguimiento de los requerimientos hechos en obra previa aprobación del residente del proyecto.
<b>Equipos</b>	Responsable del retorno al almacén de las herramientas y equipos manuales.
<b>Programación</b>	Establecer el stock mínimo de los materiales crítico en conjunto con el residente de obra y reportarlo al menos dos veces por semana.
<b>Ejecución</b>	Aplicar la metodología adecuada para el manipuleo, almacenamiento y preservación de los productos que llegan a obra, hasta su uso, instalación o entrega.
<b>Programación</b>	Generar informes periódicos sobre el estado del almacén, incluye el estado de las herramientas y equipos manuales propios y de terceros.
<b>Logística</b>	Coordinar el abastecimiento, del proveedor según lo acordado en la orden de compra.
<b>Logística</b>	Controlar el stock de materiales de la obra.

<b>Logística</b>	Recibir materiales y verificar sus cantidades, plazos de entrega y especificaciones técnicas, certificados de calidad.
<b>Ejecución</b>	Informar oportunamente del stock de los EPP y elementos de seguridad al PDR y residente, para su oportuna emisión de requerimiento y posterior compra.
<b>Control de calidad</b>	Responsable de obtener todos los certificados de calidad de los materiales.
<b>Logística y equipos</b>	Responsable de la recepción de las guías de materiales y equipos que lleguen a obra.
<b>Equipos</b>	Responsable del control de equipos, cuidado, limpieza, seguridad y buen funcionamiento.

**Tabla 16:** Principales funciones del Jefe de almacén

*Fuente: Elaboración propia*

MAESTRO DE OBRA	
<b>Programación</b>	Encargado de llevar manejo y/o control del personal de obra.
<b>Ejecución</b>	Encargado de dar la confirmación de la topografía de la obra.
<b>Ejecución</b>	Encargado del ordenamiento de las cuadrillas junto con los capataces.
<b>Externo</b>	Encargado de tener el cuidado debido de los inmuebles que se encuentran colindantes a la obra en los trabajos de acero, encofrado y vaciado.
<b>Programación</b>	Encargado de realizar el seguimiento para el cumplimiento de las programaciones diarias.
<b>Programación</b>	Encargado de apoyar al jefe de campo en la elaboración de metrados.
<b>Ejecución</b>	Encargado de realizar el seguimiento para el cumplimiento del Layout de la obra.
<b>Equipos</b>	Encargado de supervisar el correcto uso de las herramientas y equipos de la obra.
<b>Programación</b>	Preparar requerimientos de los recursos necesarios en la obra.

**Tabla 17:** Principales funciones del Maestro de obra

*Fuente: Elaboración propia*

### 3.1.3 Descripción de restricciones externas

En el proyecto descrito se han identificado posibles restricciones externas antes de iniciar con la etapa de construcción, que podrían generar retrasos y/o paralizaciones en el avance habitual de la ejecución de la obra.

- **Restricción de horario de trabajo:**

La obra está ubicada en el distrito de Surquillo, por lo tanto, la empresa debe regirse a la normas y permisos que la municipalidad de Surquillo otorga, en donde está claramente establecido que el horario de trabajo puede iniciar desde las 07:30 am hasta las 05:00 pm. En caso no se respete el horario indicado, la municipalidad podría paralizar la obra y colocar sanciones económicas a la empresa por no acatarse a las normas perjudicando así el avance del proyecto.

Cabe resaltar que en la etapa de construcción de la subestructura y la superestructura existe un mayor riesgo de sobrepasar el límite horario, ya que se programan vaciados diarios que pueden iniciar en el turno de tarde (02:00 pm) según disponibilidad de proveedores de concreto, sumado a la instalación y desinstalación de la bomba que tarda entre 20 y 40 minutos.

- **Viviendas vecinas:**

La ubicación del proyecto está dada en una zona residencial, en donde la mayoría de viviendas son casas en promedio de 2 a 3 niveles con una antigüedad superior a los 20 años.

Debido a ello, durante la etapa de demolición y excavación existe un mayor peligro y riesgo que estas causas generen posibles retrasos en la ejecución de las actividades.

### 3.2 Aplicación de la Metodología Last Planner

El estudio de la presente investigación está orientado en mejorar el control de la producción en el proyecto aplicando las herramientas de la metodología Last Planner, que se enfoca principalmente en los procesos de planeamiento, programación y control de las actividades en un proyecto.

Mediante esta metodología se aplicaron herramientas de planificación tales como la planificación maestra o master plan, planificación intermedia o Lookahead Planning, planificación semanal, planificación diaria, porcentaje de plan cumplido (PPC) y las causas de no cumplimiento (CI).

Para complementar una buena planificación a mediano y corto plazo es necesario realizar previamente una sectorización para cada etapa del proyecto (excavación, muros anclados, cimentación, superestructura, etc.) según los metrados correspondientes que tenga cada actividad en una jornada de trabajo. También, se pueden dimensionar las cuadrillas según el tren de actividades y la sectorización propuesta para el proyecto (First Run Study).

Esta metodología busca complementarse con herramientas tales como el Nivel General de Actividad (NGA) y Cartas Balance, mediante las cuales podemos medir los niveles de productividad dentro del proyecto ya sea en general para todas las partidas o partidas específicas.

Adicionalmente, encontramos una herramienta importante que ayuda a reducir la variabilidad en el proyecto, también llamada Buffer, la cual se aplica en la programación o planificación intermedia (Lookahead Planning) con el fin de tener una mayor certeza del cumplimiento de las actividades.

#### Herramientas aplicadas en el proyecto

La aplicación de la metodología Last Planner está enfocada en el estudio y análisis de las distintas herramientas que propone el sistema de entrega de proyectos Lean (LPDS), en el que se analizarán los 4 principales módulos y las herramientas de cada uno de ellos durante la construcción del proyecto (Tabla 18).

LPDS	Herramienta	Fuente	APLICADO
<b>DISEÑO LEAN</b>	REPORTE A3	Toyota	SI
	SOLICITUD DE INFORMACIÓN (RFI)	Grupo internacional de Lean Construction	SI
<b>EJECUCIÓN LEAN</b>	FIRST RUN STUDIES	Instituto de la construcción Lean	SI
	NIVEL GENERAL DE ACTIVIDAD	Alfredo Serpell 1990	SI
	CARTA BALANCE	Alfredo Serpell 1990	SI
<b>CONTROL DE PRODUCCIÓN</b>	PLANIFICACIÓN MAESTRA	Grupo Internacional de Lean Construction	SI
	LOOKAHEAD PLANNING	Glenn Ballard y Greg Howell 2004	SI
	PLAN DE TRABAJO SEMANAL	Glenn Ballard y Greg Howell 2004	SI
	PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO	Glenn Ballard y Greg Howell 2004	SI
	CAUSAS DE INCUMPLIMIENTO	Glenn Ballard y Greg Howell 2004	SI
	<b>TRABAJO ESTRUCTURADO</b>	BUFFERS	Grupo Internacional de Lean Construction

**Tabla 18:** Herramientas aplicadas en el proyecto

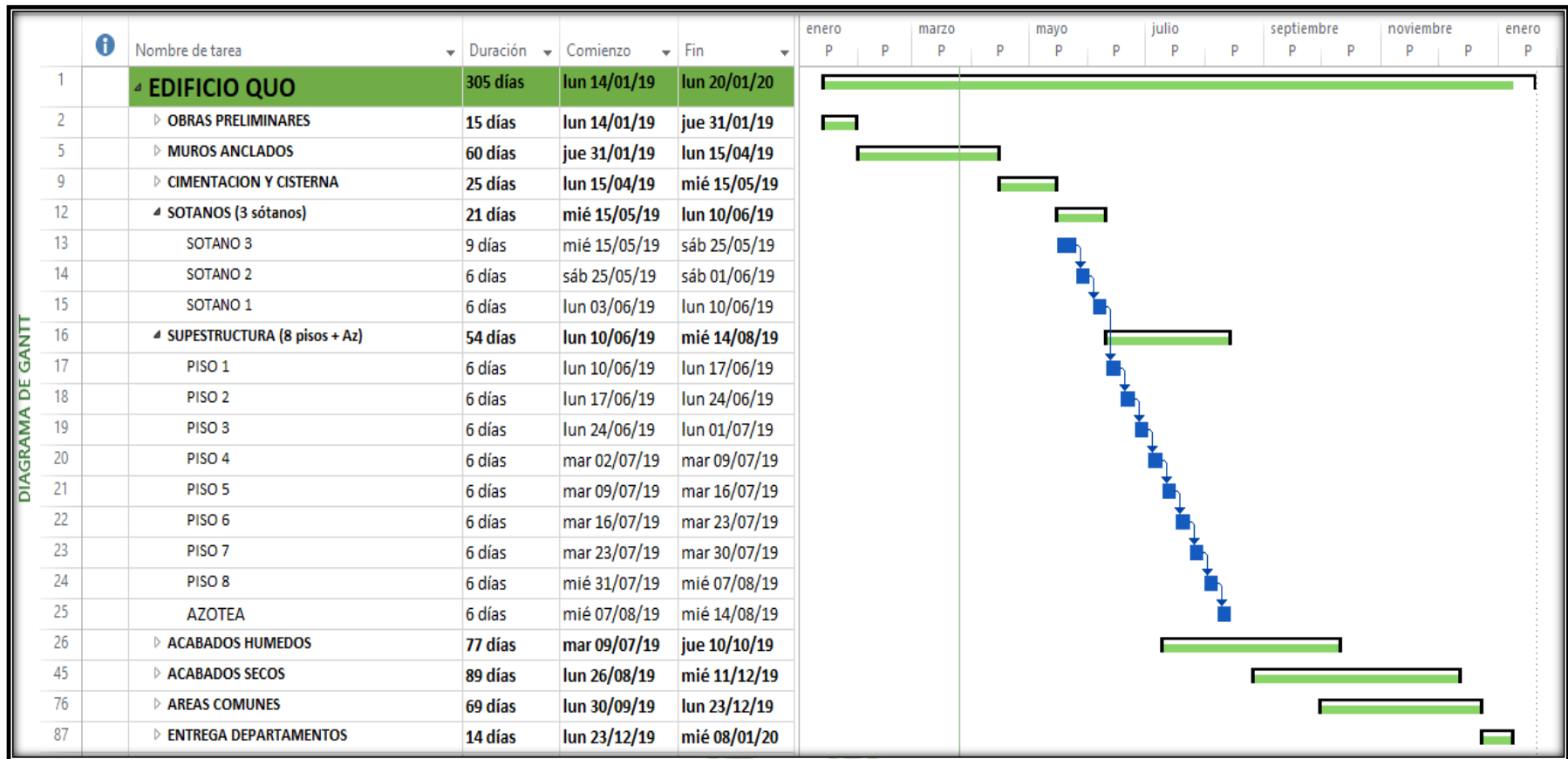
*Fuente: (Castillo Maguiña, 2014)*

### 3.2.1 Plan Maestro del Proyecto (Master Plan)

Esta es la planificación inicial para todo el proyecto, podemos decir que este es el tipo de planificación que sirve para poder establecer hitos a lo largo de todo el proyecto. Generalmente en este rubro, es poco probable cumplir con las fechas planificadas en el cronograma y por consiguiente cumplir con los plazos propuestos de entrega al cliente. En vista de los incumplimientos las constructoras optan por elaborar un cronograma inicial, al cual se le conoce como cronograma venta. Las fechas fijadas en este plan venta son las que contractualmente debe respetar el cliente y la empresa constructora bajo cualquier premisa (Tabla 19).

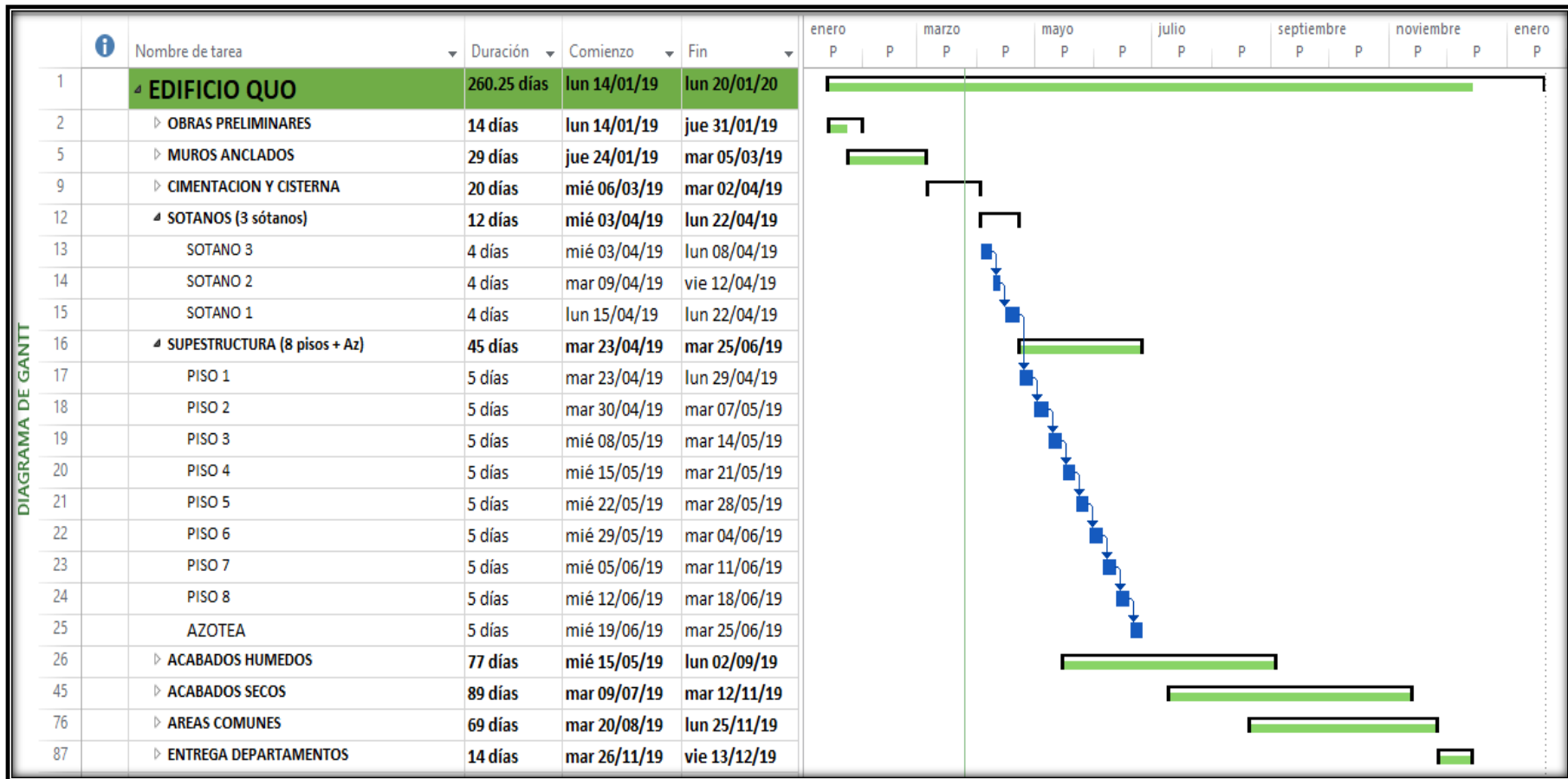
Posteriormente a lo mencionado, las constructoras elaboran un cronograma meta o un plan meta (Tabla 20), el cual tiene fechas más ajustadas al cronograma inicial (cliente) y que puede variar entre 4 a 6 semanas aproximadamente con diferencia del plan presentado al cliente. Finalmente, este plan meta es el que utilizan todos los integrantes del equipo para controlar el avance de la obra y de las subcontratas. Esta planificación debe ser elaborada por el residente de la obra y tener la aprobación del gerente del proyecto.

El plan meta o plan maestro sirve también para el proceso de licitación con los subcontratistas, en donde ellos saben que contractualmente deben regirse al cronograma presentado, caso contrario podrían afrontar penalizaciones y/o intervenciones en su especialidad (Ver Anexo 6).



**Tabla 19:** Cronograma inicial o venta del proyecto Quo

*Fuente: (Avitar Grupo Inmobiliario, 2019)*



**Tabla 20:** Cronograma meta del proyecto Quo

*Fuente: Elaboración propia*

De acuerdo a los cronogramas mostrados en las tablas 21 y 22 podemos observar que existe una variación cerca de 4 semanas respecto a la culminación del proyecto. El alcance y la aplicación de las herramientas de esta metodología se dieron a cabo únicamente en la etapa de subestructura y superestructura. Por lo tanto, mostraremos a continuación la variación que existe entre las etapas ya mencionadas de la obra.

CRONOGRAMA VENTA			
	Subestructura	Superestructura	Proyecto
<b>Inicio</b>	31/01/19	10/06/19	14/01/19
<b>Fin</b>	10/06/19	14/08/19	08/01/20

**Tabla 21:** Fechas de inicio y fin de cronograma venta

*Fuente: Avitar Grupo Inmobiliario*

CRONOGRAMA META			
	Subestructura	Superestructura	Proyecto
<b>Inicio</b>	24/01/19	23/04/19	14/01/19
<b>Fin</b>	22/04/19	25/06/19	13/12/19

**Tabla 22:** Fechas de inicio y fin de cronograma meta

*Fuente: Elaboración propia*

Existe una gran holgura entre ambos cronogramas, específicamente en las etapas de subestructura y superestructura, lo cual permite tener un buffer o también llamado “colchón” para el cumplimiento de las fechas pactadas con el cliente (Ver Anexo 5).

Por la alta competencia que existe en el mercado entre las distintas constructoras, el cronograma meta siempre será lo más ajustado posible y precisamente es en esta planificación donde surgirán las principales interrogantes para el cumplimiento de plazos como está estipulado en el plan meta.

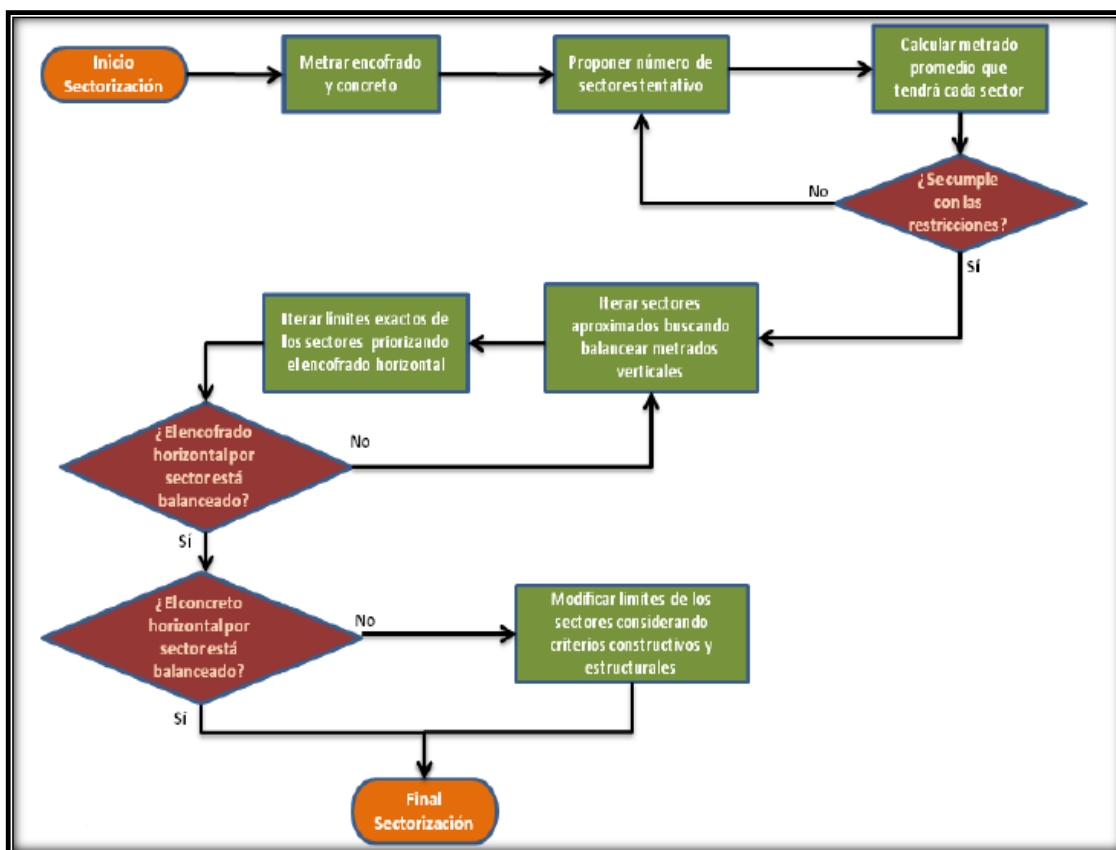
### **Sectorización (First Run Study)**

Es un proceso que propone esta metodología, el cual es necesario para poder realizar una planificación a corto y mediano plazo en el proyecto, dado que el master plan o plan maestro toma una cantidad mínima de sectores. Por lo que es indispensable saber la cantidad de sectores para cada actividad y así poder elaborar una adecuada planificación acorde a los metrados de cada sector. Este procedimiento está siendo aplicado en la mayoría de obras del rubro de edificaciones, en el caso de AVITAR se ha utilizado para el proyecto Quo y se busca aplicarlo en sus futuros proyectos.

Como primer paso para iniciar con la sectorización en la obra se debe proponer un número tentativo de sectores, el cual depende de las extensiones de terreno y área que tenga el proyecto. Después de tener establecido el número de sectores se procede a calcular el metrado correspondiente para cada uno de ellos, es importante conocer las partidas que tienen mayor duración en una jornada de trabajo tales como el encofrado ya que esta partida define el volumen y ritmo de trabajo diariamente, además nos permite identificar si los metrados están balanceados correctamente y al ser una actividad predecesora a los vaciados podemos saber el volumen de concreto a vaciar diariamente y programar el volumen proyectado (Tabla 23).

Dadas las condiciones en el proyecto para tener una buena sectorización, se procede a dibujar y dividir los sectores (Planos dibujados en Excel) según los procedimientos y especificaciones establecidas en los planos del proyecto, buscando seguir una secuencia lógica entre los sectores y tener un metrado lo más semejante posible (Figura 16).

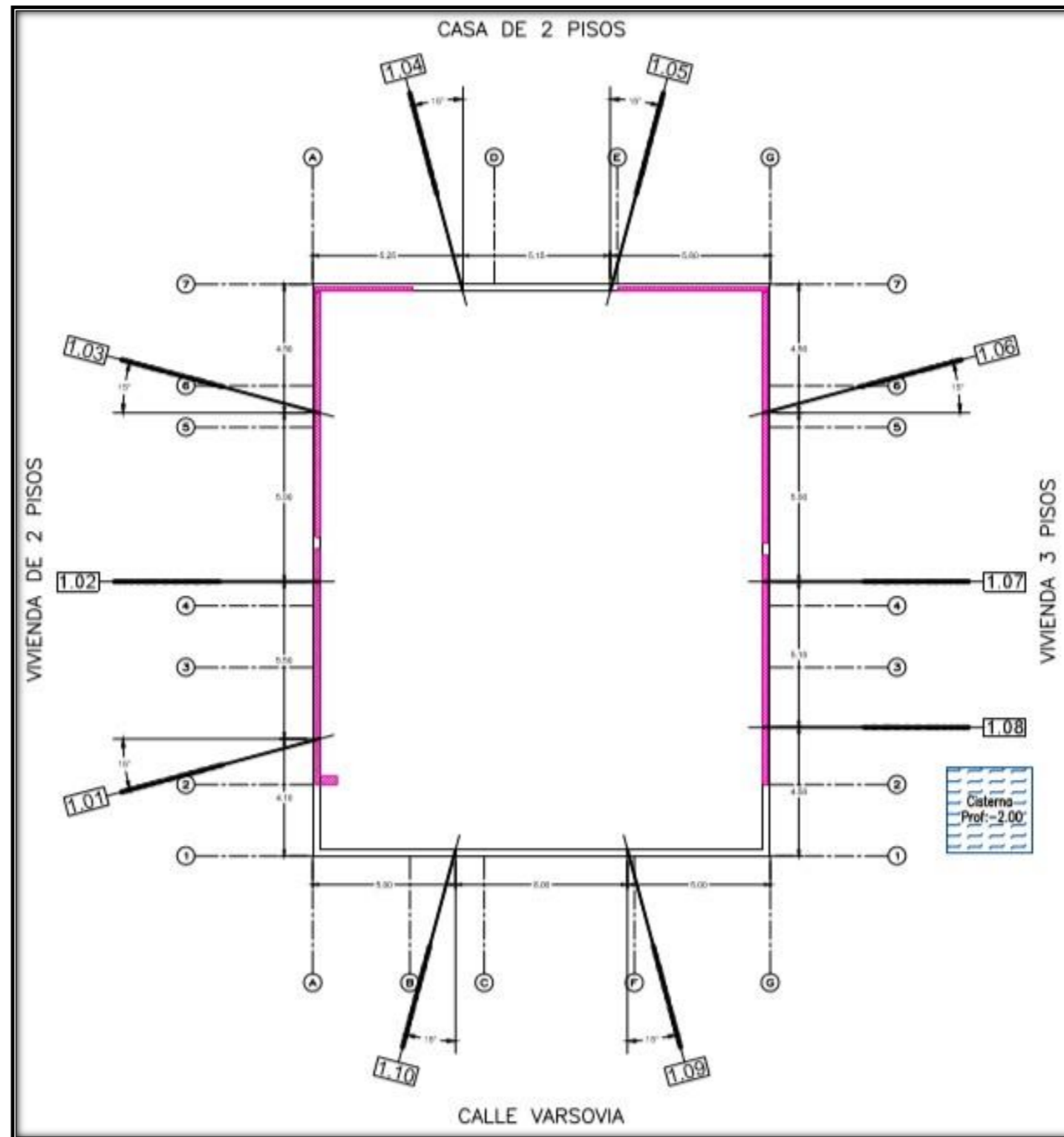
Para cada etapa del proyecto se estableció un tipo diferente de sectorización, en el caso de los muros anclados se elaboró una sectorización para el encofrado y vaciado de muros de acuerdo a la propuesta enviada por el especialista, en el caso de este proyecto se subcontrató a Pilotes Terratest.



**Figura 16:** Procedimiento para una correcta sectorización en edificaciones

*Fuente: (EDIFICA, 2011)*

En la figura 17 se observa que para el primer sótano de la obra existen en total 10 anclajes que están distribuidos de la siguiente manera; 2 anclajes en la fachada de la obra hacia la calle Varsovia, 3 anclajes a izquierda de la obra colindantes a una vivienda de 2 pisos, 3 anclajes a la derecha de la obra colindantes con una vivienda de 3 pisos y 2 anclajes en la parte posterior de la obra colindantes a una vivienda de 2 pisos (Ver Anexo 3).



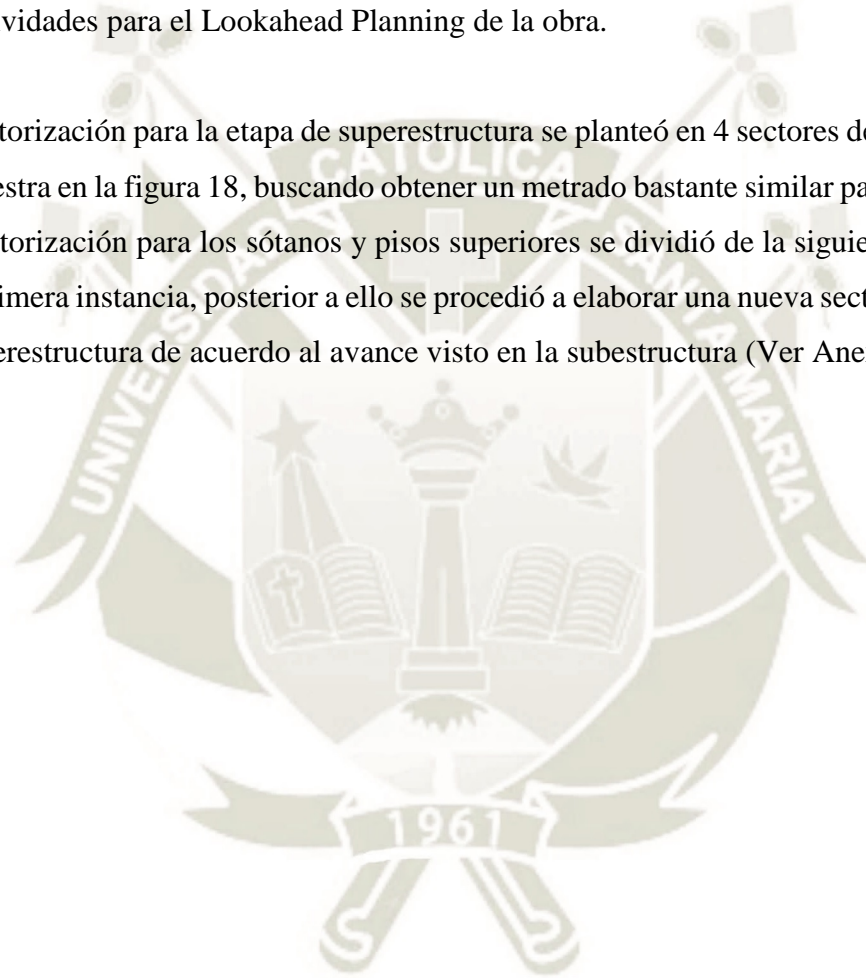
**Figura 17:** Planta propuesta para anclaje de muros en el proyecto

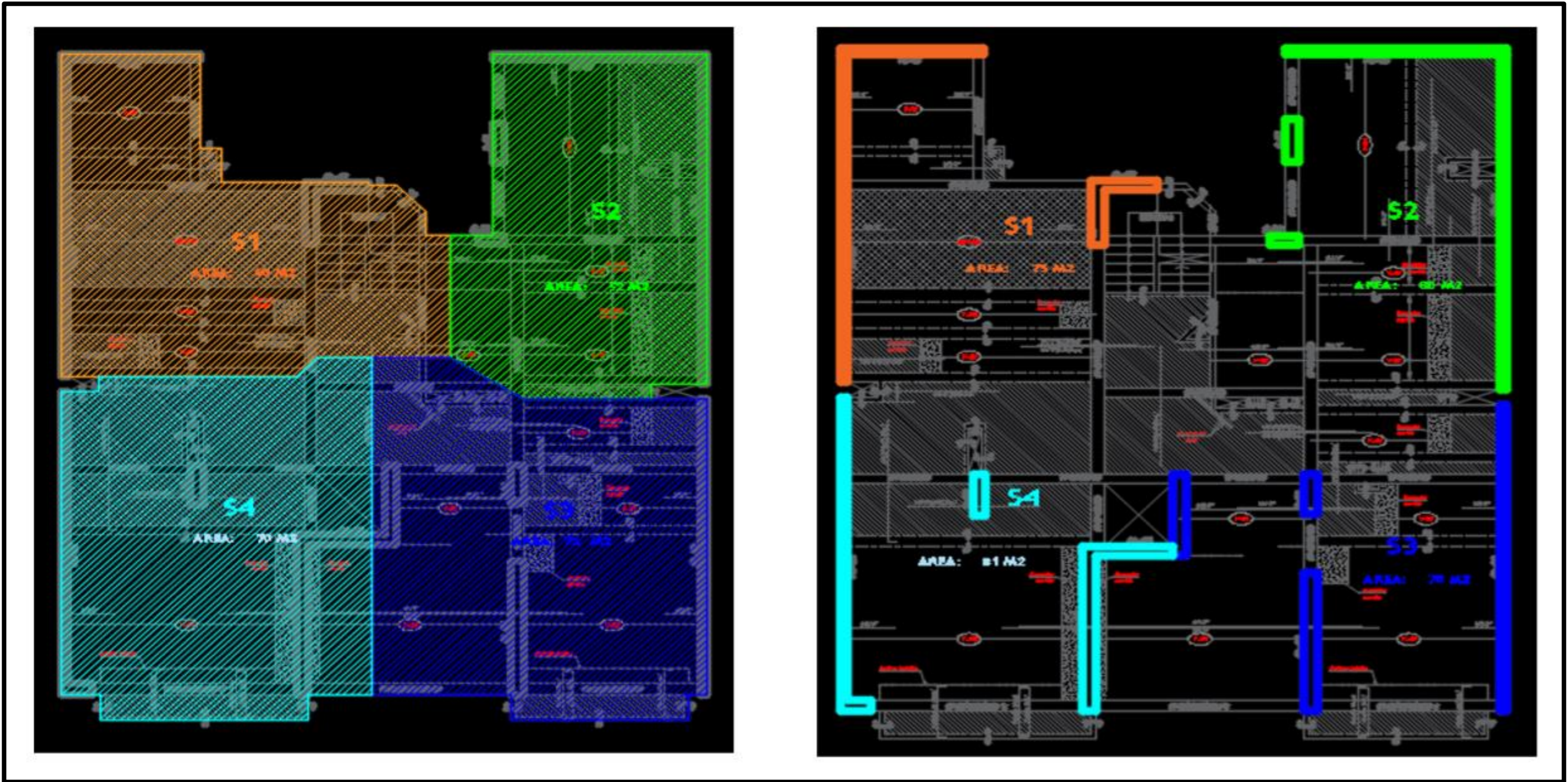
*Fuente: (Avitar Grupo Inmobiliario, 2019)*



En la tabla 23 observamos la distribución y secuencia del encofrado y vaciado de muros, donde se asigna una fecha tentativa de vaciado a cada muro, de manera que se puedan balancear los metrados. Cada muro está representado por una numeración como “MA 03” o “MA 07” de acuerdo a la secuencia utilizada en la obra, además tienen asignado un metrado en unidades de ml, m2 y m3 para poder identificar fácilmente el avance diario y elaborar la planificación a corto plazo o programación semanal. Esta sectorización se aplicó para los 3 sótanos y cada anillo del proyecto, y posteriormente se elaboró el tren de actividades para el Lookahead Planning de la obra.

La sectorización para la etapa de superestructura se planteó en 4 sectores de trabajo como se muestra en la figura 18, buscando obtener un metrado bastante similar para cada sector. La sectorización para los sótanos y pisos superiores se dividió de la siguiente manera en una primera instancia, posterior a ello se procedió a elaborar una nueva sectorización para la superestructura de acuerdo al avance visto en la subestructura (Ver Anexo 6).





**Figura 18:** Sectorización horizontal y vertical para pisos superiores

*Fuente: Elaboración propia*

### 3.2.2 Planificación Intermedia (Lookahead Planning)

Esta metodología nos brinda una herramienta de planificación más efectiva conocida como Lookahead Planning o planificación intermedia, la cual es elaborada por el jefe de campo con aprobación del residente de obra.

El Lookahead Planning o planificación intermedia es una herramienta de la metodología Last Planner que es dependiente de 2 factores importantes en el rubro de la construcción, uno de ellos conocido como la variabilidad que tenga el proyecto y el otro como el tiempo necesario para el levantamiento de restricciones.

A través de esta planificación podemos identificar todas las restricciones que existan para poder ejecutar alguna actividad en la obra, el Lookahead Planning consta de un tren de actividades con proyección entre 4 a 6 semanas, esto depende principalmente de la ubicación que tenga el proyecto. En consecuencia, Quo al estar ubicado en Lima específicamente en el distrito de Surquillo no generaría mayor problema con la llegada de los recursos y equipos para cada etapa de la obra.

En el proyecto se utilizó una planificación con horizonte de 4 semanas revisada por el jefe de campo, precisamente en esta etapa es donde las reuniones semanales deben tomar mayor protagonismo ya que a través de los subcontratistas se pueden identificar todas las restricciones que presenta la obra en cada actividad, donde ellos tienen la responsabilidad y el compromiso del cumplimiento de sus partidas.

El formato aplicado para la elaboración del Lookahead semanal se muestra en la tabla 24, el cual corresponde a la semana 18 de avance de la obra. También, se puede observar el tren de actividades con proyección hasta la semana 21 dividido en 4 sectores para todas las partidas de la superestructura, así como los horarios de trabajo asignados a cada subcontratista.

## LOOKAHEAD PLANNING SEMANA 18

ITEM	ACTIVIDADES	CONTRATISTA	HORA	UND	ABRIL		MAYO																			
					SEMANA 18					SEMANA 19					SEMANA 20					SEMANA 21						
					L	M	M	J	V	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V		
29	30	1	2	3	6	7	8	9	10	13	14	15	16	17	20	21	22	23	24							
<b>5.00</b>	<b>SUPERESTRUCTURA</b>																									
5.01	Acero de Verticales	SERPER	08:00 - 12:00	kg	S2S4	S1S1		S1S2	S1S3	S1S4	P1S1	P1S2	P1S3	P1S4	P2S1	P2S2	P2S3	P2S4	P3S1	P3S2	P3S3	P3S4	P4S1	P4S2		
5.02	Colocación de IIEE/IISS	T CONSTRUYE	13:00 - 14:00	glb	S2S4	S1S1		S1S2	S1S3	S1S4	P1S1	P1S2	P1S3	P1S4	P2S1	P2S2	P2S3	P2S4	P3S1	P3S2	P3S3	P3S4	P4S1	P4S2		
5.03	Encofrado de Verticales	R&M	07:30 - 12:00	m2	S2S3	S2S4		S1S1	S1S2	S1S3	S1S4	P1S1	P1S2	P1S3	P1S4	P2S1	P2S2	P2S3	P2S4	P3S1	P3S2	P3S3	P3S4	P4S1		
5.04	<b>Concreto de Verticales</b>	R&M	12:00 - 13:00	m3	S2S3	S2S4		S1S1	S1S2	S1S3	S1S4	P1S1	P1S2	P1S3	P1S4	P2S1	P2S2	P2S3	P2S4	P3S1	P3S2	P3S3	P3S4	P4S1		
5.05	Encofrado de fondo y 1er costado de Vigas	R&M	07:30 - 12:00	ml	S2S2	S2S3		S2S4	S1S1	S1S2	S1S3	S1S4	P1S1	P1S2	P1S3	P1S4	P2S1	P2S2	P2S3	P2S4	P3S1	P3S2	P3S3	P3S4		
5.06	Acero de Vigas	SERPER	13:00 - 17:00	kg	S2S2	S2S3		S2S4	S1S1	S1S2	S1S3	S1S4	P1S1	P1S2	P1S3	P1S4	P2S1	P2S2	P2S3	P2S4	P3S1	P3S2	P3S3	P3S4		
5.07	Fondo de losa y costado	R&M	07:30 - 10:30	ml	S2S1	S2S2		S2S3	S2S4	S1S1	S1S2	S1S3	S1S4	P1S1	P1S2	P1S3	P1S4	P2S1	P2S2	P2S3	P2S4	P3S1	P3S2	P3S3		
5.08	Colocación de viguetas y bovedillas	R&M	10:30 - 02:00	glb	S2S1	S2S2		S2S3	S2S4	S1S1	S1S2	S1S3	S1S4	P1S1	P1S2	P1S3	P1S4	P2S1	P2S2	P2S3	P2S4	P3S1	P3S2	P3S3		
5.09	Acero positivo	SERPER	14:00 - 17:00	kg	S2S1	S2S2		S2S3	S2S4	S1S1	S1S2	S1S3	S1S4	P1S1	P1S2	P1S3	P1S4	P2S1	P2S2	P2S3	P2S4	P3S1	P3S2	P3S3		
5.10	Colocación de IIEE/IISS	T CONSTRUYE	07:30 - 10:00	glb	S3S4	S2S1		S2S2	S2S3	S2S4	S1S1	S1S2	S1S3	S1S4	P1S1	P1S2	P1S3	P1S4	P2S1	P2S2	P2S3	P2S4	P3S1	P3S2		
5.11	<b>Concreto de Losa</b>	R&M	10:00 - 12:00	m3	S3S4	S2S1		S2S2	S2S3	S2S4	S1S1	S1S2	S1S3	S1S4	P1S1	P1S2	P1S3	P1S4	P2S1	P2S2	P2S3	P2S4	P3S1	P3S2		
5.12	Acabado de Losa	R&M	12:00 - 17:00	m2	S3S4	S2S1		S2S2	S2S3	S2S4	S1S1	S1S2	S1S3	S1S4	P1S1	P1S2	P1S3	P1S4	P2S1	P2S2	P2S3	P2S4	P3S1	P3S2		
5.13	Desencofrado	R&M	10:30 - 15:00	m2											S3S1	S3S2	S3S3	S3S4	S2S1	S2S2	S2S3	S2S4	S1S1	S1S2		

Tabla 24: Lookahead Planning correspondiente Semana 18 de la obra

Fuente: Elaboración propia

## LOOKAHEAD PLANNING SEMANA 18

ITEM	ACTIVIDADES	CONTRATISTA	HORA	UND	ABRIL	MAYO																			
					SEMANA 18					SEMANA 19					SEMANA 20					SEMANA 21					
					L	M	M	J	V	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V	
					29	30	1	2	3	6	7	8	9	10	13	14	15	16	17	20	21	22	23	24	
<b>5.00</b>	<b>SUPERESTRUCTURA</b>																								
<b>R</b>	<b>Materiales: Llegada de acero portante (placas y columnas)</b>	<b>PROVEEDOR: ACEROS AREQUIPA</b>																							
5.01	Acero de Verticales	SERPER	08:00 - 12:00	kg	S2S4	S1S1		S1S2	S1S3	S1S4	P1S1	P1S2	P1S3	P1S4	P2S1	P2S2	P2S3	P2S4	P3S1	P3S2	P3S3	P3S4	P4S1	P4S2	
5.02	Colocación de IIEE/IISS	T CONSTRUYE	13:00 - 14:00	glb	S2S4	S1S1		S1S2	S1S3	S1S4	P1S1	P1S2	P1S3	P1S4	P2S1	P2S2	P2S3	P2S4	P3S1	P3S2	P3S3	P3S4	P4S1	P4S2	
5.03	Encofrado de Verticales	R&M	07:30 - 12:00	m2	S2S3	S2S4		S1S1	S1S2	S1S3	S1S4	P1S1	P1S2	P1S3	P1S4	P2S1	P2S2	P2S3	P2S4	P3S1	P3S2	P3S3	P3S4	P4S1	
5.04	<b>Concreto de Verticales</b>	R&M	12:00 - 13:00	m3	S2S3	S2S4		S1S1	S1S2	S1S3	S1S4	P1S1	P1S2	P1S3	P1S4	P2S1	P2S2	P2S3	P2S4	P3S1	P3S2	P3S3	P3S4	P4S1	
5.05	Encofrado de fondo y 1er costado de Vigas	R&M	07:30 - 12:00	ml	S2S2	S2S3		S2S4	S1S1	S1S2	S1S3	S1S4	P1S1	P1S2	P1S3	P1S4	P2S1	P2S2	P2S3	P2S4	P3S1	P3S2	P3S3	P3S4	
<b>R</b>	<b>Materiales: Llegada de acero de cobertura (vigas y losa)</b>	<b>PROVEEDOR: ACEROS AREQUIPA</b>																							
5.06	Acero de Vigas	SERPER	13:00 - 17:00	kg	S2S2	S2S3		S2S4	S1S1	S1S2	S1S3	S1S4	P1S1	P1S2	P1S3	P1S4	P2S1	P2S2	P2S3	P2S4	P3S1	P3S2	P3S3	P3S4	
5.07	Fondo de losa y costado	R&M	07:30 - 10:30	ml	S2S1	S2S2		S2S3	S2S4	S1S1	S1S2	S1S3	S1S4	P1S1	P1S2	P1S3	P1S4	P2S1	P2S2	P2S3	P2S4	P3S1	P3S2	P3S3	
<b>R</b>	<b>Materiales: Llegada de viguetas y bovedillas</b>	<b>PROVEEDOR: CONCREMAX</b>																							
5.08	Colocación de viguetas y bovedillas	R&M	10:30 - 02:00	glb	S2S1	S2S2		S2S3	S2S4	S1S1	S1S2	S1S3	S1S4	P1S1	P1S2	P1S3	P1S4	P2S1	P2S2	P2S3	P2S4	P3S1	P3S2	P3S3	
5.09	Acero positivo	SERPER	14:00 - 17:00	kg	S2S1	S2S2		S2S3	S2S4	S1S1	S1S2	S1S3	S1S4	P1S1	P1S2	P1S3	P1S4	P2S1	P2S2	P2S3	P2S4	P3S1	P3S2	P3S3	
<b>R</b>	<b>Materiales: Llegada de material para instalaciones</b>	<b>T CONSTRUYE</b>																							
<b>R</b>	<b>Materiales: Llegada de planchas para encofrado colindante con vecinos</b>	<b>AVITAR</b>																							
5.10	Colocación de IIEE/IISS	T CONSTRUYE	07:30 - 10:00	glb	S3S4	S2S1		S2S2	S2S3	S2S4	S1S1	S1S2	S1S3	S1S4	P1S1	P1S2	P1S3	P1S4	P2S1	P2S2	P2S3	P2S4	P3S1	P3S2	
5.11	<b>Concreto de Losa</b>	R&M	10:00 - 12:00	m3	S3S4	S2S1		S2S2	S2S3	S2S4	S1S1	S1S2	S1S3	S1S4	P1S1	P1S2	P1S3	P1S4	P2S1	P2S2	P2S3	P2S4	P3S1	P3S2	
5.12	Acabado de Losa	R&M	12:00 - 17:00	m2	S3S4	S2S1		S2S2	S2S3	S2S4	S1S1	S1S2	S1S3	S1S4	P1S1	P1S2	P1S3	P1S4	P2S1	P2S2	P2S3	P2S4	P3S1	P3S2	
5.13	Desencofrado	R&M	10:30 - 15:00	m2											S3S1	S3S2	S3S3	S3S4	S2S1	S2S2	S2S3	S2S4	S1S1	S1S2	

**Tabla 25:** Lookahead Planning con restricciones correspondiente Semana 18 de la obra

*Fuente: Elaboración propia*

Para el proyecto se implementó un formato más detallado de planificación como se muestra en la tabla 25, donde encontramos las principales restricciones (materiales y equipos) identificadas de color rojo en la misma columna que las actividades, estas restricciones tienen asignada una fecha proyectada para su llegada a la obra en las próximas 4 semanas. De esta manera, las restricciones son más visibles entre las partidas y le permite al jefe de campo solicitar anticipadamente todos los recursos para la obra en coordinación con el área administrativa y logística.

### **Tren de Actividades**

La metodología Last Planner y su aplicación en el proyecto permiten tener un mayor control en el planeamiento general y el cumplimiento de las actividades en campo. Este funcionamiento se logra mediante el seguimiento que se tenga en cada etapa de planificación y programación propuestas por esta metodología, donde debemos aplicar algunas herramientas complementarias a nuestro tren de actividades (sectorización y dimensionamiento de cuadrillas) para lograr establecer un ritmo de trabajo en el avance del proyecto.

En el caso de los muros anclados se estableció el siguiente orden para el tren de actividades, dando inicio al finalizar la demolición de las viviendas existentes y la eliminación masiva de material excedente para el primer anillo.

#### **Actividades (Primer Anillo):**

- DIA 1: Corte, perfilado de muro y colocación de acero (Muro 1 y 2)
- DIA 2: Encofrado y concreto de muro (Muro 1 y 2)
- DIA 3: Movimiento de material y desencofrado de muro (Muro 1 y 2)
- DIA 4: Anclaje e inyección de muros (Muro 1 y 2)
- DIA 5: Tensado de muros (Muro 1 y 2)

SUBESTRUCTURA		# DÍAS				
		1	2	3	4	5
<b>3.00</b>	<b>MUROS ANCLADOS (PRIMER ANILLO)</b>					
3.01	1ER ANILLO					
3.011	CORTE Y PERFILADO	MA 01 MA 02	MA 03 MA 04	MA 05 MA 06	MA 07 MA 08	MA 05 MA 06
3.012	COLOCACIÓN DE ACERO	MA 01 MA 02	MA 05 MA 06	MA 05 MA 06	MA 07 MA 08	MA 05 MA 06
3.013	ENCOFRADO DE MUROS		MA 01 MA 02	MA 05 MA 06	MA 05 MA 06	MA 07 MA 08
3.014	CONCRETO DE MUROS		MA 01 MA 02	MA 05 MA 06	MA 05 MA 06	MA 07 MA 08
3.015	DESENCOFRADO			MA 01 MA 02	MA 05 MA 06	MA 05 MA 06
3.016	ANCLAJE E INYECCIÓN DE MUROS				MA 01 MA 02	MA 05 MA 06
3.017	TENSADO DE MUROS					MA 01 MA 02

**Tabla 26:** Tren de actividades diario para muros anclados

*Fuente: Elaboración propia*

Para el caso de los muros anclados se utilizó un takt time o ritmo de trabajo de 5 días como en la tabla 26, se consideró un avance de 2 muros diarios como máximo, puesto que se tenía un área de trabajo bastante reducida para trabajos en simultaneo con más de una maquinaria pesada (excavadoras, perforadora hidráulica, inyectora, etc.)

Para la superestructura del proyecto QUO se trabajó con una sectorización de 4 sectores y un takt time de 4 días como se muestra en la tabla 27, la posibilidad de reducir el número de sectores era improbable, en vista que los metrados no estarían balanceados correctamente. Por lo tanto, se optó por usar esta sectorización para elaborar el tren de actividades de la planificación intermedia (Lookahead Planning) y la programación semanal.

SUPERESTRUCTURA		# DÍAS				
		1	2	3	4	5
<b>3.01</b>	<b>SOTANOS</b>					
3.011	ACERO DE VERTICALES	S3S1	S3S2	S3S3	S3S4	S2S1
3.012	COLOCACIÓN DE IIEE/IISS	S3S1	S3S2	S3S3	S3S4	S2S1
3.013	ENCOFRADO DE VERTICALES		S3S1	S3S2	S3S3	S3S4
3.014	CONCRETO DE VERTICALES		S3S1	S3S2	S3S3	S3S4
3.015	ENCOFRADO DE FONDO Y 1ER COSTADO DE VIGAS			S3S1	S3S2	S3S3
3.011	ACERO DE VIGAS			S3S1	S3S2	S3S3
3.012	FONDO DE LOSA Y COSTADO				S3S1	S3S2
3.013	COLOCACIÓN DE VIGUETAS Y BOVEDILLAS				S3S1	S3S2
3.014	ACERO POSITIVO				S3S1	S3S2
3.015	COLOCACIÓN DE IIEE/IISS					S3S1
3.016	CONCRETO DE LOSA					S3S1
3.017	ACABADO DE LOSA					S3S1

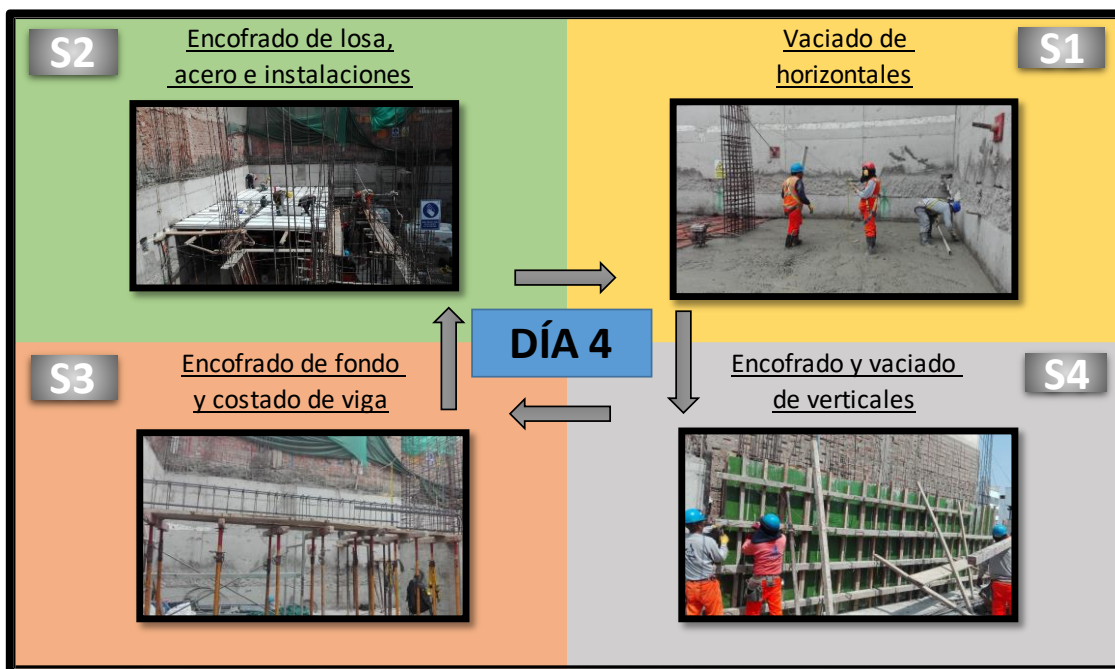
**Tabla 27:** Tren de actividades diario para estructura de sótanos

*Fuente: Elaboración propia*

En los proyectos de edificaciones se busca implementar la herramienta de curvas de aprendizaje, la cual busca incrementar la productividad del proyecto al tener un trabajo repetitivo para cada sector. Esta herramienta es dependiente del tren actividades, donde previamente se ha realizado la sectorización para cada etapa del proyecto y se han balanceado los metrados para cada actividad.

Para los proyectos de Avitar se elabora un tren de actividades para todas las actividades del proyecto, de acuerdo a lo que propone la filosofía Lean un sector es equivalente a una unidad producida en un tiempo determinado, en el caso de esta investigación el sector de avance corresponde a una actividad como por ejemplo “Encofrado de placas”, la cual tiene asignado un metrado correspondiente a dicho sector y una duración de una jornada de trabajo. Esta “unidad producida” debe pasar diariamente por cada sector hasta completar el número total de sectores en el que se dividió la obra, se podría comparar con una línea de ensamblaje en una fábrica de autos (Toyota), finalmente después que la unidad pasa por el último sector de la obra, todo vuelve a iniciar nuevamente de forma repetitiva hasta culminar esa etapa del proyecto.

La aplicación del tren de actividades en el proyecto forma parte del Lookahead Planning de la obra, es en este tipo de planificación donde podemos identificar también las restricciones que presenta la obra semanalmente (materiales, recursos, equipos, etc.) En el siguiente recuadro (Figura 19) podemos distinguir la secuencia de actividades utilizada en Quo.



**Figura 19:** Secuencia de actividades en una jornada de trabajo de la obra

*Fuente: Elaboración propia*

### Dimensionamiento de cuadrillas

Esta herramienta es necesaria y útil para poder controlar los niveles de productividad en la obra. Es por ello que se debe tener un tren de actividades ya definido y un metrado asignado para cada actividad, podemos tomar como referencia los rendimientos promedio que nos brinda CAPECO (Cámara Peruana de la Construcción) o generalmente cada empresa constructora utiliza sus propios rendimientos que los actualizan constantemente de sus proyectos ya ejecutados.

Existe un método conocido en el rubro de la construcción como circuito fiel, el cual tiene como fin poder calcular el número exacto de personas que son necesarias para la ejecución de una actividad en la obra.

Para poder aplicar este método en el proyecto debemos tener las siguientes consideraciones:

- Los metrados de cada sector sirven como punto de partida para la elaboración del circuito fiel.
- Los volúmenes de trabajo o metrados para cada sector deben ser lo más semejantes posibles, ya que es poco probable obtener el mismo valor.
- El rendimiento presupuestado es la meta que se debe mejorar mediante la aplicación del circuito fiel.

Según las consideraciones dadas el procedimiento a seguir para la aplicación de este método es el siguiente:

- 1) Elegir la partida para la cual se desea dimensionar la cuadrilla.
- 2) Establecer el número de horas trabajadas diariamente, considerando un total de 9.6 HH/día y teniendo en cuenta que los trabajos se programan de lunes a viernes.
- 3) Se toma el rendimiento presupuestado del APU para la partida seleccionada.
- 4) Según la sectorización que tenemos para la obra, donde sabemos que el avance es de un sector diario, se procede a colocar el metrado correspondiente a cada sector.
- 5) Las HH totales para un sector en un día de trabajo serán equivalentes al número de obreros (cuadrilla) multiplicado por 9.6 horas (jornada).
- 6) Después de agrupar los datos, se elabora una tabla donde se encuentran las HH diarias y acumuladas, los metrados diarios y acumulados, los rendimientos diarios y acumulados y finalmente el rendimiento presupuestado.
- 7) De esta tabla y según el número de trabajadores que consideramos necesarios para una partida podemos comparar mediante iteraciones el rendimiento obtenido vs. el rendimiento presupuestado y evitar así un sobredimensionamiento de cuadrillas.

Para nuestro proyecto este dimensionamiento nos sirve para poder controlar a las subcontratas, vale destacar que el proyecto es ejecutado en su totalidad por especialistas de los distintos rubros (acero, encofrado, instalaciones, concreto, etc.), es decir, ellos son quienes ingresan el personal que consideran necesario según los metrados estipulados en su contrato.

A continuación, presentaremos a todas las subcontratas que formaron parte del proyecto Quo, las cuales son empresas especialistas en los diferentes rubros que demanda la construcción de una edificación de este tipo:

- ✓ **DH:** Subcontrata encargada de la topografía del proyecto.
- ✓ **CHF:** Subcontrata encargada de la demolición, movimiento de tierras, eliminación de material excedente y compactación de terreno.
- ✓ **SERPER:** Subcontrata encargada de la instalación y colocación de acero dimensionado.
- ✓ **R&M:** Subcontrata encargada del encofrado y colocación de concreto de la subestructura (muros anclados, cimentación, placas, vigas y losa) y la superestructura (placas, vigas y losa).
- ✓ **TERRATEST:** Subcontrata encargada de la perforación, anclaje, tensado y pos tensado de muros anclados.
- ✓ **T CONSTRUYE:** Subcontrata encargada de la colocación de instalaciones sanitarias (agua, desagüe y contraincendios) y las instalaciones eléctricas (alimentadores, canalizaciones, salidas, puesta a tierra y tableros).
- ✓ **LyK:** Subcontrata encargada de la colocación de las instalaciones mecánicas y electromecánicas (sistema de inyección, ventilación y extracción de aire) del proyecto.

### 3.2.3 Análisis de Restricciones

El análisis de restricciones es una herramienta que utilizamos en el rubro de construcción para poder prevenir retrasos y paras en la ejecución de las actividades. Como su nombre lo dice primero debemos hacer un análisis de acuerdo a la data o información que podamos tener; el conocimiento de cada etapa que tiene la obra (excavación masiva, anclaje de muros, eliminación de material, relleno, etc.); los procesos constructivos que demanda el proyecto en conjunto con los especialistas (subcontratas) y por último la experiencia de las personas que dirigen este proyecto.

Como observamos en el Lookahead Planning con restricciones, este tipo de planificación junto con el análisis de restricciones tiene como principal objetivo identificar todo aquello que puede perjudicar o detener el avance de la obra. En el proyecto Quo se aplicó esta herramienta mediante un formato en Excel en donde se agrupan las nuevas restricciones con las restricciones vencidas o no levantadas. Cada restricción de la obra debe estar asignada a un responsable, quien debe pertenecer al organigrama de la obra y participar de todas las reuniones del equipo con los subcontratistas. La persona responsable es designada por el residente de la obra y debe dar un compromiso para el levantamiento de su restricción antes de la fecha indicada.

A continuación, podemos observar el análisis de restricciones efectuado en la semana 11 (Tabla 28) que se realizó de manera conjunta con todos los miembros del equipo y los subcontratistas, se puede distinguir los responsables y la persona encargada de dar seguimiento a cada restricción, así como la fecha de identificación y la fecha requerida de levantamiento para no frenar el avance de la obra. En el caso de las restricciones vencidas están marcadas de color rojo para distinguirlas fácilmente.

## ANALISIS DE RESTRICCIONES / RECURSOS - QUO

TIPO	Solicitante	ACTIVIDAD DEL CRONOGRAMA	DESCRIPCIÓN DE LA RESTRICCIÓN	FECHA DE IDENTIFICACIÓN	RESPONSABLE	SEGUIMIENTO	FECHA REQUERIDA	STATUS	NUEVAS RESTRICCIONES
R	EDUARDO ALVAREZ	Colocación acero de verticales	Materiales - Llegada de acero dimensionado para tercer anillo (muros anclados)	18/01/2019	MARTIN GUZMAN	EDUARDO ALVAREZ	26/01/2018	Levantada	
R	EDUARDO ALVAREZ	Colocación acero de verticales	Materiales - Llegada de acero dimensionado para primer anillo (muros anclados)	18/01/2019	MARTIN GUZMAN	EDUARDO ALVAREZ	29/01/2019	Levantada	
R	EDUARDO ALVAREZ	Colocación acero de verticales	Materiales - Llegada de acero dimensionado para segundo anillo (muros anclados)	25/01/2019	MARTIN GUZMAN	EDUARDO ALVAREZ	7/02/2019	Levantada	
R	YRAM TIRADO	Encofrado de muros	Diseño - Verificar incompatibilidades de especialidades	1/02/2019	EDGAR NUÑEZ	EDUARDO ALVAREZ	13/02/2019	Levantada	
R	YRAM TIRADO	Encofrado de muros	Diseño - Verificar ubicación o cambio de bombas sumideros en cuarto de bombas	1/02/2019	EDGAR NUÑEZ	EDUARDO ALVAREZ	13/02/2019	Levantada	
R	EDUARDO ALVAREZ	Excavación de muros	Equipo - Alquiler de grúa para retirar retroexcavadora (muros anclados)	8/02/2019	ELIAS CORDOVA	YRAM TIRADO	4/03/2018	Levantada	
R	EDUARDO ALVAREZ	Colocación acero de horizontales	Materiales - Llegada de acero dimensionado para cimentación (zapatas y cimientos)	8/02/2019	MARTIN GUZMAN	EDUARDO ALVAREZ	5/03/2019	Levantada	
R	EDUARDO ALVAREZ	Colocación acero de verticales	Materiales - Llegada de acero dimensionado de verticales (cisterna)	15/02/2019	MARTIN GUZMAN	EDUARDO ALVAREZ	12/03/2019	Levantada	
R	EDUARDO ALVAREZ	Colocación acero de horizontales	Materiales - Llegada de acero dimensionado de horizontales (cisterna)	15/02/2019	MARTIN GUZMAN	EDUARDO ALVAREZ	14/03/2019	Levantada	
R	EDUARDO ALVAREZ	Relleno y nivelación de terreno	Equipo - Alquiler de grúa para ingresar Bodcat (relleno sótano 3)	22/02/2019	ELIAS CORDOVA	YRAM TIRADO	20/03/2019		
R	EDUARDO ALVAREZ	Colocación acero de verticales	Materiales - Llegada de acero de verticales (sótano 3)	1/03/2019	MARTIN GUZMAN	EDUARDO ALVAREZ	29/03/2019		

**Tabla 28:** Análisis de restricciones obra “Quo” Semana 10

*Fuente: Elaboración propia*

TIPOS DE RESTRICCIONES		
Nº	Código	Descripción
1	<b>MAT</b>	Materiales
2	<b>DIS</b>	Diseño
3	<b>MO</b>	Mano de obra
4	<b>INS</b>	Inspección
5	<b>DOC</b>	Documentación
6	<b>EQ</b>	Equipos
7	<b>HZT</b>	Habilitación Zona de trabajo
8	<b>SEG</b>	Seguridad
9	<b>AMB</b>	Ambiental
10	<b>SC</b>	Subcontratos
11	<b>OTRO</b>	Otros

**Tabla 29:** Tipos de restricciones generadas en una obra

*Fuente: (GEPUC, 2010)*

En la tabla 29 encontramos los 11 tipos de restricciones que tenemos actualmente en los proyectos de edificación, el cual se implementó en la obra para poder agrupar las restricciones, de manera que así se pueda asegurar un flujo continuo de trabajo evaluando cada uno de estos aspectos en las reuniones semanales con todos los miembros del equipo y los subcontratistas.

### 3.2.4 Programación Semanal

Las programaciones semanales son un tipo de planificación a corto plazo detallada con volúmenes y horarios de trabajo, la cual debe estar libre de restricciones para la ejecución de las actividades. Esta programación es elaborada por el jefe de campo en coordinación con el jefe de oficina técnica, en donde el residente de obra es el responsable de gestionar y verificar el levantamiento oportuno de restricciones identificadas en el Lookahead Planning. La información es compartida con todos los integrantes del equipo y subcontratistas en las reuniones semanales liderada.

Posteriormente a tener las actividades de la semana sin restricciones, se verifica la cantidad y el metrado de avance para cada día de la semana según lo expuesto en el Lookahead Planning, sabiendo que en distintos casos las tareas asignadas a la semana concluida no se cumplieron en su totalidad y teniendo la posibilidad de recuperar este retraso en la semana entrante en pequeños volúmenes de trabajos diarios.

Una de las principales ventajas que brinda la metodología para este tipo de programación consta de la aplicación de los buffers o colchones, los cuales sirven de escudo al cumplimiento de las actividades durante la semana en vista que el plan semanal y la distribución de tareas se llevan a cabo en horario de lunes a viernes.

Por ejemplo, en la semana 18 de la obra no se completó el 100% de las actividades a causa de que un grupo de obreros no vino a trabajar el día lunes, esto generó un retraso que fue arrastrado hasta el día viernes, sin embargo, parte de este retraso se pudo recuperar el día sábado de la misma semana para lograr el cumplimiento de las actividades.

En la tabla 30 observamos el formato de programación semanal utilizado en la obra para la semana 17, en una columna adicional a diferencia del Lookahead Planning se puede distinguir el metrado programado para esa semana que de acuerdo a la sectorización establecida es equivalente al avance de 5 sectores en el proyecto.

PROGRAMACIÓN SEMANAL - QUO										
NOMBRE DE PROYECTO:				PROPIETARIO:		FECHA:				
EDIFICIO MULTIFAMILIAR QUO				AVITAR GRUPO INMOBILIARIO		viernes, 19 de Abril de 2019				
ITEM	ACTIVIDADES	CONTRATISTA	UND	Metrado programado	Horario de trabajo	ABRIL				
						SEMANA 17				
						L	M	M	J	V
						22	23	24	25	26
5.00	<b>SUPERESTRUCTURA</b>									
5.01	Acero de Verticales	SERPER	kg	3195	08:00 - 12:00	S2S1	S2S2	S2S3	S2S4	S1S1
5.02	Colocación de IIEE/IISS	T CONSTRUYE	sector	5	13:00 - 14:00	S2S1	S2S2	S2S3	S2S4	S1S1
5.03	Encofrado de Verticales	R&M	m2	310	07:30 - 12:00	S3S4	S2S1	S2S2	S2S3	S2S4
5.04	<b>Concreto de Verticales</b>	R&M	m3	34	12:00 - 13:00	S3S4	S2S1	S2S2	S2S3	S2S4
5.05	Encofrado de fondo y 1er costado de Vigas	R&M	m1	35	07:30 - 12:00	S3S3	S3S4	S2S1	S2S2	S2S3
5.06	Acero de Vigas	SERPER	kg	4078	13:00 - 17:00	S3S3	S3S4	S2S1	S2S2	S2S3
5.07	Fondo de losa y costado	R&M	m1	205	07:30 - 10:30	S3S2	S3S3	S3S4	S2S1	S2S2
5.08	Colocación de viguetas y bovedillas	R&M	sector	5	10:30 - 02:00	S3S2	S3S3	S3S4	S2S1	S2S2
5.09	Acero positivo	SERPER	kg	320	14:00 - 17:00	S3S2	S3S3	S3S4	S2S1	S2S2
5.10	Colocación de IIEE/IISS	T CONSTRUYE	sector	5	07:30 - 10:00	S3S1	S3S2	S3S3	S3S4	S2S1
5.11	<b>Concreto de Losa</b>	R&M	m3	56	10:00 - 12:00	S3S1	S3S2	S3S3	S3S4	S2S1
5.12	Acabado de Losa	R&M	m2	220	12:00 - 17:00	S3S1	S3S2	S3S3	S3S4	S2S1
5.13	Desencofrado	R&M	m2	240	10:30 - 15:00					

**Tabla 30:** Programación semanal Proyecto Quo a Semana 17

*Fuente: Elaboración propia*

### 3.2.5 Programación Diaria

Según la metodología aplicada al proyecto, la programación diaria forma parte del último planificador o último eslabón para el cumplimiento de las actividades en la obra. En el proyecto y bajo la filosofía de la empresa esta programación es elaborada por el jefe de campo teniendo una previa coordinación en las reuniones diarias con el jefe de seguridad, el asistente de campo, el maestro de obra y los capataces o encargados de cada subcontratista.

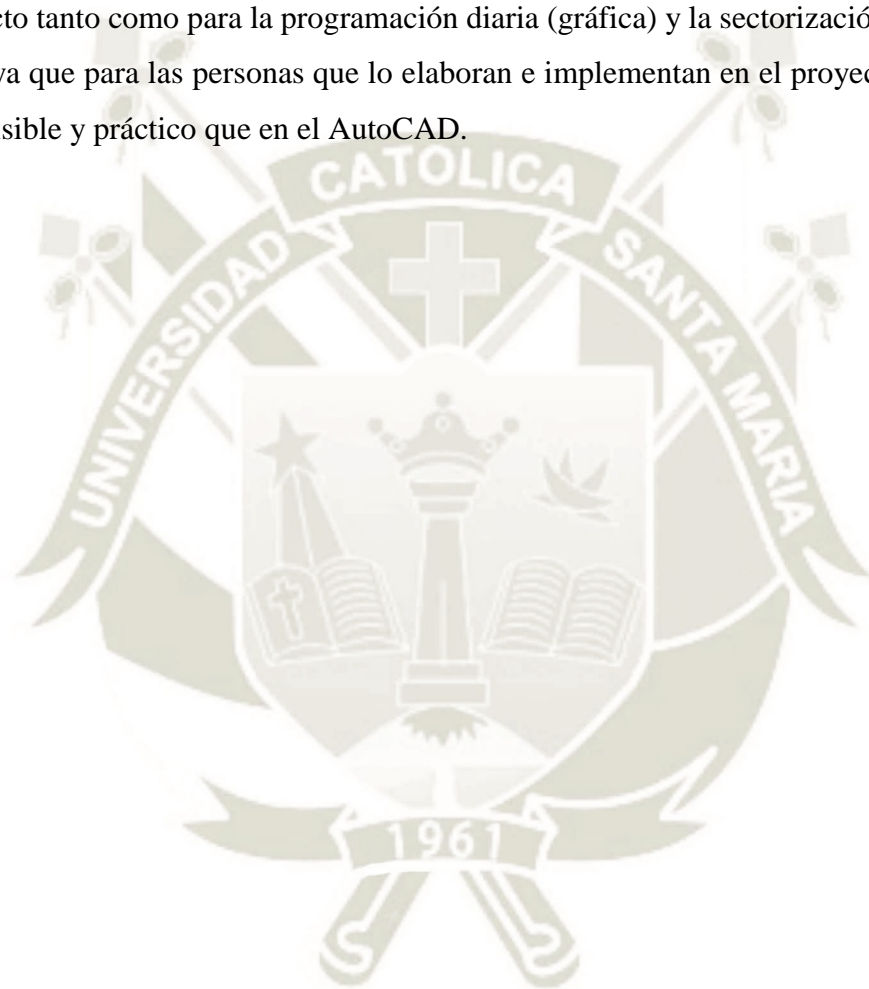
Al finalizar cada jornada de trabajo, el maestro general junto los capataces deben verificar si las cuadrillas cumplieron o no con las labores asignadas, en el caso que no se haya podido completar el metrado diario, este se debe reprogramar para el día siguiente o para los días restantes de la semana.

Para poder tener un mayor control y darle un mejor seguimiento a la programación, en la obra se optó por dividir la programación diaria en 2 partes; la primera corresponde a la parte gráfica, la cual se puede distinguir claramente con una leyenda de tareas sombreando el avance de cada sector para ese día; la segunda consta de una programación escrita de todas las actividades a desarrollarse en ese día y a su vez también es más detallada en cuanto a los horarios y la duración de trabajo para cada actividad.

Antes de iniciar una jornada laboral de trabajo en la obra, la programación diaria debe ser revisada por los responsables, firmada y estar al alcance de todas las personas que están involucradas en el área de producción y ejecución de actividades del proyecto, conformada por el jefe de campo, el jefe de seguridad, el asistente de campo, el maestro general, los capataces y/o jefes de cuadrilla. De ese modo, podemos asegurar que todos los responsables en el proceso tengan clara la información de trabajo por realizar durante la jornada.

A continuación, se puede observar en la tabla 31 la programación diaria gráficamente por sectores para la etapa de muros anclados aplicada en la obra, asimismo en la tabla 32 podemos apreciar la programación diaria de manera escrita y detallada en el proyecto con la duración para cada actividad de la obra.

Se vio por conveniente utilizar diferentes formatos en Excel de acuerdo a los planos del proyecto tanto para la programación diaria (gráfica) y la sectorización que tenga la obra, ya que para las personas que lo elaboran e implementan en el proyecto, resulta ser más visible y práctico que en el AutoCAD.





SEMANA 09	PROGRAMACIÓN DIARIA (SEGUNDO ANILLO) VIERNES 01-03-19								QUO
Subcontrata	Responsable	Actividad	Cant	Und	Horario		Total Horas		
<b>CONTRATISTA</b>		<b>TERCER ANILLO</b>							
CHF	F. Chuiman	ELIMINACION DE MATERIAL HASTA - 10 m CON EXCAVADORA 1	m3	220	07:30	a	17:00	5.50	
CHF	F. Chuiman	ARMADO DE BANQUETA PARA TERCER ANILLO CON EXCAVADORA 2	eje	1	14:00	a	17:00	4.00	
<b>CONTRATISTA</b>		<b>M 08</b>							
CHF	F. Chuiman	EXCAVACION DE MURO	m3	70	07:30	a	08:30	1.00	
DH	E. Hilaes	TOPOGRAFIA Y VERIFICACION PARA PERFILADO	sector	1	08:30	a	09:00	0.50	
R&M	J. Zegarra	PERFILADO DE MURO	m2	19	09:00	a	10:00	1.00	
SERPER	M. Castillo	COLOCACION DE ACERO PARA MURO	kg	150	10:00	a	12:00	2.00	
T CONSTRUYE	L. Pinzón	COLOCACION DE IIEE E IISS	sector	1	12:00	a	12:30	0.50	
R&M	J. Zegarra	ENCOFRADO DE MURO	m2	19	12:30	a	14:30	2.00	
CHF	F. Chuiman	RELLENO PARA ENCOFRADO DE MURO	m3	46	14:30	a	15:00	0.50	
R&M	J. Zegarra	CONCRETO PARA MURO	m3	5	15:00	a	16:00	1.00	
<b>CONTRATISTA</b>		<b>MURO M 09 y M 10</b>							
CHF	F. Chuiman	EXCAVACION DE MURO	m3	68	13:00	a	14:00	1.00	
DH	E. Hilaes	TOPOGRAFIA Y VERIFICACION PARA PERFILADO	sector	1	14:00	a	14:30	0.50	
R&M	J. Zegarra	PERFILADO DE MURO	m2	16.5	14:30	a	15:30	0.50	
SERPER	M. Castillo	COLOCACION DE ACERO PARA MURO	kg	190	15:30	a	17:00	1.50	
JEFE DE CAMPO		CAPATAZ ENCARGADO / JEFE DE CUADRILLA					MAESTRO GENERAL		
AVITAR		CONTRATISTA					AVITAR		

**Tabla 32:** Programación diaria detallada viernes 01-03-19 obra “Quo”

*Fuente: Elaboración propia*

### 3.2.6 Nivel General de Actividad

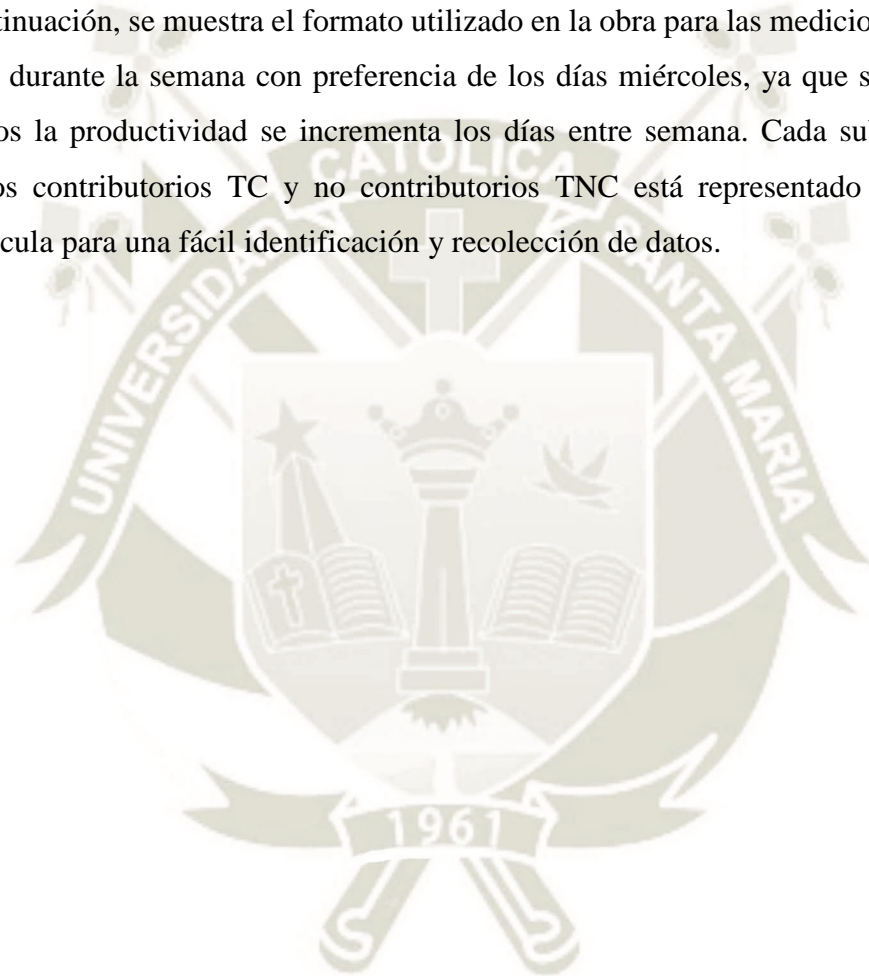
Es una herramienta de esta metodología utilizada poder medir los niveles de productividad en la obra, así como la eficiencia con la que se realizan los trabajos diariamente. El nivel general de actividad o NGA clasifica estas tareas en 3 clases; la primera se conoce como el trabajo productivo o TP que tiene la obra, la segunda llamada trabajo contributorio o también TC y finalmente el trabajo no productivo o TNP.

En la obra se aplicaron estas mediciones semanalmente, de manera que al tener todas las actividades subcontratadas esta herramienta nos permitió saber en dónde se encontraban las principales deficiencias y problemas que perjudicaron la producción en el proyecto. Esta herramienta consta de una serie de mediciones en donde se debe especificar el tipo de trabajo realizado por cada obrero al momento de la medición (TP, TC o TNC), se puede tener un mayor detalle de todas las acciones que son necesarias para obtener un trabajo productivo como por ejemplo el transporte, mediciones, indicaciones al personal, etc. y aquellas que no suman valor al trabajo productivo tales como las esperas, viajes, tiempo ocioso, etc.

Para que estas mediciones sean significativas se deben tomar un mínimo de datos en la obra, en nuestro caso para la aplicación del NGA se tomaron 400 datos según el formato elaborado. Estas mediciones necesitan de un trabajo previo para elaborar las plantillas y/o formatos de medición, los cuales se llenan manualmente con una persona calificada para tomar los datos en campo. Esta persona será la encargada de ubicarse en algún punto estático de la obra, en donde tenga buena visibilidad para todas las actividades programadas en el transcurso de la medición (Tablas 33 y 34).

El tiempo estimado para tomar los datos puede variar entre 2 a 3 horas dependiendo del avance o retrasos que pueda tener la producción de la obra ya que, en caso de algún accidente u hecho fortuito, la representación de los datos no será tan precisa. Para poder clasificar los TC y TNC se elaboró un formato de acuerdo a las actividades que están presentes en la mayor parte de obras de edificaciones, en donde existen 5 clases para el tiempo contributorio y 7 clases para el tiempo no contributorio.

A continuación, se muestra el formato utilizado en la obra para las mediciones realizadas in situ durante la semana con preferencia de los días miércoles, ya que según diversos estudios la productividad se incrementa los días entre semana. Cada subgrupo de los trabajos contributorios TC y no contributorios TNC está representado por una letra mayúscula para una fácil identificación y recolección de datos.



**NIVEL GENERAL DE ACTIVIDAD**

MUESTREADOR

HORA INICIO  HORA FIN  FECHA

TP: Productivo (P)  
 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)

	TP	TC	TNC		TP	TC	TNC		TP	TC	TNC		TP	TC	TNC
1				51				101				151			
2				52				102				152			
3				53				103				153			
4				54				104				154			
5				55				105				155			
6				56				106				156			
7				57				107				157			
8				58				108				158			
9				59				109				159			
10				60				110				160			
11				61				111				161			
12				62				112				162			
13				63				113				163			
14				64				114				164			
15				65				115				165			
16				66				116				166			
17				67				117				167			
18				68				118				168			
19				69				119				169			
20				70				120				170			
21				71				121				171			
22				72				122				172			
23				73				123				173			
24				74				124				174			
25				75				125				175			
26				76				126				176			
27				77				127				177			
28				78				128				178			
29				79				129				179			
30				80				130				180			
31				81				131				181			
32				82				132				182			
33				83				133				183			
34				84				134				184			
35				85				135				185			
36				86				136				186			
37				87				137				187			
38				88				138				188			
39				89				139				189			
40				90				140				190			
41				91				141				191			
42				92				142				192			
43				93				143				193			
44				94				144				194			
45				95				145				195			
46				96				146				196			
47				97				147				197			
48				98				148				198			
49				99				149				199			
50				100				150				200			

**Tabla 33:** Formato de NGA para medición en obra 1-200

*Fuente: Elaboración propia*

**NIVEL GENERAL DE ACTIVIDAD**

MUESTRADOR

HORA INICIO  HORA FIN  FECHA

TP: Productivo (P)

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)

	TP	TC	TNC		TP	TC	TNC		TP	TC	TNC		TP	TC	TNC
201				251				301				351			
202				252				302				352			
203				253				303				353			
204				254				304				354			
205				255				305				355			
206				256				306				356			
207				257				307				357			
208				258				308				358			
209				259				309				359			
210				260				310				360			
211				261				311				361			
212				262				312				362			
213				263				313				363			
214				264				314				364			
215				265				315				365			
216				266				316				366			
217				267				317				367			
218				268				318				368			
219				269				319				369			
220				270				320				370			
221				271				321				371			
222				272				322				372			
223				273				323				373			
224				274				324				374			
225				275				325				375			
226				276				326				376			
227				277				327				377			
228				278				328				378			
229				279				329				379			
230				280				330				380			
231				281				331				381			
232				282				332				382			
233				283				333				383			
234				284				334				384			
235				285				335				385			
236				286				336				386			
237				287				337				387			
238				288				338				388			
239				289				339				389			
240				290				340				390			
241				291				341				391			
242				292				342				392			
243				293				343				393			
244				294				344				394			
245				295				345				395			
246				296				346				396			
247				297				347				397			
248				298				348				398			
249				299				349				399			
250				300				350				400			

**Tabla 34:** Formato de NGA para medición en obra 201-400

*Fuente: Elaboración propia*

NIVEL GENERAL DE ACTIVIDAD		VACIADO Y ACABADO DE LOSA S3 - SOTANO 2																	
MUESTRADOR		JORDANNO YAÑEZ																	
HORA INICIO		10:00			HORA FIN			12:00			FECHA			08/05/2019					
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	TIPO	TIPO	TIPO	TIPO	TIPO	TIPO	TIPO	TIPO	TIPO	TIPO	TIPO	TIPO	TIPO	TIPO	TIPO	TIPO	TIPO	TIPO	TIPO
1	M	51	P	101	E	151	I	201	M	251	P	301	E	351	I				
2	T	52	M	102	I	152	P	202	P	252	E	302	P	352	P				
3	P	53	M	103	X	153	T	203	X	253	D	303	T	353	D				
4	X	54	E	104	I	154	E	204	P	254	O	304	E	354	M				
5	P	55	P	105	P	155	X	205	X	255	I	305	P	355	P				
6	P	56	X	106	T	156	M	206	P	256	T	306	T	356	D				
7	X	57	P	107	E	157	I	207	M	257	E	307	I	357	D				
8	P	58	X	108	I	158	P	208	P	258	X	308	M	358	P				
9	P	59	I	109	M	159	X	209	P	259	I	309	P	359	P				
10	E	60	T	110	I	160	P	210	X	260	P	310	X	360	X				
11	P	61	X	111	X	161	P	211	M	261	E	311	P	361	I				
12	P	62	I	112	M	162	P	212	X	262	T	312	P	362	X				
13	I	63	P	113	T	163	M	213	P	263	M	313	X	363	X				
14	E	64	M	114	P	164	M	214	P	264	D	314	I	364	I				
15	T	65	P	115	E	165	I	215	O	265	P	315	X	365	P				
16	P	66	I	116	P	166	M	216	P	266	T	316	M	366	P				
17	P	67	E	117	P	167	X	217	E	267	X	317	P	367	X				
18	P	68	I	118	O	168	O	218	P	268	M	318	X	368	X				
19	X	69	E	119	P	169	O	219	X	269	E	319	I	369	P				
20	P	70	P	120	X	170	T	220	X	270	M	320	P	370	O				
21	T	71	T	121	E	171	P	221	D	271	O	321	P	371	P				
22	X	72	O	122	P	172	M	222	P	272	T	322	E	372	O				
23	I	73	X	123	X	173	I	223	P	273	I	323	X	373	P				
24	X	74	X	124	T	174	M	224	T	274	P	324	I	374	X				
25	I	75	M	125	P	175	I	225	X	275	P	325	P	375	P				
26	P	76	E	126	M	176	T	226	T	276	X	326	P	376	D				
27	P	77	E	127	P	177	P	227	P	277	E	327	M	377	D				
28	P	78	T	128	P	178	P	228	E	278	P	328	M	378	X				
29	P	79	O	129	X	179	X	229	P	279	E	329	O	379	O				
30	X	80	T	130	X	180	T	230	X	280	M	330	X	380	P				
31	P	81	X	131	P	181	E	231	M	281	X	331	P	381	O				
32	P	82	E	132	M	182	X	232	P	282	I	332	T	382	D				
33	M	83	P	133	T	183	P	233	X	283	P	333	O	383	D				
34	P	84	X	134	X	184	P	234	P	284	P	334	P	384	P				
35	X	85	M	135	X	185	M	235	I	285	P	335	P	385	T				
36	D	86	P	136	E	186	X	236	P	286	M	336	P	386	P				
37	I	87	X	137	P	187	P	237	E	287	X	337	X	387	D				
38	P	88	I	138	P	188	X	238	M	288	X	338	X	388	O				
39	P	89	T	139	I	189	X	239	P	289	P	339	P	389	O				
40	P	90	X	140	X	190	P	240	P	290	P	340	E	390	I				
41	M	91	E	141	P	191	X	241	P	291	I	341	X	391	M				
42	P	92	P	142	X	192	P	242	T	292	X	342	X	392	X				
43	M	93	T	143	M	193	I	243	P	293	T	343	P	393	E				
44	P	94	P	144	X	194	P	244	X	294	M	344	P	394	T				
45	X	95	P	145	P	195	P	245	P	295	P	345	X	395	X				
46	M	96	M	146	D	196	X	246	M	296	M	346	P	396	I				
47	P	97	E	147	T	197	T	247	E	297	X	347	M	397	P				
48	P	98	D	148	M	198	M	248	T	298	P	348	I	398	X				
49	O	99	T	149	X	199	E	249	P	299	X	349	X	399	O				
50	P	100	T	150	P	200	O	250	X	300	M	350	P	400	X				

**Tabla 35:** Toma de datos in situ miércoles 08-05-19 obra “Quo”

*Fuente: Elaboración propia*

Las mediciones del NGA realizadas en el proyecto Quo se llevaron a cabo en la etapa de subestructura y superestructura tomando en cuenta los puntos especificados anteriormente para su aplicación (Tabla 35). Esta herramienta nos permite obtener resultados confiables acerca de la productividad en la obra, sin embargo, si buscamos analizar una partida en especial con un mayor detenimiento utilizamos las cartas de balance.

### 3.2.7 Cartas de Balance

Las cartas de balance son una de las principales herramientas que brinda la metodología Last Planner para poder controlar y mejorar los niveles de productividad en las partidas más influyentes del presupuesto general de la obra, y posteriormente esta herramienta busca generar mejoras económicas para incrementar la utilidad del proyecto.

La aplicación de esta herramienta en el proyecto está dada para tomar una o varias partidas en específico, en donde los procesos puedan alterar el flujo de producción que tiene la obra y con los resultados obtenidos se puedan mejorar los niveles de productividad. Al igual que el nivel general de actividad (NGA) esta herramienta clasifica los trabajos en 3 grupos; trabajos productivos, trabajos contributorios y trabajos no contributorios; sin embargo, en este caso se disgregan todas las acciones secuencialmente que realizan los obreros para cada tipo de trabajo y de esta manera se pueda saber con exactitud los tiempos que se demoran en las distintas actividades que tiene la obra.

Cabe destacar que al estar subcontratadas todas las partidas de la obra, el costo de mano de obra dependerá de cada subcontratista, vale decir, ellos son los responsables y beneficiados de tener la cantidad necesaria y el personal calificado para cumplir con las metas propuestas optimizando los procesos de sus actividades.

No obstante, se debe llevar a cabo un control adecuado y minucioso por el equipo de obra (Avitar) para cumplir los hitos del proyecto. En síntesis, de lo expuesto, se va a describir el procedimiento que se utilizó en obra para poder realizar las mediciones:

- 1) Se inicia con un análisis previo de las partidas más influyentes de las etapas del proyecto (subestructura o superestructura) con mayor duración en las jornadas de trabajo para lograr obtener mejoras significativas en el cumplimiento de las actividades (PPC).
- 2) Posteriormente, se procede a identificar los trabajos productivos, contributorios y no contributorios que tienen las partidas. Para poder analizar el proceso de trabajo, la persona a cargo de la medición debe conocer previamente todo el procedimiento que se va a analizar y la hora programada que tiene cada actividad.
- 3) Después de haber realizado el análisis de cada partida, en la plantilla elaborada (Tabla 36) se debe colocar el cargo y nombre de las personas que forman parte de la cuadrilla estudiada.
- 4) Finalmente, se debe asignar cada acción de la partida a un número y/o letra en la columna correspondiente al trabajo que realizan (TP, TC o TNC).



Para la aplicación de esta herramienta en la obra y realizar las mediciones en campo se tienen que tomar algunas consideraciones y criterios en cuenta por la persona encargada de la toma de datos (Tabla 37 y 38):

- Realizar la medición a una cuadrilla conformada como máximo por 10 obreros, ya que un número mayor no sería tan beneficioso para el análisis.
- Ubicarse en un punto estratégico de la obra, específicamente en el sector en donde se realiza la actividad para poder observar a toda la cuadrilla.
- La toma de datos está dada en intervalos de 1 minuto o menor dependiendo del número de trabajadores en la cuadrilla que pertenecen a la partida estudiada.
- Durante la medición se debe observar claramente la actividad que realiza cada obrero de la cuadrilla para asignarle un número o letra correspondiente a una acción y al tipo de trabajo que este ejecutando.
- Para obtener resultados probabilísticamente más confiables y precisos al igual que en el NGA se deben tomar como mínimo un total de 384 mediciones en obra.

	N°	Operario Quicaño Núñez, Renee	Operario Wajai Entsakua, Esteño	Operario Reyes García Juan	Oficial Márquez Carcasi, Edmundo	Peon Cabezudo Carrasco, Daniel	Peon Pérez Alcahuaman, Eduardo
09:01	1	1	2	15	13	1	12
	2	2	2	15	21	13	12
09:02	3	2	16	22	22	12	25
09:03	4	1	5	25	25	21	25
09:04	5	1	5	15	13	13	13
09:05	6	12	5	15	15	1	12
09:06	7	11	11	15	15	1	25
09:07	8	11	11	21	5	2	25
09:08	9	22	25	13	10	11	13
09:09	10	13	10	21	25	11	13
09:10	11	1	5	11	10	13	15
09:11	12	11	11	13	13	1	15
09:12	13	11	22	13	13	1	12
09:13	14	11	11	11	11	11	12
09:14	15	4	4	11	11	11	13
09:15	21	13	21	13	13	13	13
09:16	22	1	5	13	21	16	13
09:17	23	4	22	13	21	13	13
09:18	24	4	5	11	11	25	21
09:19	25	4	5	11	11	11	10
09:20	26	5	5	21	11	11	10
09:21	27	4	4	11	13	21	10
09:22	28	4	13	25	13	21	10
09:23	29	22	22	25	21	25	1
09:24	30	22	4	11	24	1	9
09:25	31	4	12	11	24	1	10
09:26	32	4	12	11	25	1	10
09:27	33	15	10	22	22	1	12
09:28	39	14	14	13	13	1	21
09:29	40	14	14	13	13	1	12
09:30	41	14	14	21	25	1	12
09:31	42	14	14	11	21	1	12
09:32	43	14	14	21	21	4	12
09:33	44	14	14	13	13	4	21
09:34	45	14	14	13	13	11	12
09:35	46	14	14	15	21	1	12
09:36	47	25	14	13	11	1	12
09:37	48	17	14	15	13	1	21
09:38	49	17	10	15	26	11	26
09:39	50	17	12	15	26	1	12

**Tabla 37:** Recolección de datos para Carta de balance Semana 18

*Fuente: Elaboración propia*

<b>Obra:</b>	QUO
<b>Actividad:</b>	Encofrado de verticales
<b>Fecha:</b>	

Trabajo Productivo	
1	Colocación de encofrado
2	Nivelado
3	Aplomado
4	Colocación de vigas de soporte
5	Colocación de rieles y pernos
6	
7	
8	
9	
10	

Trabajo Contributorio	
11	Instrucciones / Lectura de planos
12	Habilitación de paneles
13	Transporte
14	
15	
16	Amarrado
17	Desencofrado
18	Mediciones
19	Seguridad
20	Colocación de tacos

Trabajo No Contributorio	
21	Esperas
22	Tiempo Ocioso
23	Simulación de trabajo
24	Trabajo rehecho
25	Necesidades fisiológicas
26	Busqueda de material
27	
28	
29	
30	

**Tabla 38:** Leyenda para toma de datos de Carta de balance

*Fuente: Elaboración propia*

### 3.2.8 Porcentaje de Plan Cumplido (PPC)

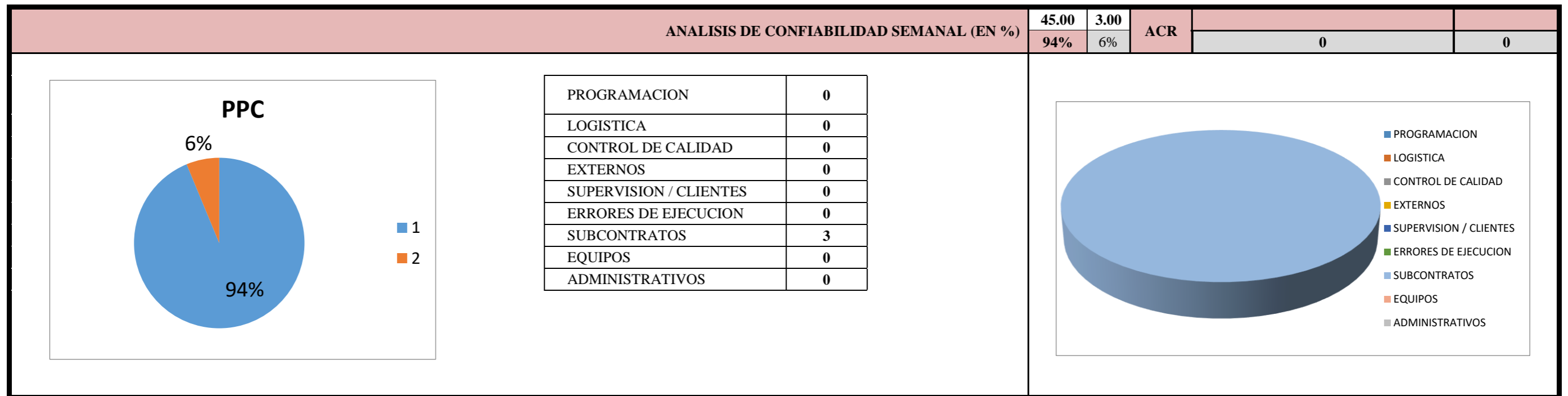
Para poder lograr mejoras a través del cumplimiento de las actividades, se debe aplicar en la obra una herramienta de esta metodología que refleje el desempeño que se viene teniendo cada semana. En la obra se aplicaron algunos indicadores como el PPC para medir los niveles de cumplimiento y confianza de parte de los subcontratistas con la planificación semanal y programación diaria.

Esta herramienta se llevó a cabo en el proyecto para la presente investigación desde la semana 05 hasta la semana 20 de la obra (Ver Anexo 8), en donde cada semana en las reuniones con el equipo de obra y las subcontratistas se mostraba la radiografía actual del proyecto. Los resultados, la evaluación y el análisis del PPC se muestran en el siguiente capítulo.

A continuación, se muestra el formato utilizado en la obra durante toda la etapa de aplicación de la metodología (Tabla 39); en el cual se puede observar que se analiza la programación con respecto a la semana X, se registran algunas de las restricciones semanales en especial la llegada de recursos como materiales y equipos con OK y por último se evalúan con detenimiento aquellas actividades que no se hayan completado para identificar y describir la causa o causas de incumplimiento asociadas a las restricciones vencidas.

## PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO - QUO

Item	Descripción de la Actividad	Responsable	Und	SEMANA 10						ANALISIS DE CAUSA RAÍZ				
				Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	N ° /	N° X	TIPO	CAUSA DE INCUMPLIMIENTO	
<b>3.03</b>	<b>3ER ANILLO</b>													
3.031	Eliminación de material	CHF	m3	ANILLO 3							1	0		
3.032	Corte de banquetta y perfilado	CHF	und	MA 05 - 2	MA 12 - 1	MA 11 - 1					3	0		
				M 06 - 2	MA 03 - 2	MA 13 - 2				3	0			
				M 08 - 2	M 14 - 1	MA 04 - 1				3	0			
3.033	Excavacion manual de cimientos	CHF	ml		MA 05 - 2	MA 12 - 1	MA 11 - 1				3	0		
					M 06 - 2	MA 03 - 2	MA 13 - 2			3	0			
					M 08 - 2	M 14 - 1	MA 04 - 1			3	0			
3.034	Acero de muros	SERPER	kg		MA 07 - 1	MA 05 - 2	MA 12 - 1	MA 11 - 1			4	0		
					M 09 - 1	M 06 - 2	MA 03 - 2	MA 13 - 2		4	0			
					M 10 - 1	M 08 - 2	M 14 - 1	MA 04 - 1		4	0			
3.034	Encofrado y vaciado de muros	R&M	und		MA 07 - 1	MA 05 - 2	MA 12 - 1	MA 11 - 1			4	0		
					M 09 - 1	M 06 - 2	MA 03 - 2	MA 13 - 2		4	0			
					M 10 - 1	M 08 - 2	M 14 - 1	MA 04 - 1		4	0			
<b>4.00</b>	<b><u>SUBESTRUCTURA</u></b>													
<b>4.10</b>	<b>ZAPATAS</b>													
4.101	Excavacion y perfilado	CHF	m3				CORTES 1-2-3-4-5	CORTES 1-2-12-13-14			1	1	SC	Falta de eliminación de material hasta nivel de cimentación -10 m (CHF)
								ZAPATAS 01-02-05			0	1	SC	Falta de eliminación de material hasta nivel de cimentación -10 m (CHF)
								CORTES 18-20-21			0	1	SC	Falta de eliminación de material hasta nivel de cimentación -10 m (CHF)
4.102	Solados	R&M	m3					CORTES 1-2-3-4-5			1	0		



**Tabla 39:** Formato aplicado de Porcentaje de Plan de Cumplimiento (PPC) Semana 10

*Fuente: Elaboración propia*



### 3.2.9 Causas de Incumplimiento

Las causas de incumplimiento a través de su aplicación están enfocadas en minimizar los efectos de variabilidad existentes en la obra y conocer las razones por las cuales no se pudo completar con éxito el 100% de las actividades programadas durante la semana.

Mediante la aplicación de esta herramienta se puede obtener una recopilación de información estadística en el transcurso de cada semana en el avance del proyecto, con el objetivo de poder minimizar la variabilidad existente en la obra, analizar las principales causas y factores que se repiten semanalmente e incrementar el cumplimiento de las actividades del PPC.

Después de tener registrada la información acerca de las principales causas de la obra, debemos agruparlas según el catalogo mostrado (Tabla 40), el cual nos permite llevar una base estadística simplificada sobre los hechos suscitados en obra que aumentan la variabilidad, así como poder identificar el área responsable de estas causas de incumplimiento.

## CATÁLOGO DE CAUSAS DE INCUMPLIMIENTO

CAUSAS DE INCUMPLIMIENTO	PROGRAMACION (PROG)	LOGISTICA (LOG)	CONTROL DE CALIDAD (QA/QC)	EXTERNOS (EXT)
DESCRIPCION	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.	*Falta de equipos, herramientas o materiales en obra, que han sido requeridos oportunamente por Producción.	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.	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	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	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.	*No llegada del personal especializado (incluido subcontratos). *Falta de permisos y licencias.		

**Tabla 40:** Inventario de Causas de Incumplimiento en el proyecto

*Fuente: Elaboración propia*

### 3.2.10 Indicador de Compromisos

Esta herramienta se aplicó en el proyecto como un indicador de control y medición sobre los cumplimientos que tienen todos los involucrados (equipo de obra y subcontratistas) con respecto al levantamiento de restricciones y ejecución de actividades.

Para poder llevar a cabo una metodología con éxito tiene gran importancia el compromiso de los integrantes que forman parte del proyecto, es decir, en las reuniones semanales se asigna un responsable para las restricciones del Lookahead Planning y cada una de las actividades programadas en la semana, al asumir la responsabilidad que se le otorga debe firmar su compromiso para el cumplimiento de la labor asignada.

Sin embargo, al llevar un control exhaustivo y con la aplicación de esta herramienta en distintas obras no se logran obtener resultados tan favorables. Para el caso de este proyecto se realizó un seguimiento a los compromisos asumidos (Tabla 41) al igual que el PPC desde la semana 05 hasta la semana 20 con el único fin de obtener resultados positivos para la obra.

RESPONSABLES	% CONFIABILIDAD	CANTIDAD DE COMPROMISOS ASUMIDOS	CANTIDAD DE COMPROMISOS CUMPLIDOS
YRAM TIRADO	80.00%	5	4
EDUARDO ALVAREZ	50.00%	2	1
EDGAR NUÑEZ	80.00%	5	4
FLAVIA LARA	25.00%	4	1
MARCO PIZANGO	33.33%	3	1
ELIAS CORDOVA	60.00%	5	3
MARTIN GUZMAN	50.00%	4	2
EVA VIGO	50.00%	6	3
CARLOS VALENCIA	80.00%	5	4
NELSON TENORIO	50.00%	4	2
FREDDY CHUIMAN	50.00%	2	1
RICHARD MAMANI	100.00%	1	1
JAIME ZEGARRA	50.00%	2	1
JESUS OROYA	40.00%	5	2
MARTIN CASTILLO	80.00%	5	4
JUAN NAVAS	50.00%	2	1
MARIO DIAZ	66.67%	3	2
DANIEL DIONICIO	0.00%	2	0
LUZ PINZON	0.00%	1	0
LUIS PINZON	50.00%	2	1

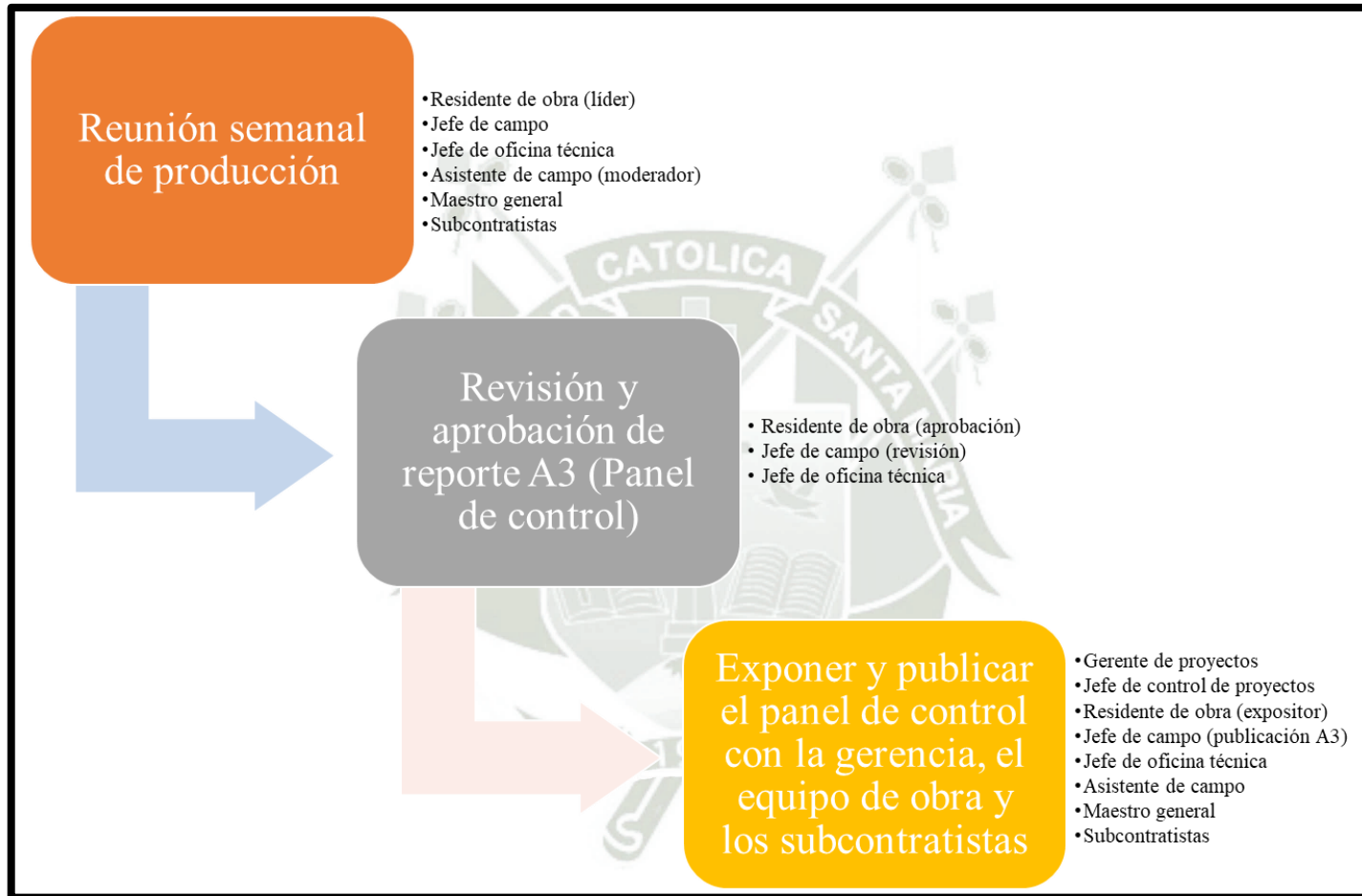
**Tabla 41:** Indicador de Compromisos aplicado en la obra

*Fuente: Elaboración propia*

### 3.2.11 Reporte A3 (Panel de Control)

El reporte A3 o panel de control es una herramienta que tiene como principal objetivo agrupar los indicadores semanales que están directamente relacionados con el mejoramiento y control de los resultados obtenidos en la semana.

Su aplicación en el proyecto para la presente investigación se realizó a partir de la semana 05 hasta la semana 20 de la obra con el fin de poder uniformizar todas las herramientas (sectorización y plan semanal) e indicadores (PPC, CI, IC) utilizados durante la semana para posicionarlos en una hoja A3, la cual se presenta como reporte (Figura 20) al ingeniero residente de obra y posteriormente es enviada a la gerencia y al área de control de proyectos. Este reporte debe publicarse semanalmente en las reuniones de obra con todo el equipo y debe incluir a las subcontratistas para analizar los resultados obtenidos a través de la metodología Last Planner y así tomar una reacción rápida en conjunto ante todos los imprevistos que presente la obra.



**Figura 20:** Procedimiento de aplicación de herramienta A3 en la obra

*Fuente: Elaboración propia*

## CAPITULO IV: ANALISIS Y RESULTADOS DE LA APLICACIÓN PROPUESTA

### 4.1 Resultados obtenidos

En el presente capítulo se van a exponer los resultados obtenidos a través de la aplicación de esta metodología desde la semana 05 hasta la semana 20 del proyecto (Tabla 42), utilizando las herramientas con gran potencial del Last Planner con el fin de tener un mejor control en los tipos de planificación que se implementaron en la obra.

Semanas	Actividades programadas	Actividades Cumplidas	Actividades No Cumplidas	PPC
SEMANA 05	9	9	0	100%
SEMANA 06	15	12	3	80%
SEMANA 07	16	15	1	94%
SEMANA 08	52	47	5	90%
SEMANA 09	50	44	6	88%
SEMANA 10	48	45	3	94%
SEMANA 11	26	13	13	50%
SEMANA 12	31	18	13	58%
SEMANA 13	17	11	6	65%
SEMANA 14	10	8	2	80%
SEMANA 15	12	10	2	83%
SEMANA 16	27	12	15	44%
SEMANA 17	60	39	21	65%
SEMANA 18	48	36	12	75%
SEMANA 19	60	34	26	57%
SEMANA 20	61	41	20	67%

**Tabla 42:** PPC obtenido semanalmente del proyecto durante la aplicación de la metodología Last Planner Semana 05-20

*Fuente: Elaboración propia*

#### 4.1.1 Análisis de la Resultados

El análisis de los resultados obtenidos in situ de la obra se llevaron a cabo a través de las herramientas de medición como el NGA (Nivel General de Actividad) y las cartas balance; que por el alto grado de detalle que tienen ambas herramientas nos permitieron obtener resultados más precisos acerca de la productividad del proyecto.

A continuación, mostraremos los resultados obtenidos con la herramienta NGA, en donde se tomaron un total de 16 mediciones en la obra que nos permitieron identificar las principales deficiencias en cuanto a los niveles de productividad del proyecto.

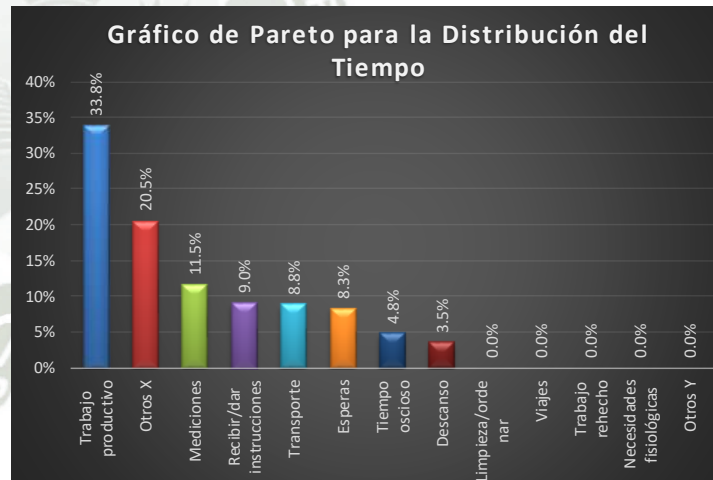
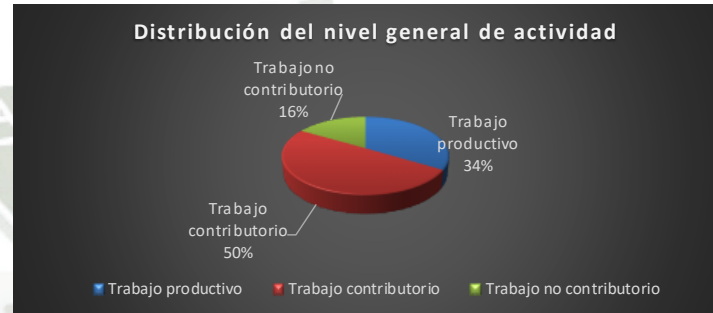


## RESULTADOS DEL NIVEL GENERAL DE ACTIVIDAD

**PROYECTO:** QUO  
**HORA INICIO:** 10:00  
**HORA FIN:** 12:00

**MUESTREADOR:** JORDANNO YANEZ  
**FECHA:** 08/05/2019

Actividad	Cantidad cuadrilla	Promedio Cuadrilla
<b>TP</b>	<b>135</b>	<b>33.8%</b>
C Trabajo productivo	135	33.8%
<b>TC</b>	<b>199</b>	<b>49.8%</b>
T Transporte	35	8.8%
M Mediciones	46	11.5%
I Recibir/dar instrucciones	36	9.0%
L Limpieza/ordenar	0	0.0%
X Otros X	82	20.5%
<b>TNC</b>	<b>66</b>	<b>16.5%</b>
V Viajes	0	0.0%
O Tiempo ocioso	19	4.8%
E Esperas	33	8.3%
R Trabajo rehecho	0	0.0%
D Descanso	14	3.5%
N Necesidades fisiológicas	0	0.0%
Y Otros Y	0	0.0%
Trabajo productivo	<b>135</b>	34%
Trabajo contributorio	<b>199</b>	50%
Trabajo no contributorio	<b>66</b>	17%



**Tabla 43:** Resultados Nivel General de Actividad de la obra Semana 19

*Fuente: Elaboración propia*

De los gráficos mostrados (Tabla 43) como resultados a la medición realizada para la semana 19 obtuvimos como fotografía general de la obra un 34 % de TP (Trabajo productivo), 50% de TC (Trabajo contributorio) y 16 % de TNC (Trabajo no contributorio), lo cual refleja un resultado bastante alentador en comparación al promedio en la ciudad de Lima (Ghio) 28% TP, 36% TC y 36% TNC, donde se buscan minimizar siempre los trabajos que no agreguen valor dentro del avance del proyecto.

#### 4.1.2 Niveles de productividad

Los resultados obtenidos a los niveles de productividad tomados en la obra en toda la etapa de aplicación de la metodología reflejan un impacto positivo para el proyecto en el cual el promedio de todas las mediciones realizadas (Figura 21) nos muestra que se obtuvo un trabajo productivo o TP de 34%, un trabajo contributorio o TC de 43% y un trabajo no contributorio o TNC de 23%.

A través de estas herramientas podemos obtener una estadística y una radiografía general del avance de la obra durante todas las semanas en que se aplicó la metodología. De acuerdo a los resultados actuales que tenemos en la ciudad de Lima que datan al año 2001, se alcanzó en promedio un 28% de TP, 36% de TC y 36% de TNC (Guio), vale decir que en el caso de este proyecto se logró superar estos resultados principalmente en el incremento del trabajo productivo con un 34% y la disminución del trabajo no contributorio con un 23%.



**Figura 21:** Niveles de productividad generales de la obra Quo

*Fuente: Elaboración propia*

A continuación, podemos observar una tabla comparativa (Tabla 44) entre los niveles de productividad alcanzados el año 2001 en la ciudad de Lima con mediciones tomadas para un total de 50 obras de la publicación “Productividad en obras de construcción. Diagnóstico, Crítica y Propuesta” del Ing. Virgilio Guio; los niveles de productividad más recientes del año 2006 en Lima metropolitana con mediciones en 26 obras publicado en tesis de pregrado (Morales y Gáneas) y los niveles de productividad obtenidos en el proyecto durante todo el periodo de aplicación y medición en la obra.

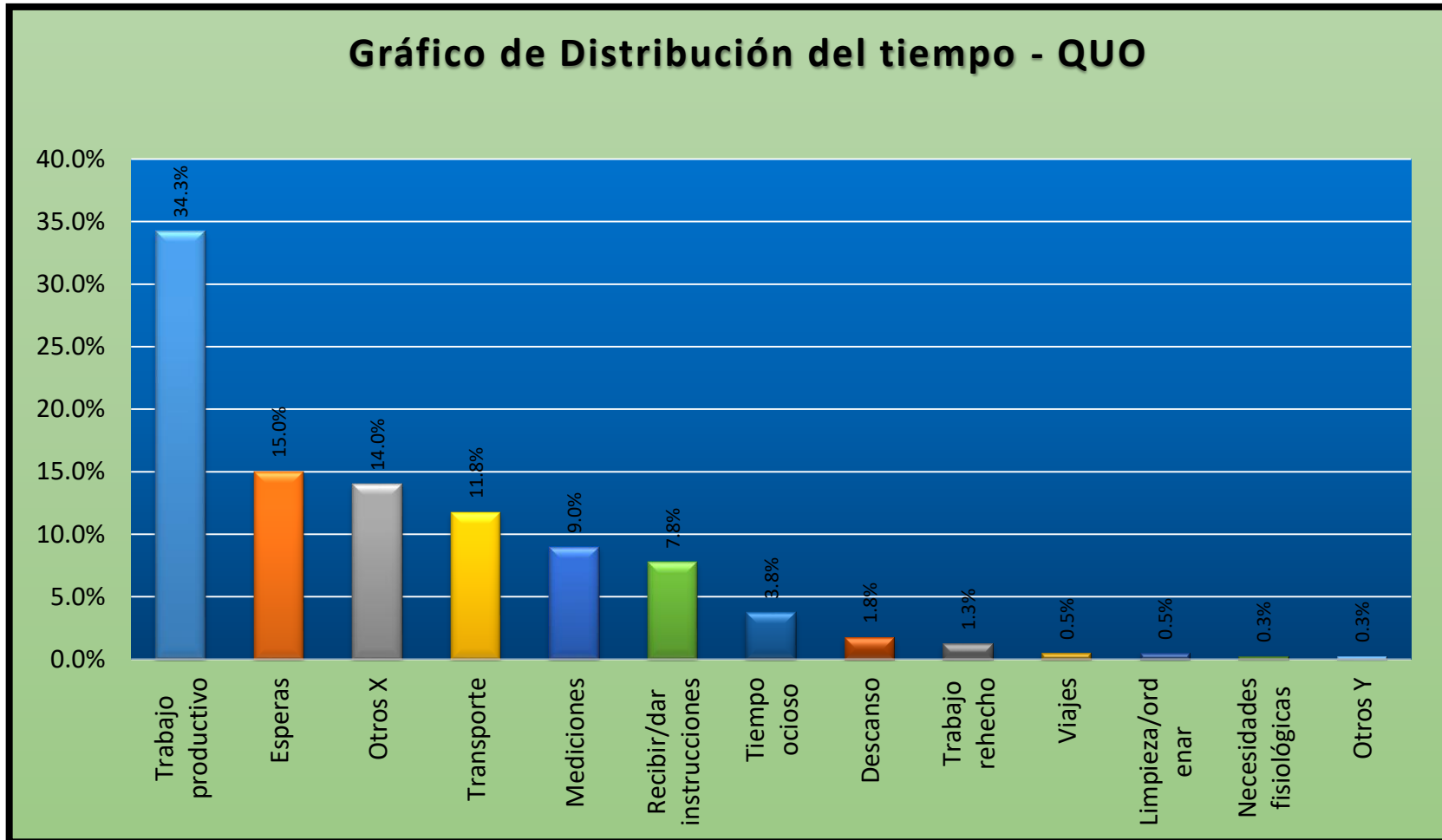
	2001 (Guio)	2006 (Morales)	“Quo”
<b>T. PRODUCTIVO</b>	28 %	32 %	34 %
<b>T. CONTRIBUTORIO</b>	36 %	43 %	43 %
<b>T. NO CONTRIBUTORIO</b>	36 %	25 %	23 %

**Tabla 44:** Tabla comparativa de los Niveles de Productividad en Lima con la obra

*Fuente: Elaboración propia*

Como se puede distinguir de la tabla mostrada el mayor porcentaje o la mayor concentración de trabajo en la obra está dada para el trabajo contributorio con 43%, que agrupa todas aquellas actividades que son necesarias para realizar un trabajo productivo.

Los trabajos contributorios y no contributorios están ubicados de manera descendente en el siguiente gráfico de distribución de tiempo en la obra (Figura 22) en el cual se obtuvieron los siguientes resultados:



**Figura 22:** Distribución de tiempo promedio TC y TNC de la obra

*Fuente: Elaboración propia*

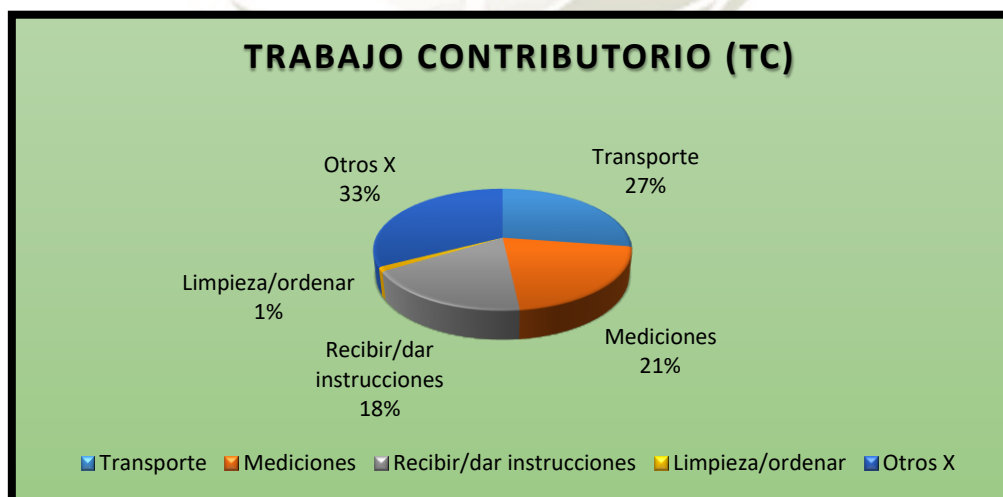
### Trabajos Contributorios:

- ✓ Otros X (14%)
- ✓ Transporte (11.8%)
- ✓ Mediciones (9%)
- ✓ Recibir/ Dar instrucciones (7.8%)
- ✓ Limpieza/Ordenar (0.5%)

### Trabajos No Contributorios:

- ✓ Esperas (15%)
- ✓ Tiempo ocioso (3.8%)
- ✓ Descanso (1.8%)
- ✓ Trabajo rehecho (1.3%)
- ✓ Viajes (0.5%)
- ✓ Necesidades fisiológicas (0.3%)
- ✓ Otros Y (0.3%)

Como resultado para la distribución del trabajo contributorio en promedio de la obra (Figura 23) considerando una ocupación del 100% se obtuvo lo siguiente:

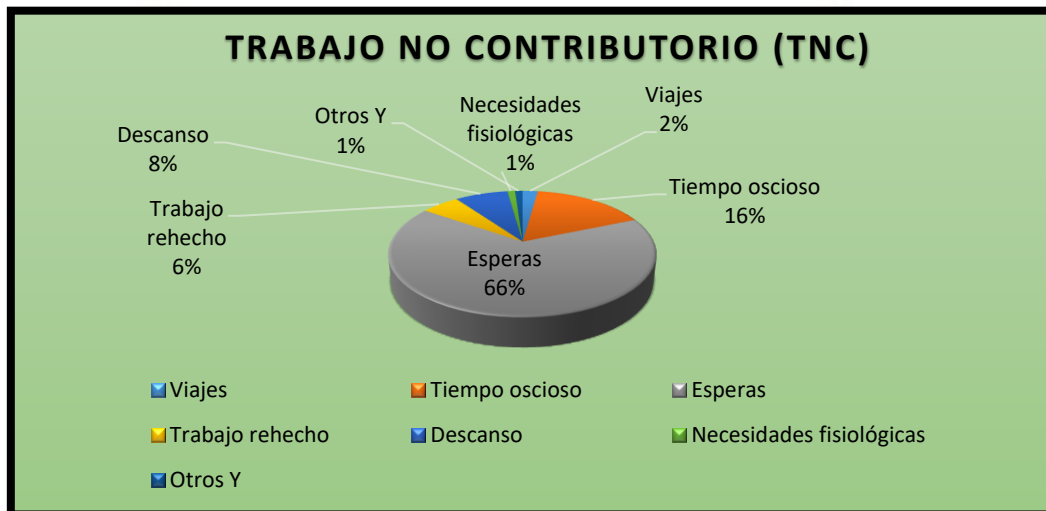


**Figura 23:** Distribución de tiempo de trabajo contributorio “Quo”

*Fuente: Elaboración propia*

Para la actividad de Otros X (14 %) como trabajo contributivo encontramos acciones como el lampeado de concreto, traslado de manguera, habilitación y corte de acero, armado de andamios y plataformas, habilitación de material para encofrado, etc.

Asimismo, para el trabajo no contributivo de la obra en promedio se obtuvieron los siguientes resultados (Figura 24):



**Figura 24:** Distribución de tiempo de trabajo no contributivo “Quo”

*Fuente: Elaboración propia*

En el caso de la actividad de Otros Y (1%) y tiempo ocioso (16%) como trabajo no contributivo se registraron acciones en la obra como conversar, hablar por celular, simulación de trabajo, búsqueda de materiales, entre otros.

Dentro de los principales objetivos de la aplicación de esta metodología en la obra se instó en comprobar que los niveles de productividad de este proyecto sean superiores al promedio de los niveles encontrados en la ciudad de Lima, en los cuales se construye de manera tradicional de acuerdo a la publicación realizada por el Ing. Guio (2001) y las mediciones realizadas en 26 de obras de la capital (2006).

Asimismo, es importante destacar que en comparación internacional con otros países vecinos como Chile aún nos encontramos muy por debajo del promedio (47% TP, 28% TC y 25% TNC) principalmente en el trabajo productivo que tenemos en el país.

Sin embargo, el trabajo no contributivo medido en el proyecto (23% TNC) es menor al que se tiene en Chile, lo cual podemos interpretarlo como una mejora de esta metodología para la obra en cuanto a la reducción de pérdidas, la optimización de procesos y el correcto dimensionamiento de cuadrillas. Debemos tener en cuenta que el 43% obtenido como trabajo contributivo en Quo, así como en los distintos proyectos de edificaciones en Lima metropolitana puede disminuir y transformarse como trabajo productivo con mayor control en la duración de las acciones que contribuyen a realizar la actividad como el transporte, las mediciones e instrucciones del personal.

En vista de ello es importante que el gerente y el residente de la obra realicen un análisis previo del costo de las partidas medidas y evalúen si es más conveniente el uso de una grúa torre para mejorar el transporte, el uso de radios para mejorar la comunicación en campo y el alquiler de encofrados modernos para la obra.

#### **4.1.3 Optimización de procesos**

Como resultado a la aplicación y al uso de cartas de balance como herramienta potencial para el control de las actividades más importantes del proyecto, se lograron optimizar algunos procesos repetitivos en la ejecución o que no agregan valor a las actividades de la obra. Además, esta herramienta nos permite analizar cada actividad de nuestra planificación con un mayor grado de detalle para poder optimizar los costos que tiene cada partida e incrementar la productividad del proyecto.

En el caso de este proyecto se analizaron 2 partidas en específico, primero la partida de encofrado de placas (muros) y posteriormente la partida de vaciado de losa, en ambos casos se vio por conveniente ahondar con mayor profundidad en el control de estas partidas dado que no se observó una correcta ejecución de las actividades mencionadas por la cantidad de trabajos rehechos y los tiempos de espera para la realización de ambas actividades en la obra.

### Encofrado de verticales:

El análisis de esta partida fue fundamental para poder mejorar la ejecución de esta actividad y optimizar los procesos repetitivos en la ejecución de la misma, además de ser la partida que demanda el mayor número de obreros (dimensionamiento de cuadrilla) para poder llevarla a cabo durante la etapa de subestructura de la obra y posterior a ello en la superestructura de la edificación.

### Procesos de mejora (Resultados)

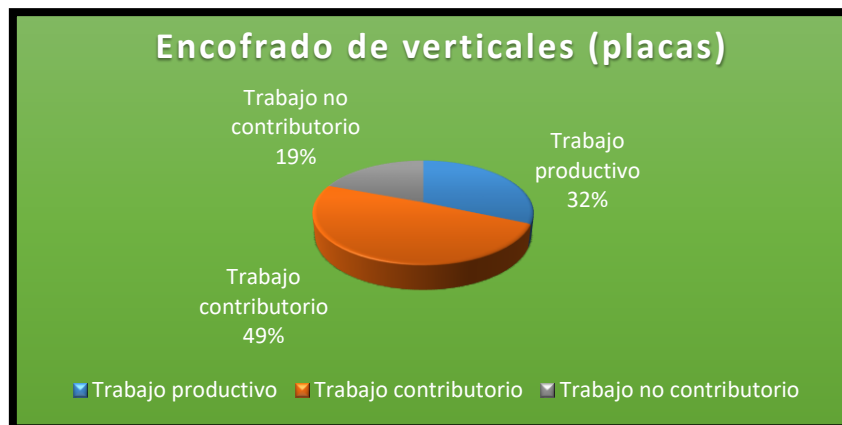
Los resultados que se obtuvieron para el encofrado de verticales en la obra estaban conformados por una cuadrilla de 7 personas (3 operarios y 4 ayudantes) que se precisa en el siguiente cuadro (Tabla 45):

<b>Cuadrilla inicial (Encofrado de placas)</b>	
<b>Cargo</b>	<b>Nombre</b>
Operario	Quicaño Núñez, Renee
Operario	Wajai Entsakua, Esteño
Operario	Reyes García, Juan
Operario	Godoy Camargo, Luis
Ayudante	Mayhuire Chanchhuaña, Santos
Ayudante	Dávalos Soto, Eder
Ayudante	Cabezudo Carrasco, Daniel
Ayudante	Pérez Alcahuamán, Eduardo

**Tabla 45:** Cuadrilla inicial de encofrado de placas del proyecto

*Fuente: Elaboración propia*

Los niveles de productividad que se obtuvieron inicialmente para esta partida (Figura 25) en específico estaban por debajo del promedio en comparación con los NGA aplicados al proyecto (TC: 43%), obteniendo cerca de un 50% de trabajo contributivo y en donde evidentemente hacía falta un mayor control y seguimiento de las acciones realizadas (mediciones, transporte, otros X, etc.) que contribuyeron finalmente a la ejecución de esta partida.



**Figura 25:** Niveles de productividad previos a la optimización

*Fuente: Elaboración propia*

AREA VERTICALES	
SECTOR 1	34 M2
SECTOR 2	32 M2
SECTOR 3	41 M2
SECTOR 4	40 M2

**Tabla 46:** Metrado de encofrado de placas superestructura

*Fuente: Elaboración propia*

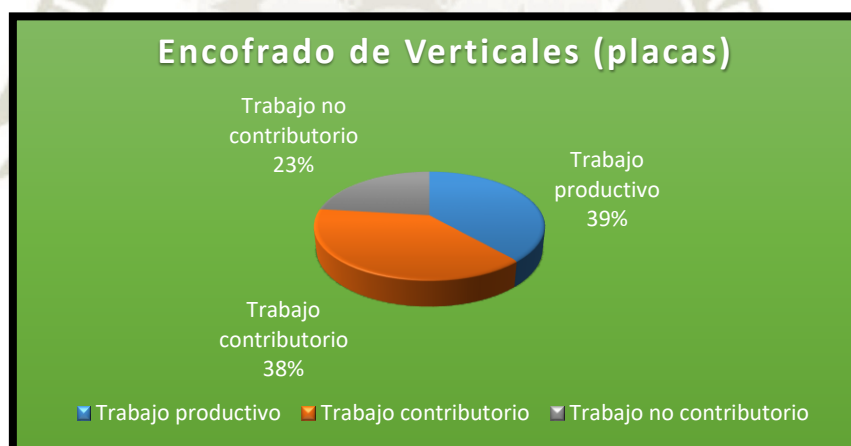
Cuadrilla optimizada (Encofrado de placas)	
Cargo	Nombre
Operario	Quicaño Núñez, Renee
Operario	Wajai Entsakua, Esteño
Operario	Reyes García, Juan
Operario	Tantarico Mendoza, Gilver
Oficial	Márquez Carcasi, Edmundo
Oficial	Canchari Robles, Pedro
Ayudante	Cabezudo Carrasco, Daniel
Ayudante	Pérez Alcahuamán, Eduardo

**Tabla 47:** Cuadrilla optimizada de encofrado de placas del proyecto

*Fuente: Elaboración propia*

Después de haber realizado un análisis a la partida de encofrado de placas de acuerdo al metrado que tiene cada sector en la obra (Tabla 46) y tomando en cuenta los rendimientos considerados para el dimensionamiento de cuadrilla (10 m<sup>2</sup>), se optó por reacomodar la cuadrilla en estudio (Tabla 47) ya que para obtener el rendimiento propuesto la labor debe ser ejecutada por operarios, oficiales y ayudantes (4 operarios, 2 oficiales y 2 ayudantes); inicialmente se trabajó solo con operarios y ayudantes (4 operarios y 4 ayudantes), lo cual generó tener un mayor tiempo contributorio en vista que un peón no está capacitado para realizar trabajos de medición y habilitación de encofrado.

Con este reajuste se logró alcanzar un trabajo productivo del 39% para la actividad y el trabajo contributorio se redujo en más del 10% llegando hasta un 38%, sin incrementar el número de personas conformadas en la cuadrilla y obteniendo beneficios económicos para la empresa (Figura 26).



**Figura 26:** Niveles de productividad posterior a la optimización

*Fuente: Elaboración propia*

### Vaciado de Concreto horizontal:

Para el caso de esta actividad se realizó un análisis previo a los vaciados de cada sector de losa en la edificación, para ello se efectuaron mediciones con cartas de balance identificando los procesos respectivos y mal ejecutados de la actividad, obteniendo así grandes mejoras en los ratios de productividad de la partida y en el control del desperdicio de concreto del proyecto.

### Procesos de mejora (Resultados)

La cuadrilla para el vaciado de horizontales (superestructura) en la obra estaba integrada inicialmente por un total de 7 personas (3 operarios y 4 ayudantes), la cual se muestra en el siguiente gráfico (Tabla 48):

<b>Cuadrilla inicial (Vaciado de losa)</b>	
<b>Cargo</b>	<b>Nombre</b>
Operario	Pareja Rodríguez, Julio
Operario	Gonzales Morales, Rubén
Operario	Suarez Mío, Juan
Ayudante	Adauto Jenhua, Carlos
Ayudante	Dugarte Molina, Aurelio
Ayudante	Morí Góngora, José Edber
Ayudante	Verdoni Guffanti, Claudio

**Tabla 48:** Cuadrilla inicial de vaciado de losa del proyecto

*Fuente: Elaboración propia*

Para esta partida se obtuvieron según el gráfico mostrado (Figura 27) niveles de productividad (TP: 31%, TC: 49% y TNC: 20%) inferiores al nivel general de actividad aplicado al proyecto (TP: 34%, TC: 43% y TNC: 23%), por lo tanto, al ser una de las actividades con mayor importancia en la planificación diaria y una de las influyentes para el presupuesto de la obra se vio por conveniente utilizar cartas de balance para tener un mayor control y seguimiento de la partida.



**Figura 27:** Niveles de productividad previos a la optimización

*Fuente: Elaboración propia*

	AREA TECHO	VOLUMEN TECHO
<b>SECTOR 1</b>	68 M2	12 M3
<b>SECTOR 2</b>	80 M2	14 M3
<b>SECTOR 3</b>	86 M2	16 M3
<b>SECTOR 4</b>	86 M2	15 M3

**Tabla 49:** Metrado de vaciado de losa superestructura

*Fuente: Elaboración propia*

Cuadrilla optimizada (Vaciado de losa)	
Cargo	Nombre
Operario	Pareja Rodríguez, Julio
Operario	Gonzales Morales, Rubén
Oficial	Quiroz Tello, Vicente
Ayudante	Adauto Jenhua, Carlos
Ayudante	Dugarte Molina, Aurelio

**Tabla 50:** Cuadrilla optimizada de vaciado de losa del proyecto

*Fuente: Elaboración propia*

Según el metrado asignado para cada sector de la obra (Tabla 49) y considerando los rendimientos usados para el dimensionamiento de la cuadrilla (30 m<sup>2</sup>), se vio por conveniente realizar una optimización en los integrantes de la misma, dado que en la cuadrilla inicial conformada por 3 operarios para el acabado de la losa y 4 ayudantes (2 lamperos, vaciador y vibrador) se observaron procesos deficientes en el vibrado y el lampeado del concreto además de no tener tiempo suficiente para el cumplimiento de su actividad. Cabe destacar que el horario de los vaciados inicialmente se programaba por la tarde (02:00 pm), lo cual conllevó algunos inconvenientes para el proyecto en numerosas ocasiones por el retraso de la bomba y la llegada de concreto, generando así que se sobrepase el límite horario (05:00 pm) por el metrado programado y el tiempo de secado del concreto. Por lo tanto, se reajustó el horario del vaciado al turno de mañana (10:00 am), se incorporó un oficial a la cuadrilla como encargado del vibrado y se optimizó el número de ayudantes para el lampeado de concreto y la cantidad de operarios albañiles para el acabado de la losa (Tabla 50) ya que tenían tiempo suficiente hasta el final de jornada para cumplir con su metrado diario.

Después de haber realizado un análisis profundo a la partida de vaciado de losa para reducir los trabajos contributorios y no contributorios se obtuvieron los siguientes resultados (Figura 28), en donde podemos apreciar que el trabajo productivo (TP) se incrementó hasta un 42% y se minimizó el trabajo contributorio en más del 12% (TC: 36%), logrando así importantes beneficios económicos para la empresa y la productividad del proyecto.



**Figura 28:** Niveles de productividad posterior a la optimización

*Fuente: Elaboración propia*

#### 4.1.4 Porcentaje de Plan Cumplido (PPC)

El porcentaje de plan cumplido (PPC) que se obtuvo en la obra semanalmente durante la aplicación de la metodología desde la semana 05 hasta la semana 20 se muestra a continuación (Ver Anexo 8), destacando que después de las 16 semanas de medición y mejora continua en el proyecto se logró superar el 70% del cumplimiento acumulado de todas las actividades.

Semanas	Actividades programadas	Actividades Cumplidas	Actividades No Cumplidas	PPC ACUM.
SEMANA 05	9	9	0	100%
SEMANA 06	15	12	3	88%
SEMANA 07	16	15	1	90%
SEMANA 08	52	47	5	90%
SEMANA 09	50	44	6	89%
SEMANA 10	48	45	3	91%
SEMANA 11	26	13	13	86%
SEMANA 12	31	18	13	82%
SEMANA 13	17	11	6	81%
SEMANA 14	10	8	2	81%
SEMANA 15	12	10	2	81%
SEMANA 16	27	12	15	78%
SEMANA 17	60	39	21	76%
SEMANA 18	48	36	12	76%
SEMANA 19	60	34	26	74%
SEMANA 20	61	41	20	73%

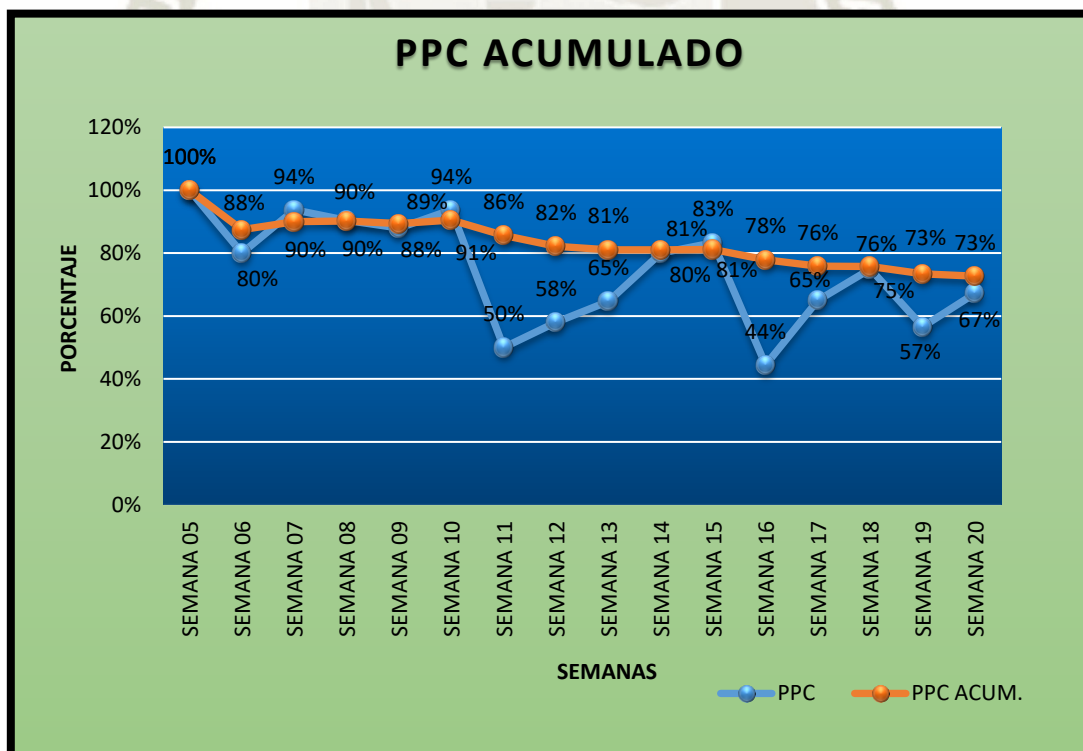
**Tabla 51:** PPC acumulado obtenido semanalmente del proyecto durante la aplicación de la metodología Last Planner Semana 05-20

*Fuente: Elaboración propia*

La obtención de los resultados se lleva a cabo mediante el cociente de las actividades programadas y las actividades cumplidas en el plazo de una semana, debido a ello es que se realiza esta evaluación semanalmente como un indicador de desempeño del avance de la obra y finalmente lograr así obtener un PPC acumulado del proyecto.

En el recuadro mostrado (Tabla 51) podemos distinguir los resultados obtenidos a través del indicador conocido como PPC después de realizar un control minucioso cada semana durante todo el proceso de la aplicación de esta metodología con el fin de presentar los resultados reales que obtuvimos al final del proyecto.

También, se puede resaltar que en la semana 19 y 20 de la obra se presentaron los mayores números de actividades programadas, en donde evidentemente el metrado fue superior al resto de semanas, esto generó tener que realizar un mayor control y dar un seguimiento más exhaustivo al cumplimiento de las actividades y a la medición de los niveles de productividad.

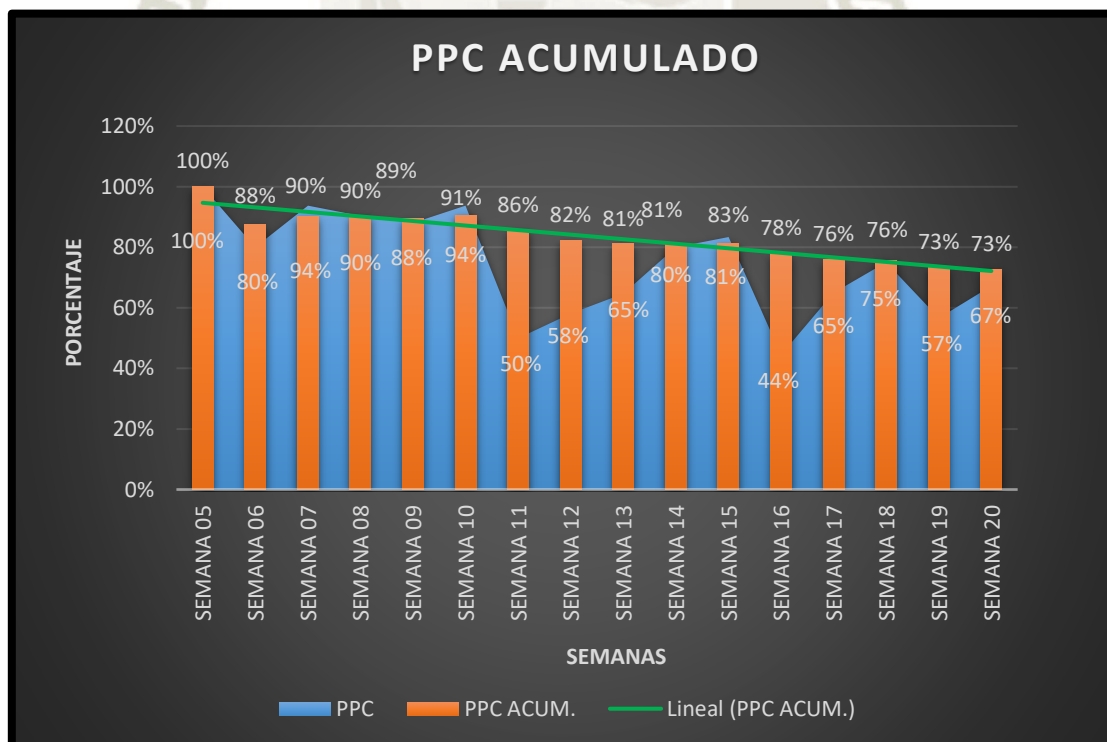


**Figura 29:** Gráfico lineal de PPC acumulado obtenido del proyecto durante la aplicación de la metodología Last Planner Semana 05-20

*Fuente: Elaboración propia*

Como podemos observar en el gráfico mostrado (Figura 29) existen algunas variaciones en el trayecto de aplicación del Last Planner, en donde se aprecian 3 caídas importantes al PPC acumulado de la obra, que corresponden a la semana 11, semana 16 y semana 19 respectivamente, que se analizarán a detalle en las causas de incumplimiento generadas durante la ejecución del proyecto. Asimismo, es importante destacar que se obtuvo un porcentaje de cumplimiento acumulado no menor del 73%, es decir, está por encima de los 2/3 del cumplimiento de actividades (66%) que propone H. Ballard en su teoría para empresas que recientemente implementaron esta metodología. Entonces, podríamos afirmar que su aplicación en un proyecto de construcción como Quo logró superar las expectativas y el propósito de esta investigación.

La línea de tendencia (verde) del PPC acumulado (Figura 30) se mantiene en un intervalo entre el 70% y el 90% durante toda la obra, lo cual refleja un impacto bastante positivo y alentador para nuestra investigación acerca de la eficiencia del sistema Last Planner aplicado en el proyecto.



**Figura 30:** Gráfico de barras y áreas de PPC acumulado obtenido del proyecto durante la aplicación de la metodología Last Planner Semana 05-20

*Fuente: Elaboración propia*

#### 4.1.5 Causas de Incumplimiento (CI)

Debido al gran porcentaje de incertidumbre y variabilidad que coexisten actualmente en los proyectos de construcción analizaremos detenidamente las causas que generan el incumplimiento de las actividades en el avance semanal de la obra. A través de la información obtenida de estas causas se elaboró una base de datos estadísticos para la obra, que puedan servir como mejora continua, lecciones aprendidas y retroalimentación para todos los miembros del proyecto y la empresa.

Para la elaboración de la base estadística propuesta como síntesis al resultado de los incumplimientos generados al proyecto y después de realizar un correcto análisis al catálogo presentado (Tabla 40), se debe asignar las causas a uno de los 9 grupos o áreas que forman parte de este catálogo. A continuación, se muestra el cuadro resumen de todas las causas de incumplimiento extraídas desde la semana 05 hasta la semana 20 de la aplicación de la metodología en obra e identificadas en cada una de las áreas correspondientes a su incumplimiento.

SEMANAS	PROG	LOG	QA/QC	EXT	SUP/CLI	EJEC	SC	EQ	ADM
SEMANA 05									
SEMANA 06		1					1		
SEMANA 07							1		
SEMANA 08	4								
SEMANA 09							6		
SEMANA 10							3		
SEMANA 11	11								
SEMANA 12		6				1			3
SEMANA 13							3		
SEMANA 14							1		1
SEMANA 15		2							
SEMANA 16		2					8		
SEMANA 17	4						8		
SEMANA 18							12		
SEMANA 19	10			2					
SEMANA 20		2					11		
<b>TOTAL</b>	<b>29</b>	<b>13</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>54</b>	<b>0</b>	<b>4</b>

**Tabla 52:** Causas de incumplimiento acumuladas de la obra desde la Semana 05 hasta la Semana 20

*Fuente: Elaboración propia*

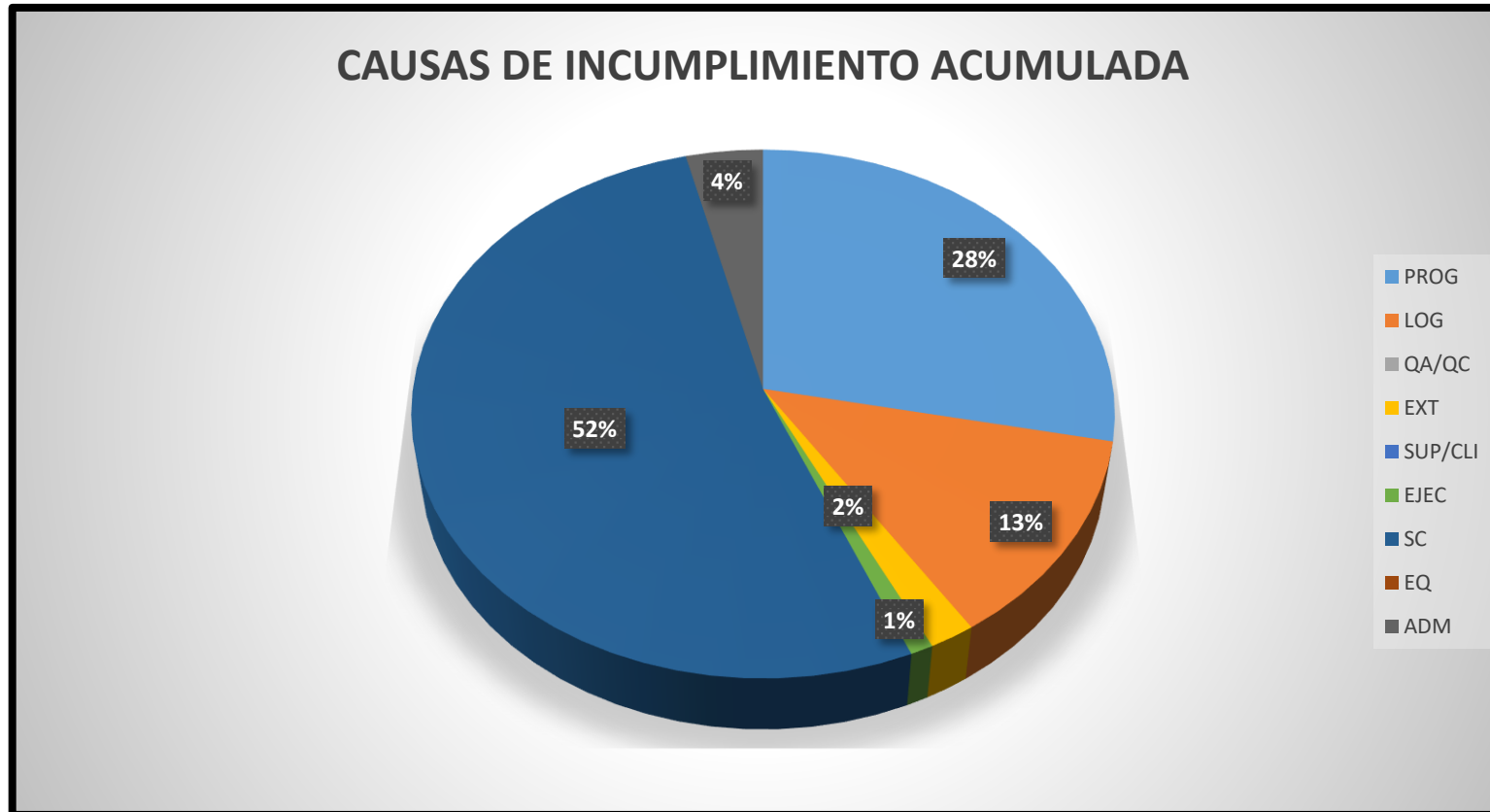
Causas de Incumplimiento	PORCENTAJE
Programación (PROG)	28%
Logística (LOG)	13%
Control de Calidad (QA/QC)	0%
Externos (EXT)	2%
Supervisión / Cliente (SUP/CLI)	0%
Ejecución (EJEC)	1%
Subcontratas (SC)	52%
Equipos (EQ)	0%
Administrativos (ADM)	4%

**Tabla 53:** Porcentaje de Causas de incumplimiento acumuladas de la obra desde la Semana 05 hasta la Semana 20

*Fuente: Elaboración propia*

Como se observa en las tablas 52 y 53 se tienen agrupadas todas las causas de incumplimiento generadas en el proyecto desde la semana 05 hasta la semana 20 por diversos factores y en donde ya podemos concluir en que grupo o área se presentaron la mayor cantidad de incumplimientos en la obra.

Se aprecia claramente que el grupo de las subcontratas (Figura 31) es el que alberga más de la mitad de los incumplimientos generados al proyecto (52%) que podemos encontrar detalladamente en los anexos de la presente investigación del incumplimiento de cada actividad programada. También, se distingue que el grupo de programación (28%) y el grupo de logística (13%) abarcan más de un tercio de las causas acumuladas en la obra con lo cual podemos obtener importantes conclusiones para futuros proyectos.



**Figura 31:** Gráfico de Causas de incumplimiento acumuladas obtenidas del proyecto durante la aplicación de la metodología Last Planner  
Semana 05-20

*Fuente: Elaboración propia*

#### 4.2 Mejoras de la aplicación

De acuerdo al presupuesto del proyecto en estudio y al cronograma inicial o plan maestro de la obra, analizaremos los porcentajes de avance mensual hasta el mes de mayo y el porcentaje de avance acumulado en proyección para los meses de aplicación de la metodología Last Planner en la obra (Tablas 54 y 55).

MES	% AVANCE MENSUAL	% AVANCE ACUMULADO
ENERO	2.52%	2.52%
FEBRERO	3.65%	6.18%
MARZO	6.80%	12.98%
ABRIL	6.21%	19.19%
MAYO (SEM 20)	8.93%	28.13%

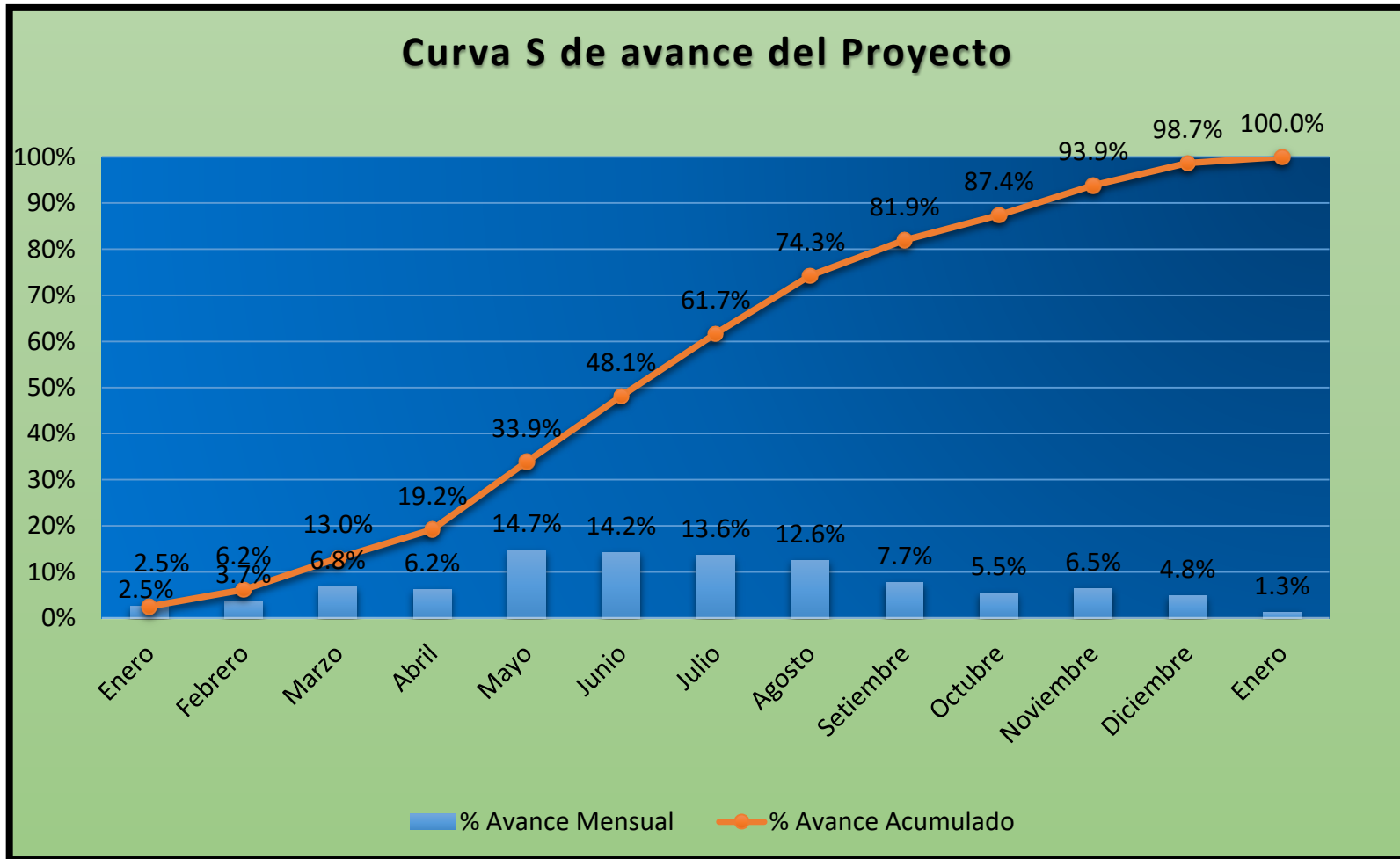
**Tabla 54:** Porcentaje (%) de avance mensual esperado y acumulado del proyecto

*Fuente: (Avitar Grupo Inmobiliario, 2019)*

MES	% AVANCE REAL MENSUAL	% AVANCE REAL ACUMULADO
ENERO	3.09%	3.09%
FEBRERO	4.70%	7.79%
MARZO	3.77%	11.56%
ABRIL	5.58%	17.14%
MAYO (SEM 20)	7.86%	25.00%

**Tabla 55:** Porcentaje (%) de avance real mensual según flujo valorizado durante la aplicación de la metodología en obra Semana 05-20

*Fuente: Elaboración propia*



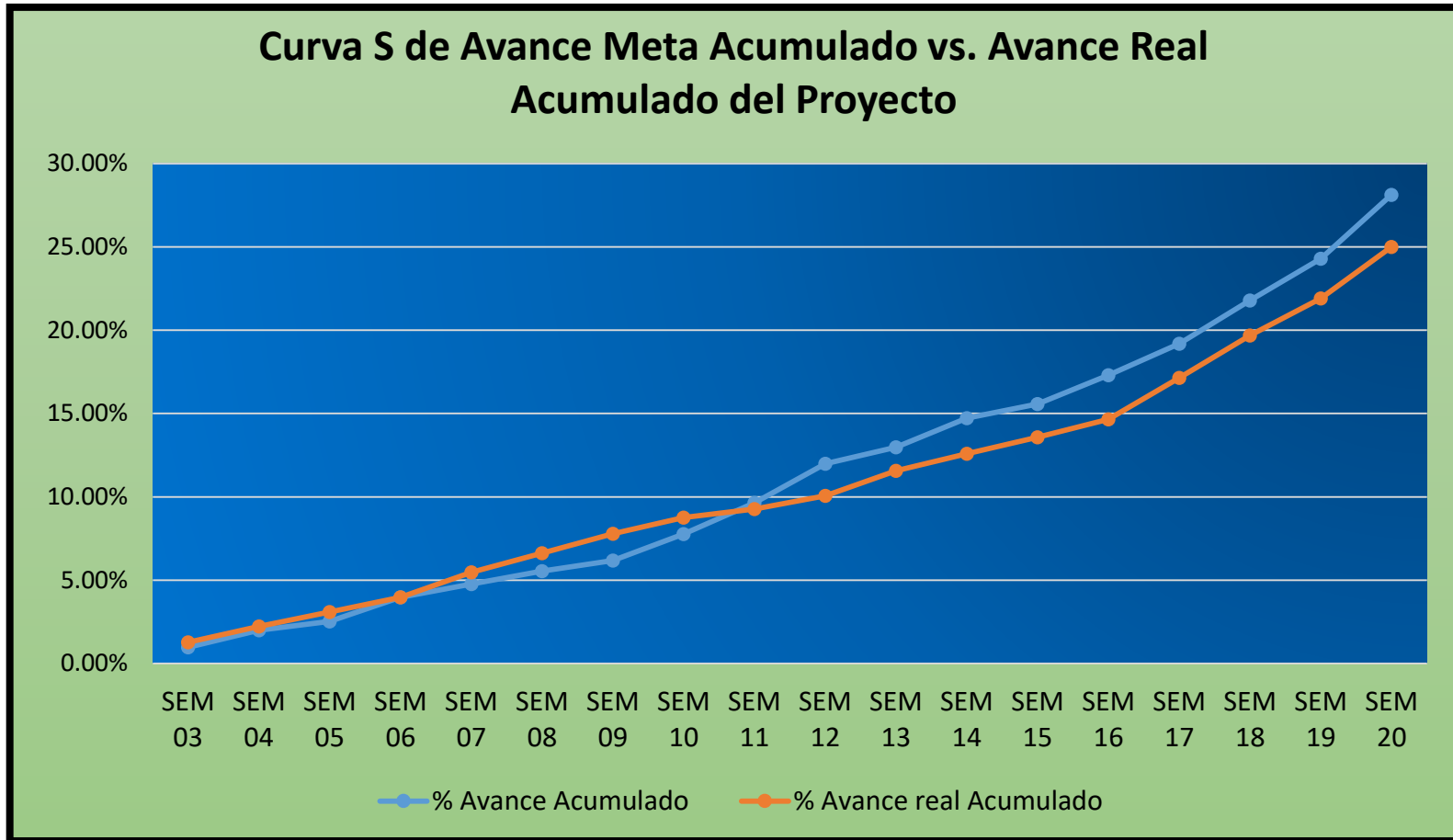
**Figura 32:** Curva S de avance y flujo valorizado de inicio a fin del proyecto

*Fuente: (Avitar Grupo Inmobiliario, 2019)*

SEMANA	% Avance Meta Acumulado	% Avance Real Acumulado
SEM 05	2.52%	3.09%
SEM 06	3.97%	3.98%
SEM 07	4.76%	5.48%
SEM 08	5.54%	6.63%
SEM 09	6.18%	7.79%
SEM 10	7.76%	8.76%
SEM 11	9.64%	9.28%
SEM 12	11.99%	10.06%
SEM 13	12.98%	11.56%
SEM 14	14.72%	12.59%
SEM 15	15.57%	13.57%
SEM 16	17.30%	14.64%
SEM 17	19.19%	17.13%
SEM 18	21.78%	19.68%
SEM 19	24.30%	21.90%
SEM 20	28.13%	25.00%

**Tabla 56:** Porcentaje (%) de avance meta y avance real acumulado del proyecto por semanas según flujo valorizado durante la aplicación de la metodología Semana 05-20

*Fuente: Elaboración propia*



**Figura 33:** Curva S de Avance Meta Proyecto vs. Avance Real de “Quo” durante la aplicación de la metodología Last Planner Semana 05-20


*Fuente: Elaboración propia*



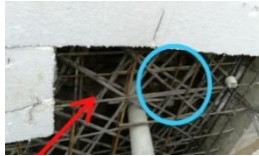
Como podemos observar en la curva S del avance del proyecto con relación al flujo valorizado desde la fecha de inicio de la obra en la semana 03 hasta la última semana de aplicación de la metodología se obtuvieron resultados alentadores para nuestra investigación (Tabla 56), a pesar de no haber alcanzado el porcentaje de avance meta proyectado para la semana 20 (28.13%), sin embargo pese a los inconvenientes generados en la obra se logró culminar hasta esa semana con un avance real del 25% del proyecto y una tendencia positiva de proyección para las semanas entrantes (Figura 33).


Cabe destacar que la curva de avance real acumulado de la obra está asociada con el cumplimiento de las actividades (PPC) en un plazo establecido y a su vez este cumplimiento está relacionado al flujo valorizado de avance durante una semana; al finalizar la aplicación de esta metodología en la obra se alcanzó un PPC promedio del 73%, vale decir, no se completó el 100% de las actividades programadas a lo largo de la medición, que se refleja como un retraso para “Quo” del 3% respecto a la curva S del proyecto (Figura 32), sin embargo el avance real fue superior al avance contractual esperado para el proyecto.

#### 4.2.1 Lecciones aprendidas

Esta herramienta de aprendizaje nos permite identificar los errores más comunes en obra que se cometen por diversos factores y que finalmente afectan la calidad del producto terminado, ocasionando trabajos rehechos para la obra y a su vez un mayor costo para la empresa (Tabla 57).

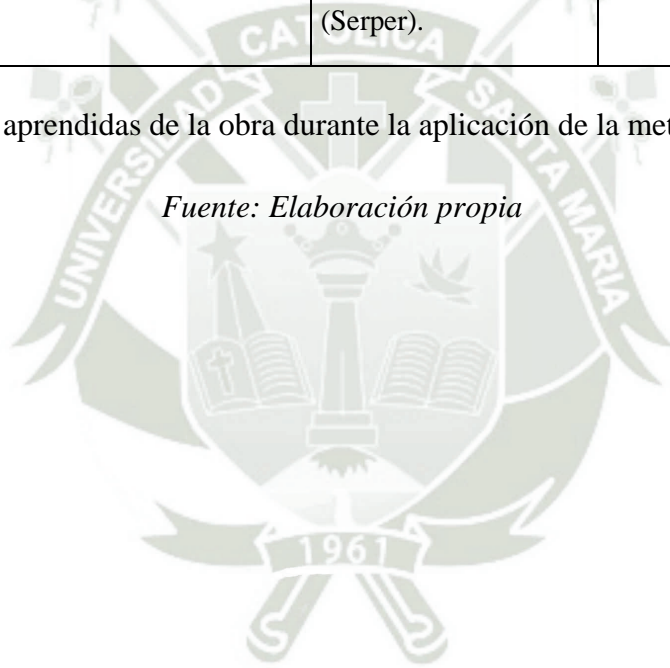
LECCIONES APRENDIDAS “QUO”						
ITEM	PARTIDA	FECHA	DESCRIPCION	MEDIDAS CORRECTIVAS	RECOMENDACIÓN	PANEL FOTOGRAFICO
1.1	Acero de muros	04/02/2019	En la imagen izquierda se observa el acero sin recubrimiento con el encofrado del muro debido al movimiento de los separadores durante el vaciado y en la imagen derecha se colocó una cuña de madera para separar la malla del encofrado generando que la malla quede al centro del muro.	Se corrigió el alineamiento del acero vertical de la placa para el siguiente nivel en coordinación con el encargado del capataz de la subcontratista (Serper).	Antes de encofrar la placa verificar que se tenga los separadores colocados para el recubrimiento (2 cm) y posterior al vaciado chequear el alineamiento del acero vertical de las placas.	

1.2	Encofrado y vaciado de muros	08/02/2019	Se observa reparación de cangrejera en muro anclado MA 16 y MA 17 con mortero (arena fina y cemento) de baja resistencia por subcontratista R&M.	Se limpió la superficie reparada con mortero de baja calidad y se subsano con mortero de alta resistencia (SikaRep).	Verificar el adecuado vibrado de placas durante el vaciado así como el funcionamiento del equipo (vibradora) y el correcto recubrimiento del acero para evitar cangrejeras.	
1.3	Encofrado y vaciado de muros	19/02/2019	Se observa cangrejera en muro anclado MA 16 y M 17 con profundidad hasta de 3 cm producto de un mal vibrado durante el vaciado.	Se limpió la superficie afectada y se subsano con mortero de alta resistencia (SikaRep).	Verificar el adecuado vibrado de placas durante el vaciado así como el funcionamiento del equipo (vibradora) y el correcto recubrimiento del acero para evitar cangrejeras.	
1.4	Acero de muros	22/02/2019	Se observa que se colocaron los refuerzos de 5/8" para el anclaje pegados hacia una sola malla cuando estos deben estar separados, uno pegado a la malla interior y el otro con la malla exterior. Además de no considerar el refuerzo horizontal y vertical como se detalla en el plano.	Se verificó el plano y se colocó la malla de refuerzo junto a la malla interior después de hacer la observación al capataz encargado (Serper)	Verificar la correcta colocación del refuerzo de acero en los anclajes de los muros según el detalle en las especificaciones de los planos.	

1.5	Encofrado y vaciado de muros	07/03/2018	Se observa que los separadores del acero están fuera de lugar, desplazando la malla de acero durante el vaciado hacia el interior del muro.	Se corrigió el alineamiento del acero vertical de la placa para el siguiente nivel en coordinación con el encargado del capataz de la subcontratista (Serper).	Durante el vaciado y después del vaciado verificar el alineamiento del acero vertical de las placas y la correcta colocación del recubrimiento previo al encofrado.	
-----	------------------------------	------------	---	--	---	---

**Tabla 57:** Lecciones aprendidas de la obra durante la aplicación de la metodología Last Planner

*Fuente: Elaboración propia*



#### 4.2.2 Eficiencia del Sistema

La eficiencia en un proyecto de construcción se describe como la capacidad de medición de un sistema para cumplir adecuadamente una tarea o función utilizando la menor cantidad de recursos posible, dicho de otro modo, una actividad eficiente hace un uso óptimo de los recursos y, por tanto, tiene el menor costo posible. Para poder determinar los beneficios que conlleva la aplicación de esta metodología en la obra se va a analizar el cumplimiento de los hitos establecidos con el cliente como factor de costo según el flujo valorizado.

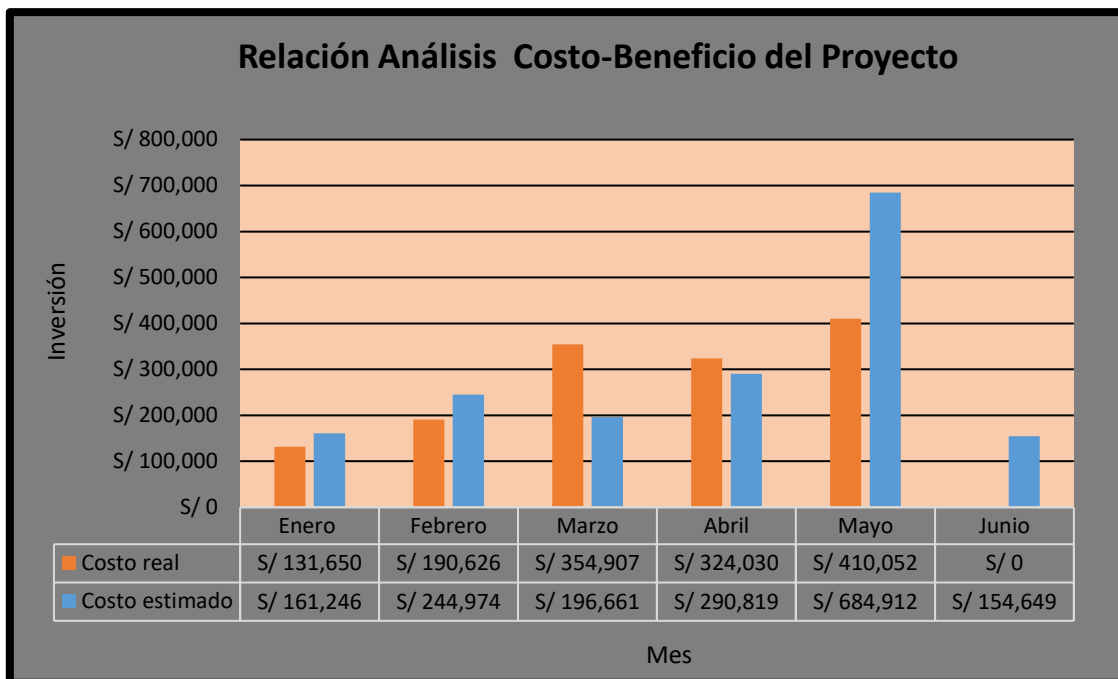
**Análisis costo-beneficio:** Se define como la relación entre los beneficios obtenidos y los costos incurridos en el proyecto.

EDIFICIO QUO	305 días	lun 14/01/19	lun 20/01/20
▷ OBRAS PRELIMINARES	15 días	lun 14/01/19	jue 31/01/19
▷ MUROS ANCLADOS	60 días	jue 31/01/19	lun 15/04/19
▷ CIMENTACION Y CISTERNA	25 días	lun 15/04/19	mié 15/05/19
▣ SOTANOS (3 sótanos)	21 días	mié 15/05/19	lun 10/06/19
SOTANO 3	9 días	mié 15/05/19	sáb 25/05/19
SOTANO 2	6 días	sáb 25/05/19	sáb 01/06/19
SOTANO 1	6 días	lun 03/06/19	lun 10/06/19

**Tabla 58:** Cronograma venta del proyecto con avance hasta el sótano 1

*Fuente: (Avitar Grupo Inmobiliario, 2019)*

De acuerdo al cronograma venta de la obra que se estableció con el cliente en el anteproyecto (Tabla 58), evaluamos la fecha de la última semana de aplicación de la metodología (Semana 20), en la cual se culminó hasta el sótano 1 de la obra logrando cumplir con el hito propuesto para la finalización de la subestructura con un 6.5% de adelanto respecto a la fecha pactada con el cliente.



**Figura 34:** Relación análisis costo-beneficio del proyecto Enero - Junio

*Fuente: Elaboración propia*

El valor del dinero en el tiempo se interpreta como un ahorro importante para la empresa (Figura 34) dado que hasta el corte de la semana 20 la inversión real fue de S/. 1 411 265.80, sin embargo, según el cronograma contractual con el cliente hasta ese momento se estimaba una inversión de S/. 1 733 261.69, obteniendo así un ahorro de S/. 321 994.89 equivalente a un 6.17% respecto al presupuesto base del proyecto.

### 4.2.3 Mejora Continua

Mediante esta herramienta que propone la metodología Last Planner y después de haber realizado un análisis a todas las causas de incumplimiento generadas en el proyecto, se elaboró un cuadro detallado con un plan de acción para tener una mejora continua en el proyecto (Tabla 59) y con el fin de mejorar el cumplimiento de las actividades para futuros proyectos del rubro.

<b>MEJORA CONTINUA DEL PROYECTO</b>			
<b>SEMANA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>PLAN DE ACCIÓN</b>	<b>RECOMENDACIÓN</b>
SEMANA 06	No llego la cantidad de acero corrugado solicitado a obra (Aceros Arequipa) a pesar de realizar el pedido con la anticipación adecuada.	El residente se comunicó con el área de despachos de Aceros Arequipa, donde ellos indicaron que necesitan como mínimo 3 días hábiles para la producción de varillas corrugadas de 9 m y 6 días hábiles para la producción de acero dimensionado por lo que se envió un cuadro con lo solicitado.	Enviar un cuadro detallado con las fechas requeridas para la llegada del acero solicitado con 2 semanas de anticipación y enviar un recordatorio de la fecha más próxima de llegada con 1 semana de anticipación.
SEMANA 06	Falta de material de subcontratista para encofrado de muros anclados (R&M).	El residente se comunicó con el área de gerencia de la subcontrata para indicar el problema, en donde ellos se comprometieron a tenerlo sin falta en la obra el lunes 11-02-19.	Contactar una empresa proveedora de material de encofrado en el caso que la subcontrata no cumpla con el acuerdo establecido.

SEMANA 07	Se presentaron problemas técnicos con la pala de la única excavadora en la obra (CHF).	El jefe de campo se comunicó con el encargado de la subcontrata CHF y se vio por conveniente traer a un especialista a la obra para diagnosticar y reparar la pala lo antes posible.	Realizar una evaluación técnica con un especialista al finalizar cada semana de la obra para no tener futuros problemas durante la ejecución.
SEMANA 08	No se consideró el área limitada para el ingreso de una perforadora a la obra (Trabajos en simultáneo).	Debido al espacio que necesita la perforadora para poder realizar sus maniobras, el jefe de campo hablo con el encargado de Terratest y CHF para que los trabajos no se realicen en simultáneo.	En el caso se requieran trabajos con equipos o maquinaria pesada no es recomendable programar trabajos en simultaneo hasta que uno finalice dependiendo del área que tenga el terreno y es necesario evaluar detalladamente las condiciones de trabajo con el jefe de seguridad.
SEMANA 09	Incumplimiento con la llegada de excavadora adicional para eliminación (CHF).	El residente se comunicó con la gerencia de CHF para indicar el problema, en donde ellos detallaron que fue por una causa fortuita y se comprometieron a aumentar su metrado de eliminación para la semana entrante y recuperar su retraso.	Contactar una empresa proveedora de alquiler de maquinaria pesada con disponibilidad inmediata por el tiempo que sea necesario para la obra en el caso de un futuro imprevisto.
SEMANA 10	Falta de eliminación de material hasta nivel de cimentación -10 m (CHF).	El jefe de campo se comunicó con el encargado de la subcontrata CHF dado que los volquetes de eliminación tenían capacidad de 15 y 20 m3 respectivamente cuando se solicitaron volquetes de 25 m3.	Contactar un proveedor de volquetes de 25 m3 de urgencia para cumplir con la meta prevista y evaluar si es conveniente colocar una faja transportadora para la eliminación considerando que se debe llegar hasta el nivel de cimentación.
SEMANA 11	No se consideraron trabajos en simultaneo (excavación, eliminación de material y perfilado) por el espacio limitado de la obra y factores de riesgo de seguridad.	Debido al espacio que se necesita para poder trasladar el material, el jefe de campo hablo con los encargados de CHF y R&M para no realizar los trabajos en paralelo en vista del peligro latente de la excavadora al momento de girar y realizar las maniobras, por lo que se estableció un nuevo horario para avanzar con esta actividades con tiempo de espera para cada una ellas.	Dependiendo del espacio que tenga el proyecto, en este caso es recomendable programar únicamente eliminación de material hasta que la actividad concluya y a partir de ello iniciar con la excavación y movimiento de material en el turno de mañana y continuar con el perfilado en el turno de la tarde.

SEMANA 12	El pedido de acero dimensionado para zapatas llego incompleto (Aceros Arequipa).	El jefe de campo se comunicó con el área de despachos de Aceros Arequipa, en donde ellos indicaron que debido a la cantidad del pedido no podían enviarlo en un solo camión por lo que pasaron el segundo envío para la semana entrante.	Se recomienda tener un proveedor de acero adicional para que en el caso de incumplimiento de parte de Aceros Arequipa se envíen las barras de acero corrugado enteras para habilitarlas en obra.
SEMANA 12	No llego pedido de acero dimensionado a tiempo para cisterna por facturas pendientes (Oficina central).	El residente se comunicó con el gerente de operaciones para indicar el problema, en donde se informó que el problema se generó a causa de unas facturas observadas que se entregaron a destiempo por parte del proveedor.	Realizar un seguimiento a la entrega oportuna de facturas por parte de Aceros Arequipa a través del administrador de obra y el jefe de almacén.
SEMANA 12	Por daños al solado ya terminado al momento de retirar la excavadora con grúa móvil de la obra.	El jefe de campo hablo con el maestro de obra y el operador encargado de retirar la excavadora, en donde este indico que para poder retirar la excavadora debía ubicarse sobre el solado de la zapata PL 08 por el alcance y la capacidad de carga del brazo de la grúa, en vista de ello se tomó como única alternativa.	Antes de programar el retiro o ingreso de algún equipo dependiendo de la ubicación, solicitar que venga a la obra un encargado de parte de su empresa (Grúas Mara) para analizar y evaluar el área e indicar los requerimientos necesarios para realizar la maniobra por parte de ellos.
SEMANA 13	Incumplimiento por ingreso tardío de Bodcat a la obra para excavación y movimiento de tierras correspondiente a zapata 04 y 09 (CHF).	El residente de obra se comunicó con la gerencia de CHF, en donde inicialmente se indicó que esto se debía a un acuerdo contractual para posteriormente llegar a una solución y acordar en enviarlo el Lunes 08-04-19 de la semana entrante.	Contactar una empresa proveedora de maquinaria pesada para alquiler inmediato de un Bodcat con pala excavadora y alquiler de grúa móvil para su ingreso a la obra.
SEMANA 13	Incumplimiento con el ingreso de personal para completar cuadrilla de encofrado de cimientos y cisterna (R&M).	El jefe de campo se comunicó con el encargado de R&M, de manera que ellos dieron su compromiso para completar la cuadrilla la semana entrante.	Buscar personal calificado y gestionar la documentación requerida para su ingreso a obra.
SEMANA 14	No se colocaron andamios previo al vaciado de placas de cisterna ACI por falta de material de subcontratista R&M (Tablones).	El jefe de campo se comunicó con el encargado de R&M, acordando que los tablones llegarían a la obra el día Lunes a primera hora.	Contactar una empresa proveedora de material de encofrado en el caso que la subcontrata no cumpla con el acuerdo establecido.

SEMANA 14	No se logró programar el pedido de concreto (Concremax) para el vaciado de cisterna el viernes 05-04-19 y sábado 06-04-18 por facturas pendientes (Oficina central).	El residente de obra se comunicó con el jefe de despachos de UNICON acordando que el despacho de concreto se realizaría para el día lunes sin mayor problema.	Contar con un proveedor de concreto adicional en caso de emergencia para poder cumplir con todos los vaciados programados.
SEMANA 15	Incumplimiento con el requerimiento para la llegada de andamios a la obra (Avitar).	Se contactó otro proveedor de alquiler de andamios para la obra.	Contar con más de un proveedor de alquiler de andamios para la obra.
SEMANA 16	No llegó en fecha pedido de acero dimensionado para verticales del sótano 2 (Aceros Arequipa).	Se contactó un proveedor de acero corrugado de varillas enteras para que llegue material de al menos 2 sectores programados y poder habilitarlo en la obra.	Se recomienda tener un proveedor de acero adicional para que en caso de incumplimiento de parte de Aceros Arequipa se envíen las barras de acero corrugado enteras para habilitarlas en la obra.
SEMANA 16	Falta de material de parte de subcontratista para sótano 2 (T Construye).	Se contactó un proveedor de materiales a través del jefe de almacén de instalaciones (tuberías y accesorios) para que llegue material de al menos 2 sectores programados.	Contactar un proveedor de materiales para instalaciones eléctricas y sanitarias.
SEMANA 16	No ingreso a tiempo cuadrilla de encofrado de vigas por falta de SCTR Y EMOs (R&M).	El administrador de la obra tramitó sus SCTRs y EMOs con otra aseguradora y clínica respectivamente para que puedan ingresar a la obra.	Contactar una aseguradora y gestionar la documentación del personal para su ingreso a la obra.
SEMANA 16	No llegó en fecha pedido de acero dimensionado para vigas y losa del sótano 3 (Aceros Arequipa).	Se contactó un proveedor de acero corrugado de varillas enteras para que llegue material de al menos 2 sectores programados y poder habilitarlo en la obra.	Se recomienda tener un proveedor de acero adicional para que en caso de incumplimiento de parte de Aceros Arequipa se envíen las barras de acero corrugado enteras para habilitarlas en la obra.
SEMANA 16	No ingreso a tiempo cuadrilla de encofrado de losa por falta de SCTR Y EMOs (R&M).	El administrador de la obra tramitó sus SCTRs y EMOs con otra aseguradora y clínica respectivamente para que puedan ingresar a la obra.	Contactar una aseguradora y gestionar la documentación del personal para su ingreso a la obra.

SEMANA 17	Mal dimensionamiento de cuadrilla para colocación de acero de verticales (Avitar).	Se reacomodó el metrado de acero de verticales de acuerdo a la sectorización y se solicitó el ingreso de personal al encargado de la subcontratista (Serper) para tener un dimensionamiento adecuado de la cuadrilla.	Antes de realizar la planificación semanal verificar detalladamente los planos, el metrado asignado y los cambios que se tengan en la obra para solicitar todos los recursos necesarios oportunamente.
SEMANA 17	Ingreso de personal incompleto para cuadrilla de encofrado de vigas (R&M).	Se contactó personal calificado de encofrado a través del maestro de obra (operarios y ayudantes) para gestionar su documentación e ingreso a la obra.	Buscar personal calificado y gestionar la documentación requerida para su ingreso a obra.
SEMANA 17	Ingreso de personal incompleto para cuadrilla de encofrado de losa (R&M).	Se contactó personal calificado de encofrado a través del maestro de obra (operarios y ayudantes) para gestionar su documentación e ingreso a la obra.	Buscar personal calificado y gestionar la documentación requerida para su ingreso a obra.
SEMANA 18	Incumplimiento con ingreso de personal solicitado para completar cuadrilla (Serper).	Se contactó personal calificado de encofrado a través del maestro de obra (operarios) para gestionar su documentación e ingreso a la obra.	Buscar personal calificado y gestionar la documentación requerida para su ingreso a obra.
SEMANA 18	Incumplimiento con ingreso de personal solicitado para completar cuadrilla (R&M).	Se contactó personal calificado de encofrado a través del maestro de obra (operarios, oficiales y ayudantes) para gestionar su documentación e ingreso a la obra.	Buscar personal calificado y gestionar la documentación requerida para su ingreso a obra.
SEMANA 18	Incumplimiento con ingreso de personal solicitado para completar cuadrilla (Serper).	Se contactó personal calificado de encofrado a través del maestro de obra (operarios) para gestionar su documentación e ingreso a la obra.	Buscar personal calificado y gestionar la documentación requerida para su ingreso a obra.
SEMANA 19	Suspensión de 2 trabajadores por incidente de seguridad en la obra (Serper).	El jefe de campo solicitó el reemplazo del personal suspendido (2 operarios) y la documentación necesaria para su ingreso a la obra.	Reacomodar la cuadrilla afectada y solicitar el reemplazo del personal suspendido.
SEMANA 19	No se consideró cuadrilla para encofrado doble cara de muros perimetrales (Sótano 1).	El jefe de campo solicitó al encargado de la subcontratista (R&M) incrementar la cuadrilla para encofrado de muros en el sótano 1.	Antes de realizar la planificación semanal verificar detalladamente los planos, el metrado asignado y los cambios que se

			tengan en la obra para solicitar todos los recursos necesarios oportunamente.
SEMANA 19	No se consideró vaciado de muros perimetrales desde nivel 0.0 hasta 1.40 m (Sótano 1).	El jefe de campo solicitó al encargado de la subcontratista (R&M) incrementar la cuadrilla para encofrado y vaciado de muros en el sótano 1.	Antes de realizar la planificación semanal verificar detalladamente los planos, el metrado asignado y los cambios que se tengan en la obra para solicitar todos los recursos necesarios oportunamente.
SEMANA 19	No se consideró cuadrilla para colocación de acero en muros perimetrales (Sótano 1).	El jefe de campo solicitó al encargado de la subcontratista (Serper) incrementar la cuadrilla para la colocación de acero de muros en el sótano 1.	Antes de realizar la planificación semanal verificar detalladamente los planos, el metrado asignado y los cambios que se tengan en la obra para solicitar todos los recursos necesarios oportunamente.
SEMANA 20	Incumplimiento con la llegada de acero de verticales de piso 2 (Aceros Arequipa).	Se contactó un proveedor de acero corrugado de varillas enteras para que llegue material de al menos 2 sectores programados y poder habilitarlo en la obra.	Se recomienda tener un proveedor de acero adicional para que en caso de incumplimiento de parte de Aceros Arequipa se envíen las barras de acero corrugado enteras para habilitarlas en la obra.
SEMANA 20	No se completó cuadrilla de encofrado de verticales según dimensionamiento (R&M).	Se contactó personal calificado de encofrado a través del maestro de obra (operarios y ayudantes) para gestionar su documentación e ingreso a la obra.	Buscar personal calificado y gestionar la documentación requerida para su ingreso a obra.
SEMANA 20	No ingreso cuadrilla de desencofrado a la obra por falta de SCTR's (R&M).	El administrador de la obra tramitó sus SCTR's con otra aseguradora para que puedan ingresar a la obra.	Contactar una aseguradora y gestionar la documentación del personal para su ingreso a la obra.

**Tabla 59:** Mejora continua del proyecto desde la Semana 05 hasta Semana 20

*Fuente: Elaboración propia*

4.2.4 Comparación económica entre el modelo tradicional y el propuesto

Comparación económica Modelo Tradicional vs. Modelo Last Planner									
<b>Edificio: Proyecto "Vivel"</b> <b>Tiempo de duración: 10 meses</b> <b>Ubicación: Calle Green 133, Surquillo - Lima</b>					<b>Edificio: Proyecto "Quo"</b> <b>Tiempo de duración: 12 meses</b> <b>Ubicación: Calle Varsovia 577, Surquillo - Lima</b>				
<b>Area techada:</b>		<b>1580.00</b>	<b>m2</b>		<b>Area techada:</b>		<b>3195.00</b>	<b>m2</b>	
ITEM	DESCRIPCION	Ratio S/. / m2 (Tradicional)		%	ITEM	DESCRIPCION	Ratio S/. / m2 (Last Planner)		%
1.00	Obra Provisionales	S/ 43.84	S/ 459.87	38.18%	1.00	Obra Provisionales	S/ 47.41	S/ 496.22	41.20%
2.00	Obra Preliminares	S/ 34.50			2.00	Obra Preliminares	S/ 14.44		
3.00	Movimiento de Tierra	S/ 22.43			3.00	Movimiento de Tierra	S/ 33.02		
4.00	Obras de Concreto Simple	S/ 0.66			4.00	Obras de Concreto Simple	S/ 3.33		
5.00	Estab. de Terreno (Calzaduras + FZ)	S/ 25.55			5.00	Muros Anclados	S/ 26.13		
6.00	Estructura de Concreto Armado	S/ 332.90			6.00	Estructura de Concreto Armado	S/ 371.89		
7.00	Arquitectura	S/ 389.91	S/. 389.91	32.37%	7.00	Arquitectura	S/ 415.96	S/ 415.96	33.61%
8.00	Instalaciones Sanitarias	S/ 87.74	S/. 87.74	7.28%	8.00	Instalaciones Sanitarias	S/ 72.29	S/ 72.29	5.84%
9.00	Instalaciones Eléctricas	S/ 121.92	S/. 121.92	10.12%	9.00	Instalaciones Eléctricas	S/ 123.64	S/ 123.64	9.99%
10.00	Instalaciones Mecánicas	S/ 15.74	S/. 15.74	1.31%	10.00	Instalaciones Mecánicas	S/ 31.25	S/ 31.25	2.52%
11.00	Sistema de Agua conra incendio	S/ 46.55	S/. 46.55	3.87%	11.00	Sistema de Agua conra incendio	S/ 40.54	S/ 40.54	3.28%
12.00	Sist. de Detección y Alarma conra incendio	S/ 3.77	S/. 3.77	0.31%	12.00	Sist. de Detección y Alarma conra incendio	S/ 6.01	S/ 6.01	0.49%
13.00	Asc. Pasajero + Asc. Discapacitados	S/ 76.91	S/. 76.91	6.39%	13.00	Asc. Pasajeros + Asc. Discapacitados	S/ 36.64	S/ 36.64	2.96%
14.00	Intercomunicador, CCTV	S/ 2.04	S/. 2.04	0.17%	14.00	Intercomunicador, CCTV	S/ 1.28	S/ 1.28	0.10%

Tabla 60: Cuadro comparativo entre el modelo tradicional y el modelo Last Planner aplicado en el proyecto

Fuente: Elaboración propia

Para poder realizar la comparación económica entre ambos modelos, se analizaron 2 proyectos construidos ambos por la misma empresa (Avitar Grupo Inmobiliario), el primer proyecto “Vivel” ejecutado de manera tradicional en el año 2018 sin la implementación de la metodología Last Planner y el segundo proyecto “Quo” (Tabla 60), en el cual se aplicó esta metodología para la presente investigación desde la semana 05 hasta la semana 20 de la obra habiendo capacitado a todos los integrantes del equipo.

De acuerdo al cuadro comparativo de un modelo de obra tradicional y una obra bajo la aplicación de Last Planner concluimos que el ratio de S/. /m<sup>2</sup> para un proyecto en el que se aplica esta metodología es equivalente a S/. 496.22, siendo más alto que el ratio de S/. / m<sup>2</sup> de un proyecto tradicional equivalente a S/. 459.87. Sin embargo, este costo no es un indicativo de que la aplicación de la metodología Last Planner en una obra sea más costosa, para el caso de nuestro comparativo el proyecto Vivel en un plazo de 16 semanas logro un avance de 744 m<sup>2</sup> de área construida mientras que el proyecto Quo en el mismo plazo alcanzó un avance de 834 m<sup>2</sup> de área construida, es decir, 90 m<sup>2</sup> más de área construida en el mismo plazo generando una utilidad de S/. 44 659.20 para la empresa.

### 4.3 Comentarios Finales

En síntesis, a los resultados obtenidos de la aplicación de esta metodología, comentaremos acerca del impacto positivo que tuvo el Last Planner como herramienta de planificación y control en el desarrollo del proyecto a partir de la semana 05 hasta la semana 20 del proyecto.

#### 4.3.1 Comentarios de la aplicación

- ✓ **Planificación Maestra:** La aplicación de esta herramienta no fue de gran utilidad en el proyecto dado que se ajustó demasiado respecto al plan venta pactado con el cliente, por lo que se tuvieron constantes retrasos e incumplimientos en la planificación intermedia, de modo que cada semana el Lookahead Planning se reacomodaba de acuerdo al avance real del proyecto. Por lo tanto, se recomienda elaborar una planificación maestra con expectativas no tan altas para alcanzar la meta propuesta según el grado de implementación y experiencia que tengan las nuevas empresas del mercado con esta metodología.
- ✓ **Planificación Intermedia (Lookahead Planning):** Este tipo de planificación tuvo un impacto bastante positivo dentro del control de la obra, principalmente por el seguimiento y control que nos permitió tener a las restricciones de las partidas con un horizonte de 4 semanas, el cual para una ciudad como Lima se considera idóneo. Sin embargo, vale destacar que al finalizar cada semana y debido al incumplimiento con el levantamiento de las restricciones y del 100% de las actividades programadas, el jefe de campo se veía en la obligación de sincerar una planificación intermedia o Lookahead Planning según el avance real en el terreno y no de acuerdo al plan meta establecido, es decir, se generaba un retraso respecto al plan inicial para tener una programación más apropiada a la realidad del avance del proyecto. La persona encargada de elaborar la planificación debe tener claro que esta metodología parte de programar según los recursos que se tengan para la partida (materiales, equipos y mano de obra), asimismo debe gestionar la llegada de todos estos recursos con las áreas involucradas antes de realizar la programación semanal, de esta manera se logra mejorar el cumplimiento de las actividades en la obra.

- ✓ **Programación Semanal:** Se aplicó efectivamente durante todas las semanas en el proyecto. Generalmente, se evaluaba en la reunión semanal entre el residente de la obra, el jefe de campo y el maestro de la obra que tan confiable era la programación de la semana entrante, en la mayoría de caso estas actividades no estaban libres de restricciones por falta de compromiso de algunos involucrados de distintas áreas como de las subcontratas, sin embargo, la programación semanal se mantenía y se llevaba a cabo teniendo estos factores como un obstáculo para el avance.
- ✓ **Porcentaje de Plan Cumplido (PPC):** Se cumplió exitosamente con la implementación de este indicador en el proyecto, fue de gran utilidad para esta metodología con el fin de poder controlar los cumplimientos en el avance programado desde la semana 05 hasta la semana 20, logrando superar la valla propuesta para esta investigación que fue del 70% y teniendo una planificación más acertada y real acorde a la variabilidad y restricciones que tienen todos los proyectos de construcción.
- ✓ **Causas de Incumplimiento (CI):** Se puede considerar como la herramienta más determinante y analítica de esta metodología. A través de ella se logró obtener una recopilación de datos del proyecto desde la semana 05 hasta la semana 20 según el plan de acción tomado para cada una de las causas y las recomendaciones para anticiparse a estos incumplimientos en futuros proyectos.
- ✓ **Mejora Continua (Aprendizaje):** Es posible que la mejora continua no se completó con éxito de la manera esperada en la obra, en vista que el equipo de obra conformado no se involucró al 100% con la metodología por diferentes razones, que en el día a día generó que las causas de incumplimiento se repiten más de una vez en distintas semanas, asimismo no se llevó a cabo un correcto análisis de cada una de las recomendaciones dadas como mejora continua para una mejor toma de decisiones antes de los imprevistos y variabilidad que pueda tener el proyecto.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### CONCLUSIONES

- La aplicación de la metodología Last Planner se llevó a cabo con éxito en el proyecto, logrando obtener grandes mejoras en los procesos planificación, los niveles de productividad, el cumplimiento de los plazos con el cliente y una mayor utilidad para la empresa.
- Los niveles de productividad alcanzados en la obra fueron de 34% de trabajo productivo (TP), 43% de trabajo contributorio (TC) y 23% de trabajo no contributorio (TNC) siendo estos niveles alentadores en un proyecto de construcción de este rubro en comparación a los últimos niveles tomados en la ciudad de Lima por el Ing. Virgilio Guio en su libro “Productividad en obras de construcción” (28% TP, 36% TC y 36% TNC).
- En el proyecto se implementó positivamente la herramienta del Lookahead Planning o planificación intermedia, pudiendo identificar las principales restricciones con anticipación a recursos necesarios como materiales, equipos y mano de obra. Asimismo, señalar que para esta clase de planificación debe haber como mínimo un integrante del equipo de obra encargado de dar un seguimiento constante a las restricciones para poder elaborar el Inventario de Trabajo Ejecutable (ITE).
- La metodología Last Planner posee un gran número de herramientas que se pueden aplicar en un proyecto de construcción, sin embargo, para implementar con éxito esta metodología en proyectos que se construyen de manera tradicional se deben aplicar las herramientas más versátiles tales como la planificación maestra, la planificación intermedia, la programación semanal y diaria, el análisis de restricciones, el porcentaje de plan cumplido, las causas de incumplimiento y la mejora continua.

- Los procesos de planificación en el proyecto alcanzaron grandes mejoras a través de la sectorización, mediante este procedimiento gráfico hubo una mayor comprensión y dinamismo por parte de los integrantes de la obra. Del mismo modo, otra herramienta como las lecciones aprendidas permitió conocer los errores de ejecución y/o retrabajos más comunes del proyecto. Por último, a través de herramientas de control como el nivel general de actividad y las cartas de balance se lograron incrementar los niveles de productividad del proyecto.
- En este proyecto se obtuvieron un total de 33 causas de incumplimiento desde la semana 05 hasta la semana 20 generadas durante la aplicación de la metodología, el plan de acción tomado ante estas causas y las recomendaciones finales, obteniendo así un base de datos valiosa para proyectos futuros. Finalmente, los resultados ante estas causas nos muestran que el 55% de incumplimiento se originó por los subcontratas, el 28% por errores de programación y el 13% por el área de logística; siendo estos grupos los principales factores de incumplimiento en el proyecto.
- El porcentaje de plan cumplido (PPC) obtenido en promedio de todas las semanas de aplicación como indicador de cumplimiento alcanzó el valor de 73%, de esta manera se logró superar uno de los objetivos propuestos para la presente investigación que tenía como valla superar el 70% de cumplimiento en el proyecto.
- A través de la aplicación de la metodología Last Planner se logró obtener un ahorro para la empresa equivalente a S/. 321 994.89 como un costo-beneficio al cumplimiento del primer hito del proyecto según el flujo valorizado hasta la semana 20 y al haber culminado exitosamente la etapa de subestructura con un 6.5% de adelanto respecto al plan contractual y a los plazos que ya se habían pactado previamente con el cliente.

## RECOMENDACIONES

- Para poder realizar una adecuada planificación general o planificación maestra es necesario elaborar con todos los involucrados del proyecto un plan de fases, dado que este permite establecer hitos para el proyecto con fechas ya establecidas para los subcontratistas y así ellos mismos puedan determinar los recursos que necesitan para lograr un flujo continuo de trabajo. Asimismo, este tipo de planificación no se debe ajustar de sobremanera con relación al plan venta o plan contractual ya que conocemos la variabilidad e imprevistos que existe en los proyectos de construcción.
- En el caso de la planificación intermedia es recomendable elaborarla de acuerdo a los hitos establecidos en el plan maestro o plan meta, en caso que se presente un retraso considerable en el avance de la obra es mejor reestructurar la planificación maestra y establecer nuevos hitos para el proyecto sin sobrepasar la fecha pactada con el cliente como mínimo 2 semanas con el único fin de realizar una planificación maestra que sea más acorde a la realidad de la obra.
- Es recomendable que para elaborar una buena sectorización en el proyecto que pueda ser entendida por todos los integrantes de la obra, debe ser vista de manera gráfica a una escala grande preferentemente, en concordancia con el tren de actividades a esta sectorización grafica se le debe asignar siglas o palabras claves que representen el trabajo a realizar, también es importante colocar la fecha clara y con gran visibilidad para que todos los involucrados estén informados del avance diario de la obra.
- Para lograr una buena planificación semanal en un proyecto de construcción de este tipo se recomienda utilizar la herramienta de inventario de trabajo ejecutable, con la cual podemos evaluar el trabajo real que se puede ejecutar en la obra en la semana entrante previamente libre de restricciones, sin embargo se debe tener en cuenta que en ciertas ocasiones debido al no levantamiento de las restricciones, el metrado a programar no será el esperado por lo que se debe recurrir a un plan de acción inmediato a través de la mejora continua del proyecto.

- Se recomienda que la programación diaria este conformada por una parte gráfica y la programación escrita, en esta última se detallan las horas de ingreso de cada cuadrilla para tener un mayor control sobre el personal de cada actividad, así como del horario de los vaciados diarios y de esta manera evitar cualquier tipo de inconveniente y/o conflicto con los vecinos o proveedores de concreto.
- La mejora continua debe generar el mayor compromiso de todos los involucrados del equipo, por lo que se recomienda capacitar constantemente a todos los miembros de la obra incluyendo a los subcontratistas con el fin de mostrarles cómo reaccionar ante los incumplimientos generados que detienen el flujo continuo de avance del proyecto y que se repiten en más de una ocasión.
- Finalmente, en vista del gran número de herramientas que posee la metodología Last Planner quedan abiertas las puertas para futuras investigaciones en las que se apliquen otras herramientas tales como el Inventario de Trabajo Ejecutable, el Target Value Design, el Value Stream Map, el Pull System, los 5 Why, Curvas de Aprendizaje, Líneas de Balance, entre otros.

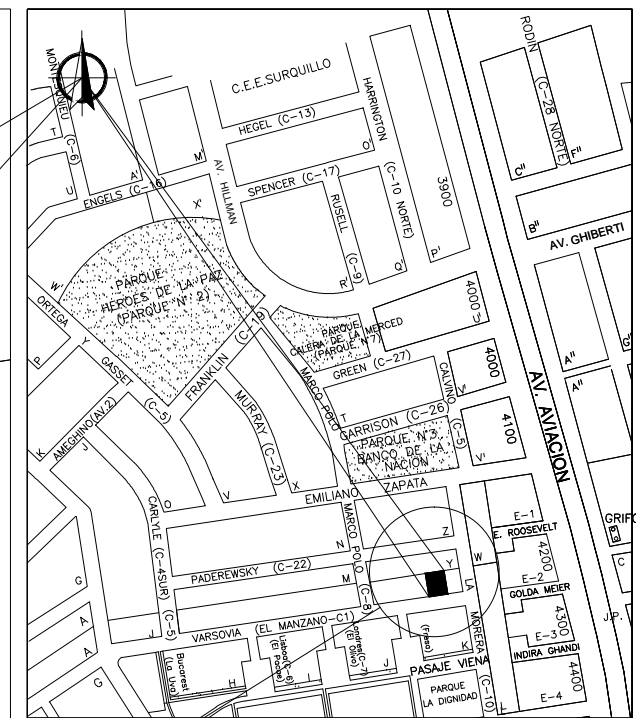
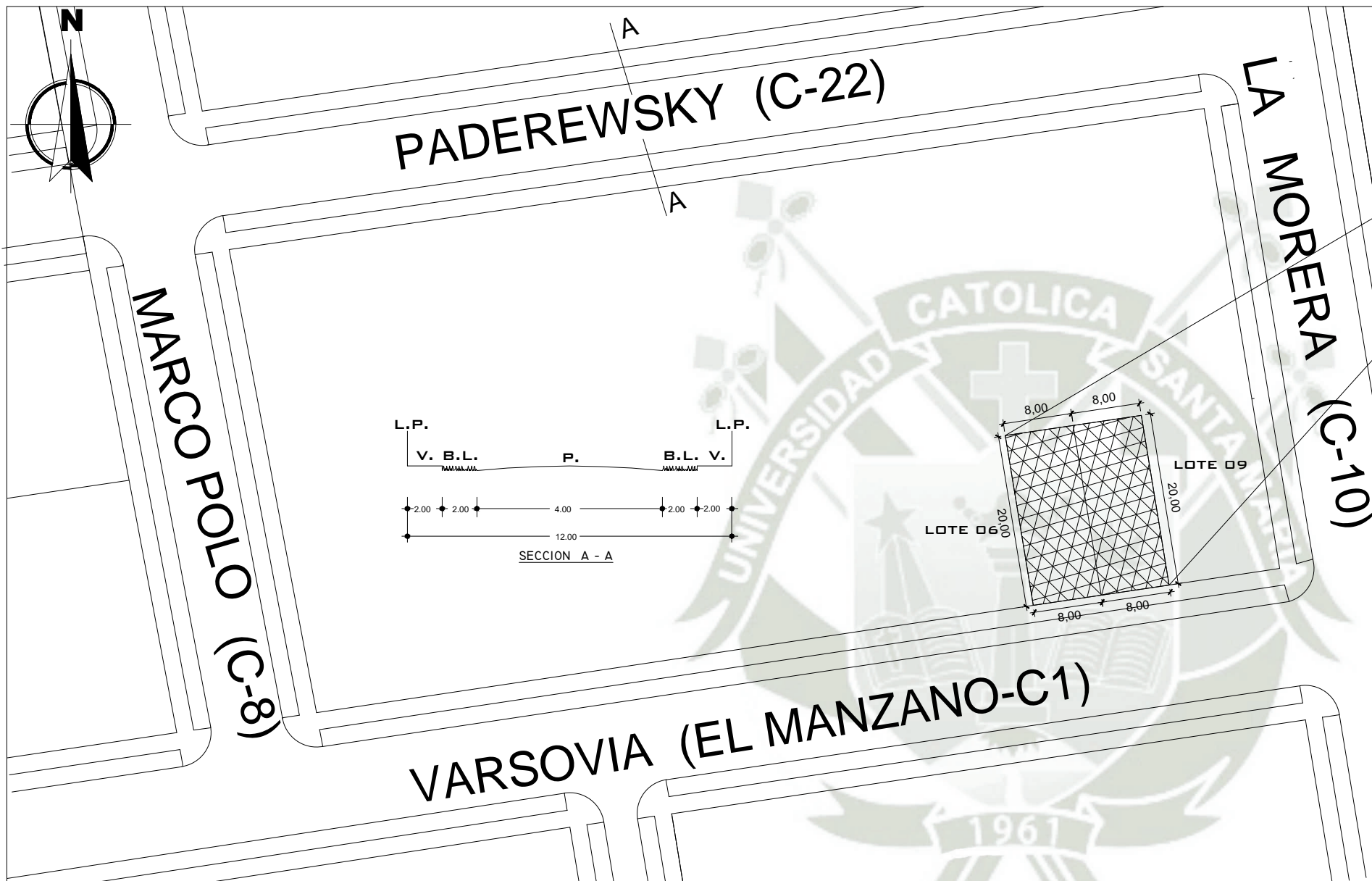
## BIBLIOGRAFÍA

- ✓ **ALARCON CARDENAS, LUIS FERNANDO.** “Mejorando la productividad de proyectos con planificaciones más confiables”. Santiago: Pontificia Universidad Católica de Chile. 2000.
- ✓ **ALARCON CARDENAS, LUIS FERNANDO.** “Planificación y Control de Producción para la Construcción, Guía para la Implementación”. Primera edición Santiago: Pontificia Universidad Católica de Chile. 2003.
- ✓ **ALARCON CARDENAS, LUIS FERNANDO.** “Guía para la implementación del sistema del último planificador”. Santiago: GEPUC Pontificia Universidad Católica de Chile. 2008.
- ✓ **ALARCON CARDENAS, LUIS FERNANDO; RODRIGUEZ FERNANDEZ, ANTONIO** “La gestión de la obra desde la perspectiva del último planificador”. Revista de obras públicas, Santiago, 2011.
- ✓ **ALARCON CARDENAS, LUIS FERNANDO; SABBATINO BARROS DANIEL EDUARDO;** “Análisis de indicadores claves para una exitosa implementación del sistema Last Planner en proyectos de edificación”. Santiago, 2013.
- ✓ **ALARCON CARDENAS, LUIS FERNANDO; GONZALES VICENTE.** “Buffers de programación: Una estrategia complementaria para reducir la variabilidad en los procesos de construcción, Vol. 18, N°2. Pontificia Universidad Católica de Chile. 2003.
- ✓ **BOTERO BOTERO, LUIS FERNANDO.** “Construcción sin pérdidas, análisis de procesos y filosofía Lean Construction”. Segunda edición, Colombia: Editorial Legis. 2006.
- ✓ **GUIO CASTILLO, Virgilio.** “Productividad en obras de construcción; Diagnóstico, crítica y propuesta”. Lima: Fondo editorial PUCP. 2001.
- ✓ **HERMAN GLENN, Ballard.** “The last planner system of production control”. Birmingham: Universidad de Birmingham, Facultad de Ingeniería. 2000.
- ✓ **GUZMAN TEJADA, Abner;** Tesis de pregrado: “Aplicación de la filosofía Lean Construction en la planificación, programación, ejecución y control de proyectos”. Pontificia Universidad Católica del Perú, 2014.
- ✓ **SABBATINO BARROS, Daniel Eduardo.** Tesis de pregrado: “Directrices y recomendaciones para una buena implementación del sistema Last Planner en proyectos de edificación en Chile”. Universidad de Chile, 2011.
- ✓ **QUISPE CASTILLO, Jessica Doris;** Tesis de pregrado: “Análisis comparativo del proceso constructivo y propuesta de mejora en la productividad en las partidas de concreto y encofrado de muros anclados mediante cartas de balance de dos proyectos ubicados en el distrito de Miraflores”. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2015.
- ✓ **MAGUIÑA CASTILLO, Inés Rosa;** Tesis de pregrado: “Inventario de herramientas del sistema de entrega de proyectos Lean (LPDS)”. Pontificia Universidad Católica del Perú, 2014.

# ANEXOS

## ANEXO 01: PLANO DE UBICACIÓN Y DIGITALIZACIÓN DEL PROYECTO

*Fuente: (Avitar Grupo Inmobiliario, 2019)*



**PLANO DE UBICACION**

ÁREA DE TRATAMIENTO NORMATIVO II

ZONIFICACION : RDM (RESIDENCIAL DENSIDAD MEDIA)

DEPARTAMENTO	: LIMA
PROVINCIA	: LIMA
DISTRITO	: SURQUILLO
URBANIZACION	: URB. LOS SAUCES II
CALLE	: VARSOVIA N° 571-577-581-579

**PLANO DE UBICACION**  
ESCALA : 1 / 500

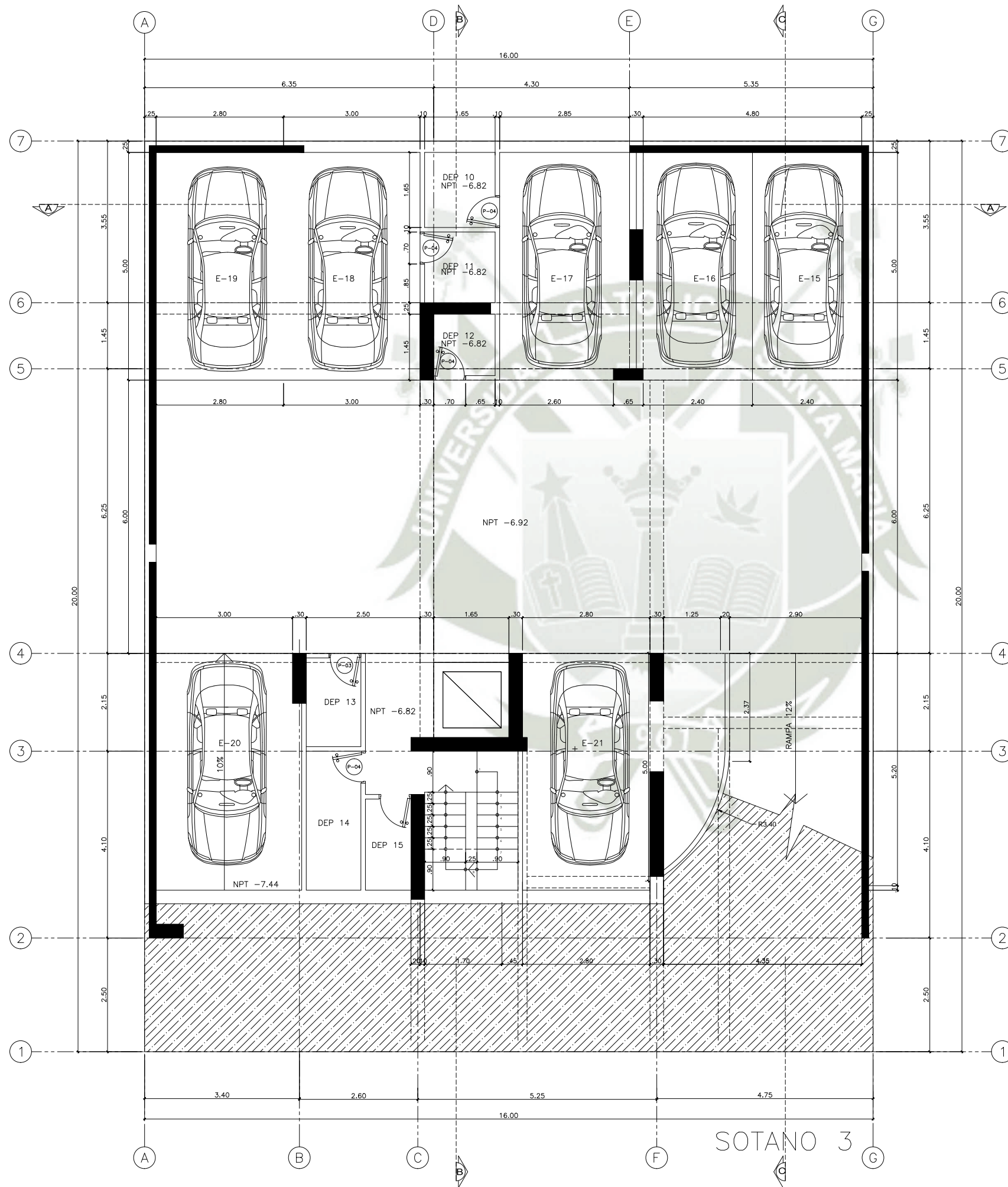






**ANEXO 02: PLANOS DE ARQUITECTURA DEL PROYECTO  
(SÓTANOS Y PLANTA TÍPICA)**

*Fuente: (Avitar Grupo Inmobiliario, 2019)*



### CUADRO DE VANOS

VENTANAS				
VANO	ANCHO	ALTURA	ALFEIZAR	OBSERVACIONES
V-01	1,60	1,70	0,40	D1 101,301,501,701
V-02	1,30	1,70	0,40	SALA 101/102/103
V-03	1,00	1,70	0,40	D2 X01
V-04	0,30	0,30	1,80	D3 X01/X03
V-05	0,80	1,10	1,00	BAÑOS
V-06	0,25	1,10	1,00	COCINA X01
V-07	0,80	2,10	0,00	COCINA X01
V-08	1,60	2,10	0,00	D1 X02
V-09	1,20	1,70	0,40	SALA X02
V-10	0,65	1,10	1,00	D1 X03
V-11	0,50	1,10	1,00	COCINA X03
V-12	0,80	1,70	0,40	ESCALERA
V-13	0,30	0,60	1,80	D1 102, D4 801
V-14	0,90	1,70	0,40	COCINA 103
V-15	1,30	1,10	1,00	LOBBY
V-16	1,30	1,70	0,40	COCINA 801
V-17	0,30	1,70	0,40	GINNASIO
				SUM

### MAMPARAS

VANO	ANCHO	ALTURA	ALFEIZAR	OBSERVACIONES
M-01	2,50	2,10	---	INGRESO
M-02	1,45	2,10	---	ESCALERA-INGRESO
M-03	2,40	2,10	---	LOBBY
M-04	0,90	2,10	---	SALIDA - PATIO
M-05	1,90	2,10	---	SALA X01
M-06	0,80	2,10	---	LAVANDERIA
M-07	2,20	2,10	---	SALA X03
M-08	2,75	2,10	---	ESTAR 801
M-09	2,54	2,10	---	GINNASIO
M-10	2,15	2,10	---	HALL AZOTEA
M-11	1,85	2,10	---	SALA NIÑOS
M-12	3,25	2,10	---	SALA USOS MULT.
M-13	2,20	2,40	---	SALA 803
M-14	1,60	2,10	---	D1 201,401,601,801

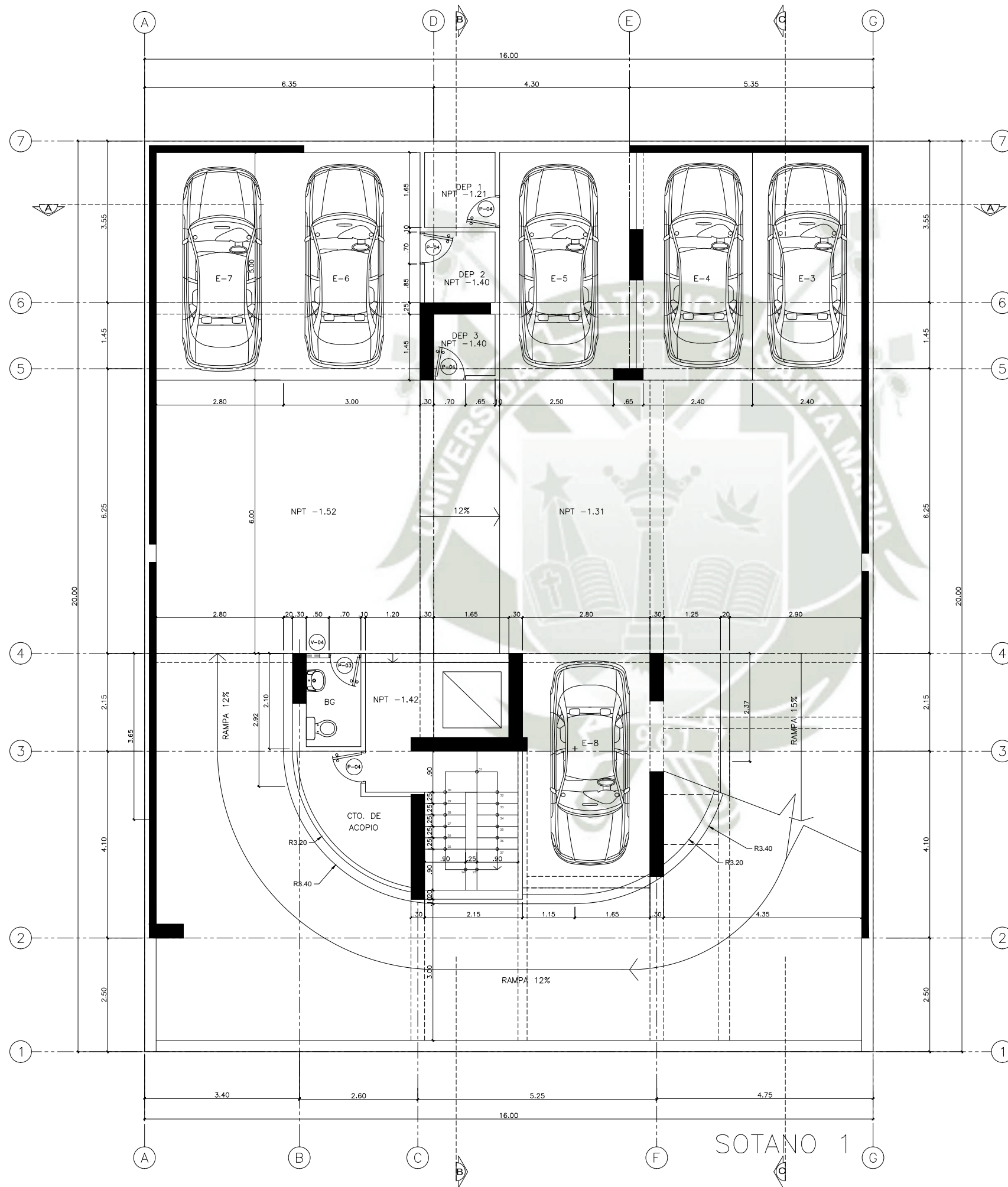
### PUERTAS

VANO	ANCHO	ALTURA	ALFEIZAR	OBSERVACIONES
P-01	0,90	2,10	---	INGRESO DEPTO
P-02	0,80	2,10	---	DORM, COCINA
P-03	0,70	2,10	---	BAÑOS
PCF1	1,00	2,10	---	VEST. PREV.
PCF2	1,00	2,10	---	ESCALERA
P-04	0,70	2,10	---	DEP SEMISOTANO

### REJAS

VANO	ANCHO	ALTURA	ALFEIZAR	OBSERVACIONES
R-01	1,35	1,10	1,00	LAV. X01
R-02	1,45	2,10	0,00	LAV. X03
R-03	0,55	1,10	1,00	LAV. 801
R-04	7,30	2,40	0,00	ESTAC. 1 Y 2
R-05	2,90	2,40	0,00	INGRESO SOTANOS





### CUADRO DE VANOS

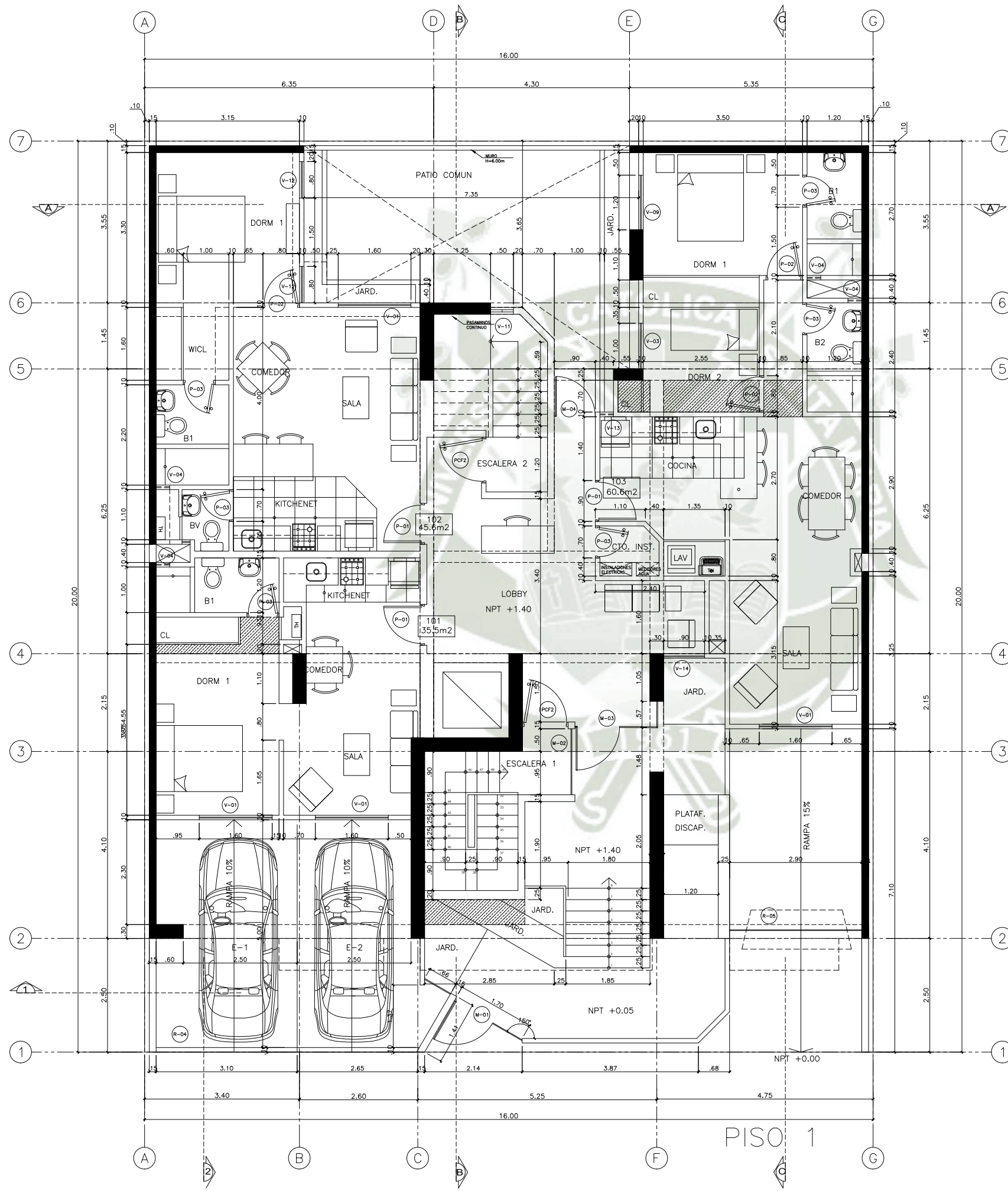
VENTANAS				
VANO	ANCHO	ALTURA	ALFEIZAR	OBSERVACIONES
V-01	1,60	1,70	0,40	D1 101,301,501,701
V-02	1,30	1,70	0,40	SALA 101/102/103
V-03	1,00	1,70	0,40	D2 X01
V-04	0,30	0,30	1,80	D3 X01/X03
V-05	0,80	1,10	1,00	BAÑOS
V-06	0,25	1,10	1,00	COCINA X01
V-07	0,80	2,10	0,00	D1 X02
V-08	1,60	2,10	0,00	SALA X02
V-09	1,20	1,70	0,40	D1 X03
V-10	0,65	1,10	1,00	COCINA X03
V-11	0,60	1,10	1,00	ESCALERA
V-12	0,80	1,70	0,40	D1 102, D4 801
V-13	0,30	0,60	1,80	COCINA 103
V-14	0,90	1,70	0,40	LOBBY
V-15	1,30	1,10	1,00	COCINA 801
V-16	1,30	1,70	0,40	GINNASIO
V-17	0,30	1,70	0,40	SUM

MAMPARAS				
VANO	ANCHO	ALTURA	ALFEIZAR	OBSERVACIONES
M-01	2,50	2,10	---	INGRESO
M-02	1,45	2,10	---	ESCALERA-INGRESO
M-03	2,40	2,10	---	LOBBY
M-04	0,90	2,10	---	SALIDA - PATIO
M-05	1,90	2,10	---	SALA X01
M-06	0,80	2,10	---	LAVANDERIA
M-07	2,20	2,10	---	SALA X03
M-08	2,75	2,10	---	ESTAR 801
M-09	2,54	2,10	---	GINNASIO
M-10	2,15	2,10	---	HALL AZOTEA
M-11	1,85	2,10	---	SALA NIÑOS
M-12	3,25	2,10	---	SALA USOS MULT.
M-13	2,20	2,40	---	SALA 803
M-14	1,60	2,10	---	D1 201,401,601,801

PUERTAS				
VANO	ANCHO	ALTURA	ALFEIZAR	OBSERVACIONES
P-01	0,90	2,10	---	INGRESO DEPTO
P-02	0,80	2,10	---	DORM, COCINA
P-03	0,70	2,10	---	BAÑOS
PCF1	1,00	2,10	---	VEST. PREV.
PCF2	1,00	2,10	---	ESCALERA
P-04	0,70	2,10	---	DEP SEMISOTANO

REJAS				
VANO	ANCHO	ALTURA	ALFEIZAR	OBSERVACIONES
R-01	1,35	1,10	1,00	LAV. X01
R-02	1,45	2,10	0,00	LAV. X03
R-03	0,55	1,10	1,00	LAV. 801
R-04	7,30	2,40	0,00	ESTAC. 1 Y 2
R-05	2,90	2,40	0,00	INGRESO SOTANOS

SOTANO 1



### CUADRO DE VANOS

#### VENTANAS

VANO	ANCHO	ALTURA	ALFEIZAR	OBSERVACIONES
V-01	1,60	1,70	0,40	D1 101,301,501,701
V-02	1,30	1,70	0,40	SALA 101/102/103
V-03	1,00	1,70	0,40	D3 X01/X03
V-04	0,30	0,30	1,80	BAÑOS
V-05	0,80	1,10	1,00	COCINA X01
V-06	0,25	1,10	1,00	COCINA X01
V-07	0,80	2,10	0,00	D1 X02
V-08	1,60	2,10	0,00	SALA X02
V-09	1,20	1,70	0,40	D1 X03
V-10	0,65	1,10	1,00	COCINA X03
V-11	0,50	1,10	1,00	ESCALERA
V-12	0,80	1,70	0,40	D1 102, D4 801
V-13	0,30	0,60	1,80	COCINA 103
V-14	0,90	1,70	0,40	LOBBY
V-15	1,30	1,10	1,00	COCINA 801
V-16	1,30	1,70	0,40	GINNASIO
V-17	0,30	1,70	0,40	SUM

#### MAMPARAS

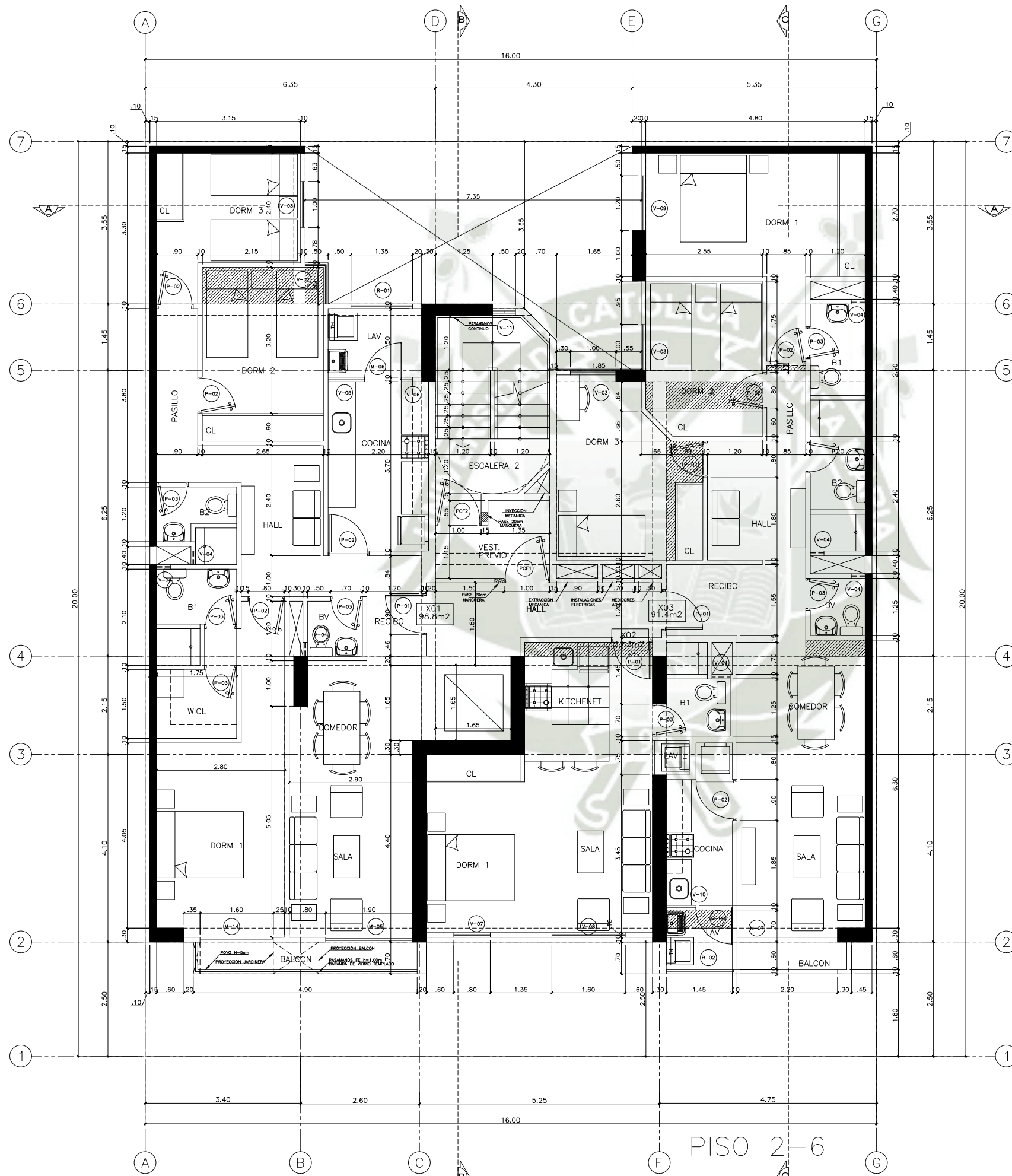
VANO	ANCHO	ALTURA	ALFEIZAR	OBSERVACIONES
M-01	2,50	2,10	---	INGRESO
M-02	1,45	2,10	---	ESCALERA-INGRESO
M-03	2,40	2,10	---	LOBBY
M-04	0,90	2,10	---	SALIDA - PATIO
M-05	1,90	2,10	---	SALA X01
M-06	0,80	2,10	---	LAVANDERIA
M-07	2,60	2,10	---	SALA X03
M-08	2,75	2,10	---	ESTAR 801
M-09	2,54	2,10	---	GINNASIO
M-10	2,15	2,10	---	HALL AZOTEA
M-11	1,85	2,10	---	SALA NIÑOS
M-12	3,25	2,10	---	SALA USOS MULT.
M-13	2,20	2,40	---	SALA 803
M-14	1,60	2,10	---	D1 201,401,601,801

#### PUERTAS

VANO	ANCHO	ALTURA	ALFEIZAR	OBSERVACIONES
P-01	0,90	2,10	---	INGRESO DEPTO
P-02	0,80	2,10	---	DORM, COCINA
P-03	0,70	2,10	---	BAÑOS
PCF1	1,00	2,10	---	VEST. PREV.
PCF2	1,00	2,10	---	ESCALERA
P-04	0,70	2,10	---	DEP SEMISOTANO

#### REJAS

VANO	ANCHO	ALTURA	ALFEIZAR	OBSERVACIONES
R-01	1,35	1,10	1,00	LAV. X01
R-02	1,45	2,10	0,00	LAV. X03
R-03	0,55	1,10	1,00	LAV. 801
R-04	7,30	2,40	0,00	ESTAC. 1 Y 2
R-05	2,90	2,40	0,00	INGRESO SOTANOS



### CUADRO DE VANOS

VENTANAS				
VANO	ANCHO	ALTURA	ALFEIZAR	OBSERVACIONES
V-01	1,60	1,70	0,40	D1 101,301,501,701
V-02	1,30	1,70	0,40	SALA 101/102/103
V-03	1,00	1,70	0,40	D3 X01/X03
V-04	0,30	0,30	1,80	BAÑOS
V-05	0,80	1,10	1,00	COCINA X01
V-06	0,25	1,10	1,00	COCINA X01
V-07	0,80	2,10	0,00	D1 X02
V-08	1,60	2,10	0,00	SALA X02
V-09	1,20	1,70	0,40	D1 X03
V-10	0,65	1,10	1,00	COCINA X03
V-11	0,50	1,10	1,00	ESCALERA
V-12	0,80	1,70	0,40	D1 102, D4 801
V-13	0,30	0,60	1,80	COCINA 103
V-14	0,90	1,70	0,40	LOBBY
V-15	1,30	1,10	1,00	COCINA 801
V-16	1,30	1,70	0,40	GINNASIO
V-17	0,30	1,70	0,40	SUM

MAMPARAS				
VANO	ANCHO	ALTURA	ALFEIZAR	OBSERVACIONES
M-01	2,50	2,10	---	INGRESO
M-02	1,45	2,10	---	ESCALERA-INGRESO
M-03	2,40	2,10	---	LOBBY
M-04	0,90	2,10	---	SALIDA - PATIO
M-05	1,90	2,10	---	SALA X01
M-06	0,80	2,10	---	LAVANDERIA
M-07	2,60	2,10	---	SALA X03
M-08	2,75	2,10	---	ESTAR 801
M-09	2,54	2,10	---	GINNASIO
M-10	2,15	2,10	---	HALL AZOTEA
M-11	1,85	2,10	---	SALA NIÑOS
M-12	3,25	2,10	---	SALA USOS MULT.
M-13	2,20	2,40	---	SALA 803
M-14	1,60	2,10	---	D1 201,401,601,801

PUERTAS				
VANO	ANCHO	ALTURA	ALFEIZAR	OBSERVACIONES
P-01	0,90	2,10	---	INGRESO DEPTO
P-02	0,80	2,10	---	DORM, COCINA
P-03	0,70	2,10	---	BAÑOS
PCF1	1,00	2,10	---	VEST. PREV.
PCF2	1,00	2,10	---	ESCALERA
P-04	0,70	2,10	---	DEP SEMISOTANO

REJAS				
VANO	ANCHO	ALTURA	ALFEIZAR	OBSERVACIONES
R-01	1,35	1,10	1,00	LAV. X01
R-02	1,45	2,10	0,00	LAV. X03
R-03	0,55	1,10	1,00	LAV. 801
R-04	7,30	2,40	0,00	ESTAC. 1 Y 2
R-05	2,90	2,40	0,00	INGRESO SOTANOS

PISO 2-6

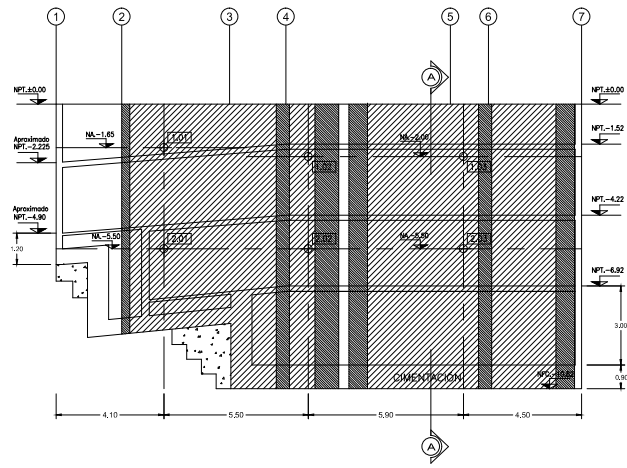


**ANEXO 03: PLANO DE MUROS ANCLADOS DEL PROYECTO**

*Fuente: (Avitar Grupo Inmobiliario, 2019)*

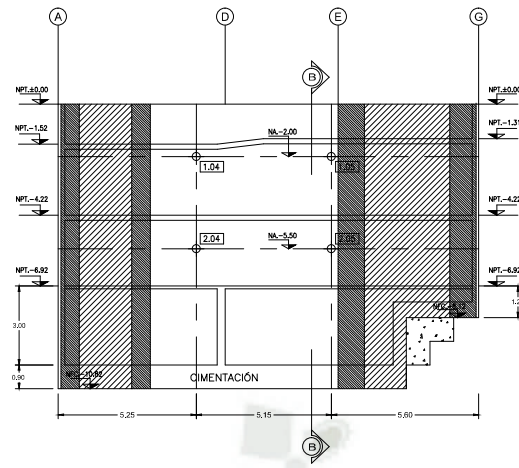
### ELEVACIÓN EJE A

VIVIENDA DE 2 PISOS



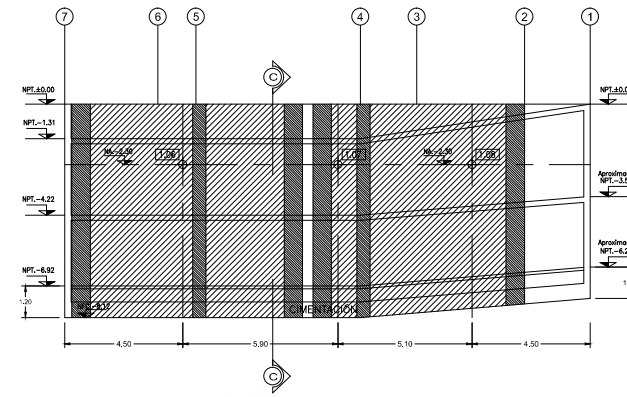
### ELEVACIÓN EJE 7

CASA DE 2 PISOS



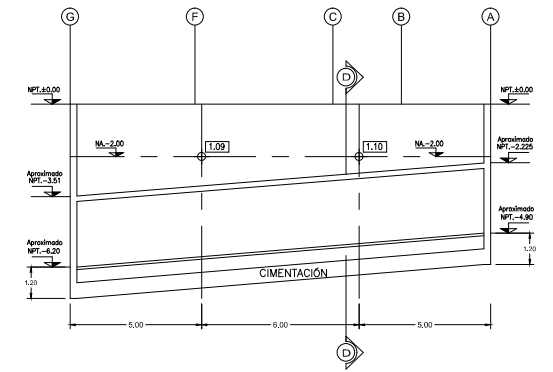
### ELEVACIÓN EJE G

VIVIENDA 3 PISOS



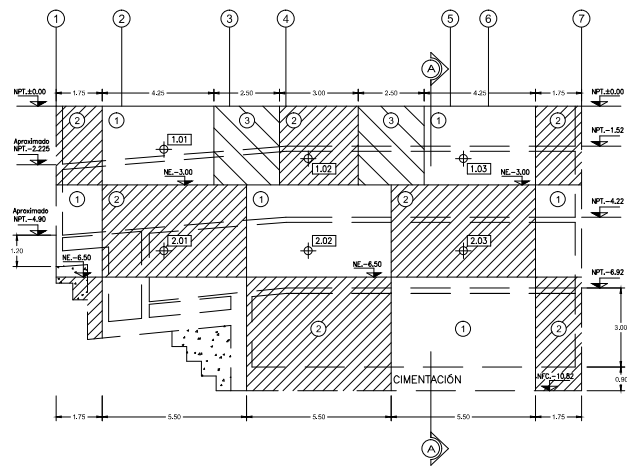
### ELEVACIÓN EJE 1

CALLE VARSOVIA



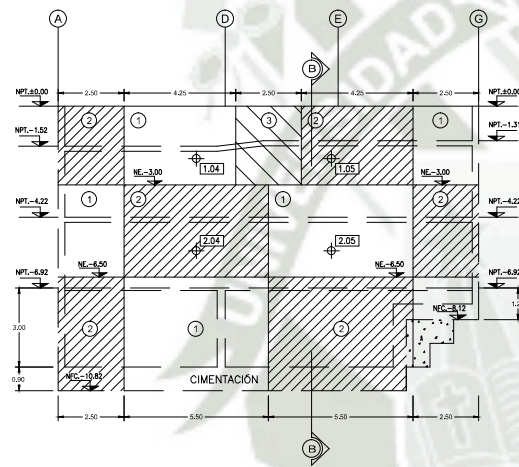
### ELEVACIÓN PANELADO EJE A

VIVIENDA DE 2 PISOS



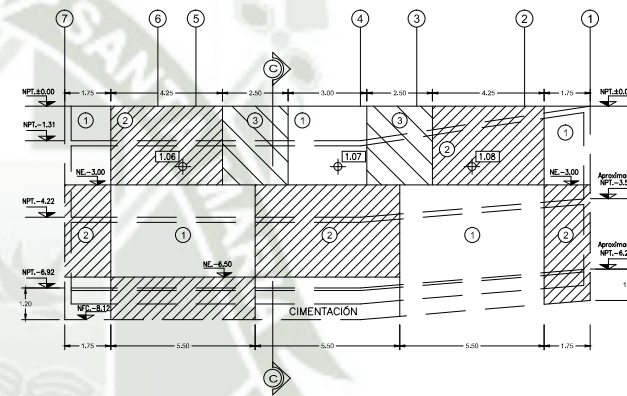
### ELEVACIÓN PANELADO EJE 7

CASA DE 2 PISOS



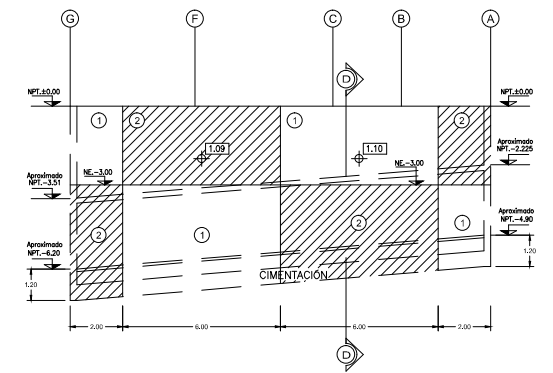
### ELEVACIÓN PANELADO EJE G

VIVIENDA 3 PISOS

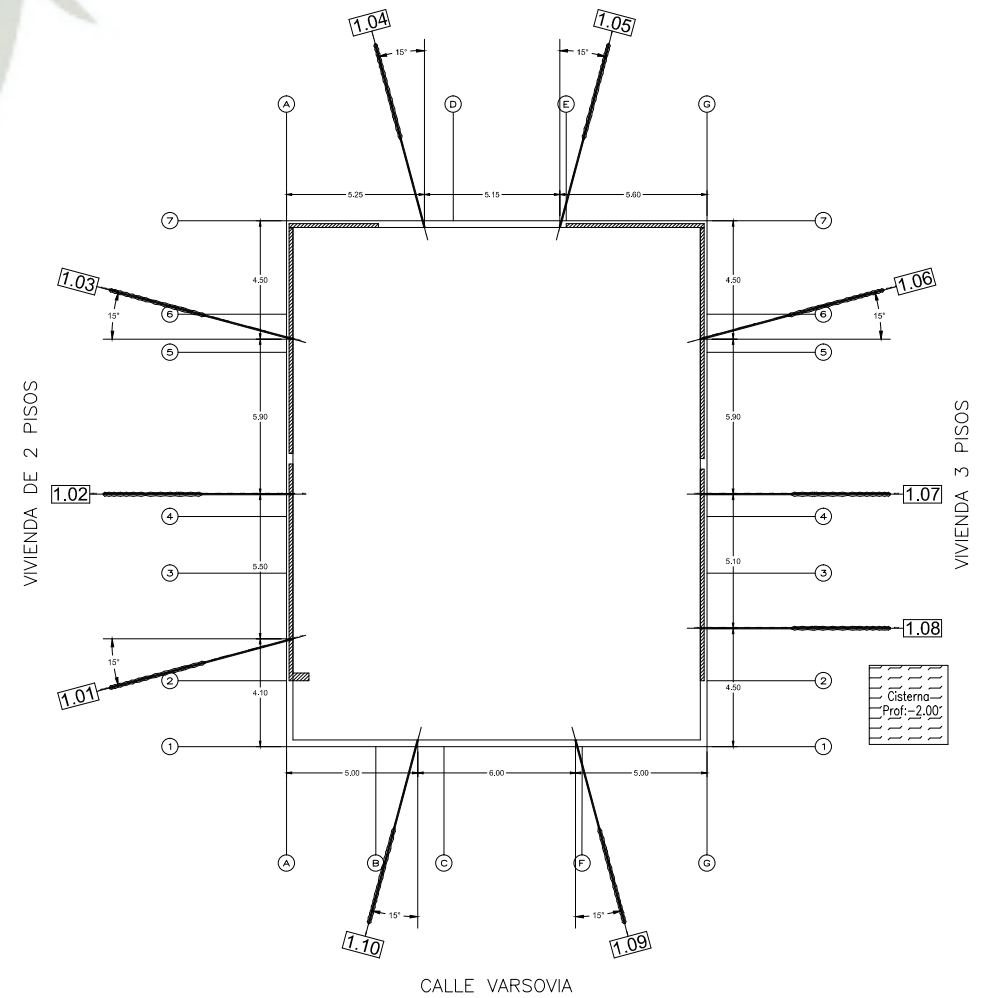


### ELEVACIÓN PANELADO EJE 1

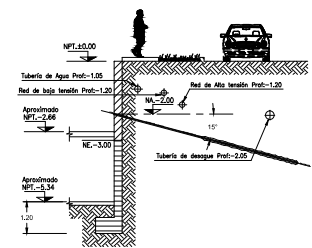
CALLE VARSOVIA



CASA DE 2 PISOS

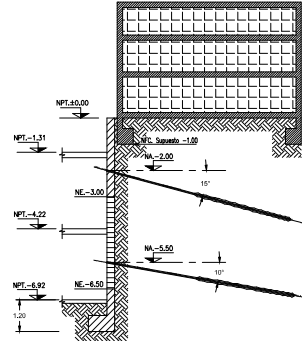


CALLE VARSOVIA



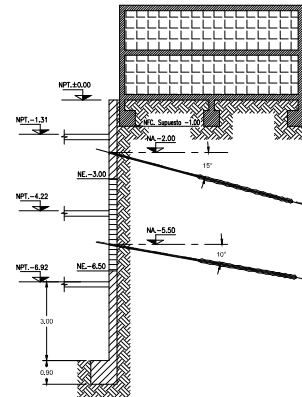
CORTE D-D

VIVIENDA DE 3 PISOS



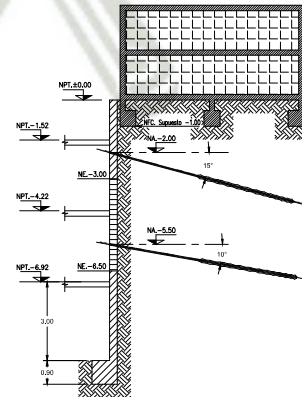
CORTE C-C

VIVIENDA DE 2 PISOS



CORTE B-B

VIVIENDA DE 2 PISOS

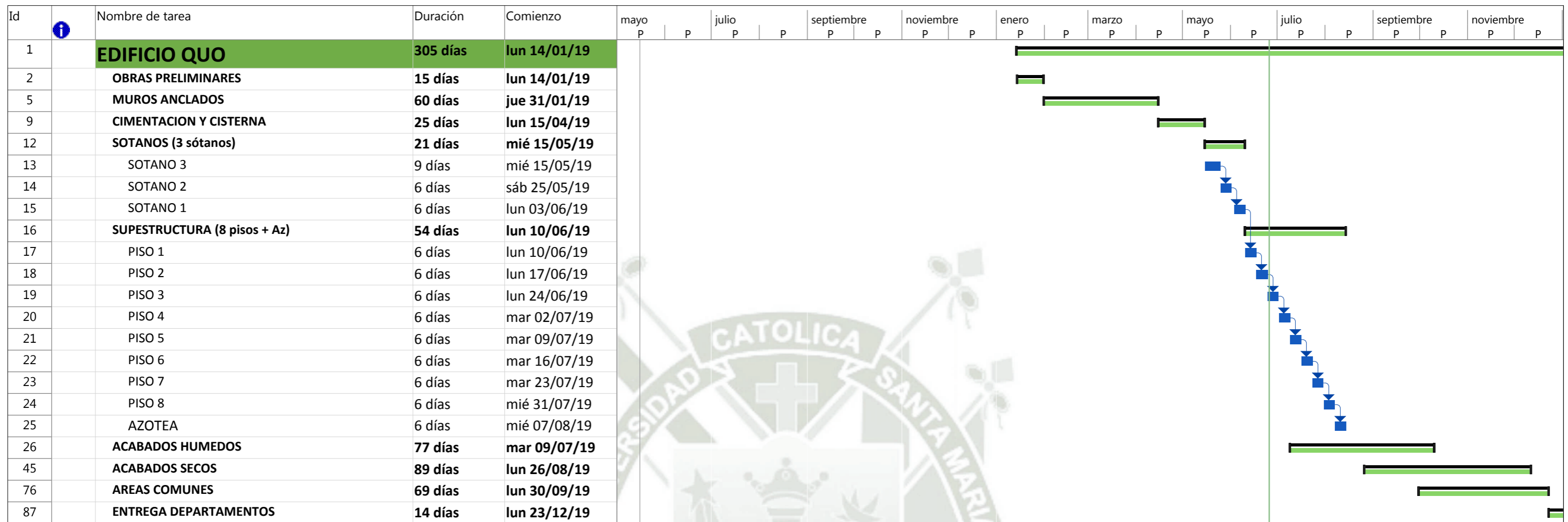


CORTE A-A



**ANEXO 04: CRONOGRAMA VENTA DEL PROYECTO – MS PROJECT**

*Fuente: (Avitar Grupo Inmobiliario, 2019)*

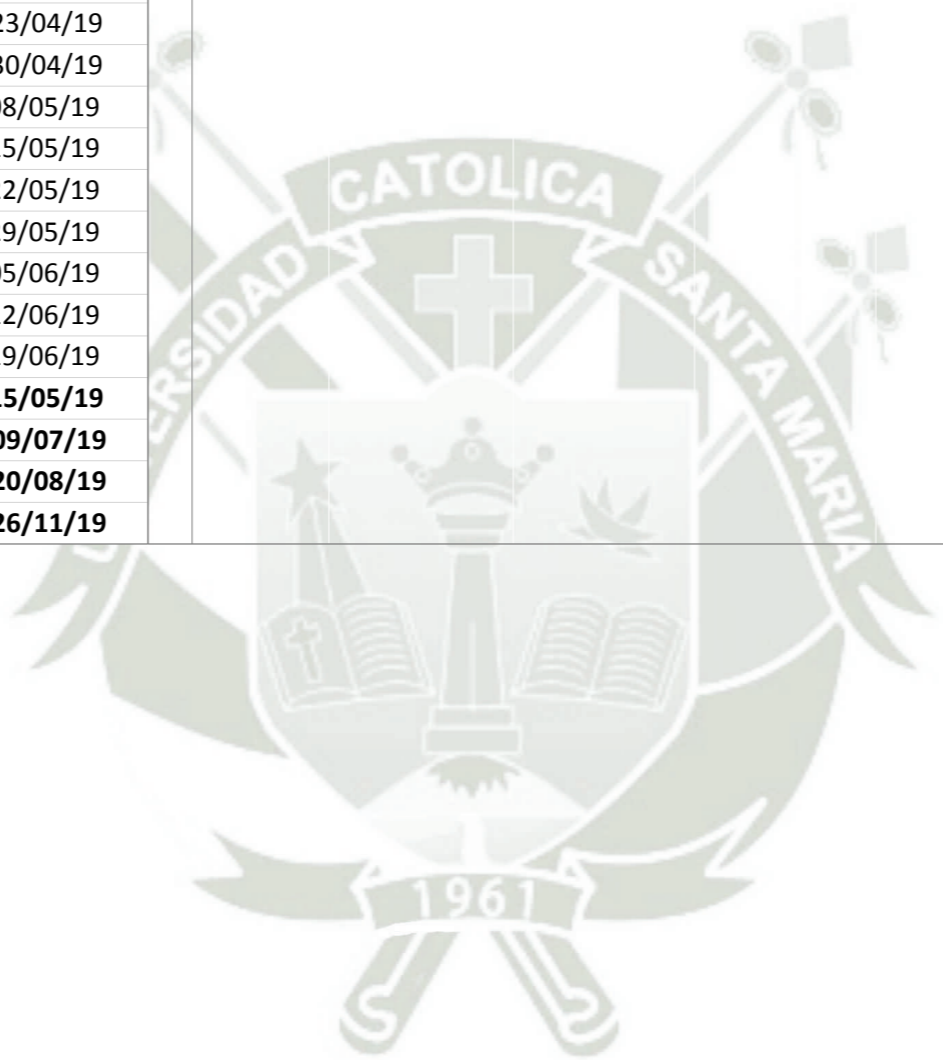
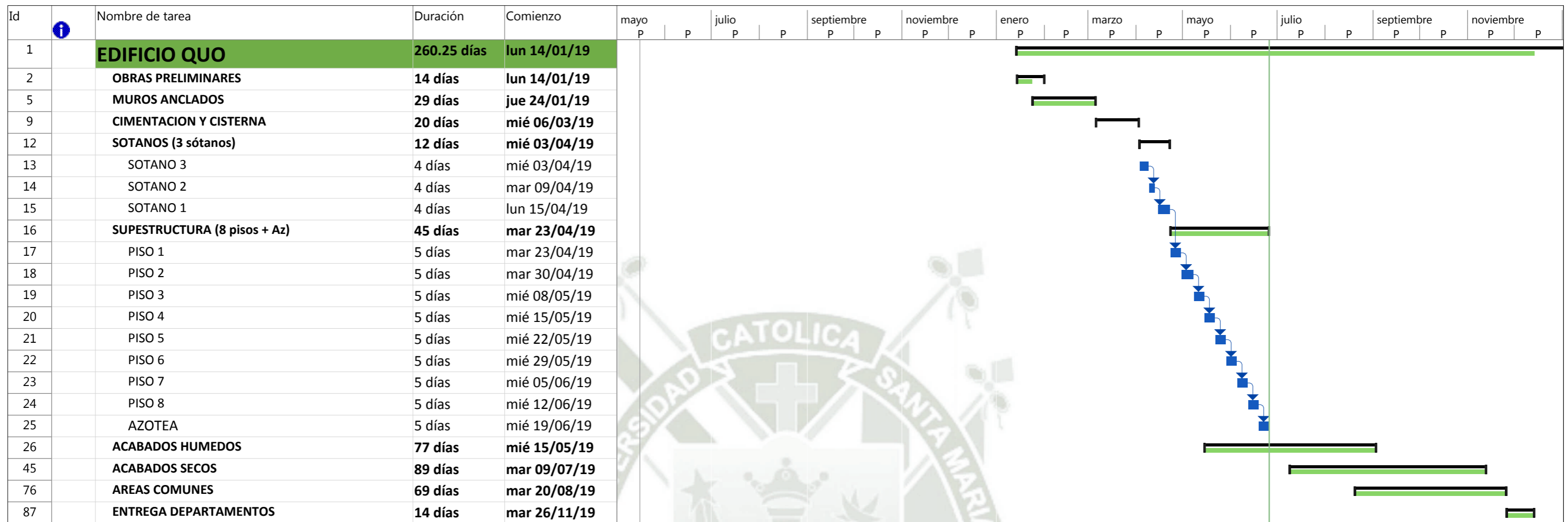


Proyecto: Programacion QUO r Fecha: mié 26/06/19	Tarea		Resumen del proyecto		Tarea manual		solo el comienzo		solo fin		Fecha límite	
	División		Tarea inactiva		solo duración		Tareas externas		Progreso manual		Progreso	
	Hito		Hito inactivo		Resumen manual		Hito externo					
	Resumen		Resumen inactivo		Resumen manual		Hito externo					



**ANEXO 05: CRONOGRAMA META DEL PROYECTO**

*Fuente: Elaboración propia*



Proyecto: Programacion QUO M Fecha: mié 26/06/19	Tarea		Resumen del proyecto		Tarea manual		solo el comienzo		solo fin		Fecha límite	
	División		Tarea inactiva		Informe de resumen manual		Tareas externas		Progreso manual			
	Hito		Hito inactivo		Resumen manual		Hito externo					
	Resumen		Resumen inactivo									



**ANEXO 06: PLAN MAESTRO DEL PROYECTO**

*Fuente: Elaboración propia*

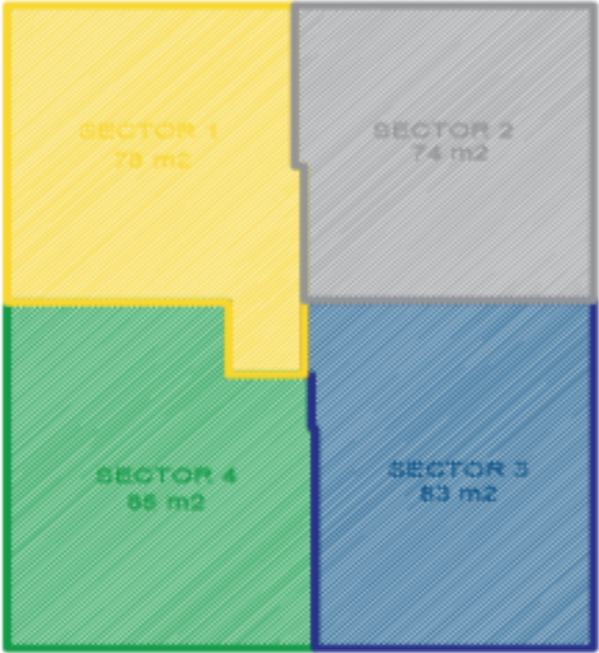




## **ANEXO 07: SECTORIZACIÓN DEL PROYECTO**

*Fuente: Elaboración propia*

# SECTORIZACION QUO



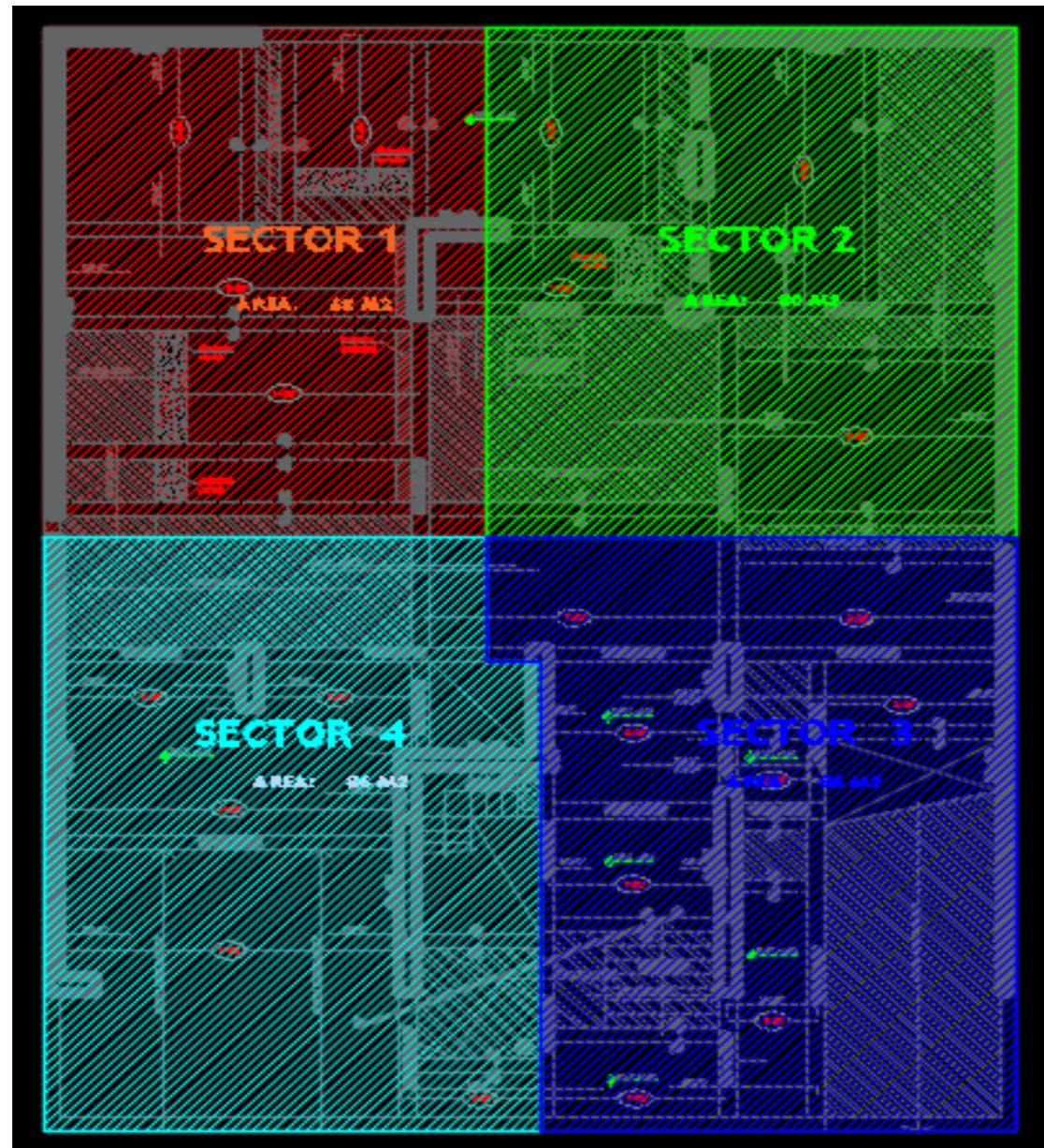
SOTANO 1 AL 3



PISO 1 AL 8

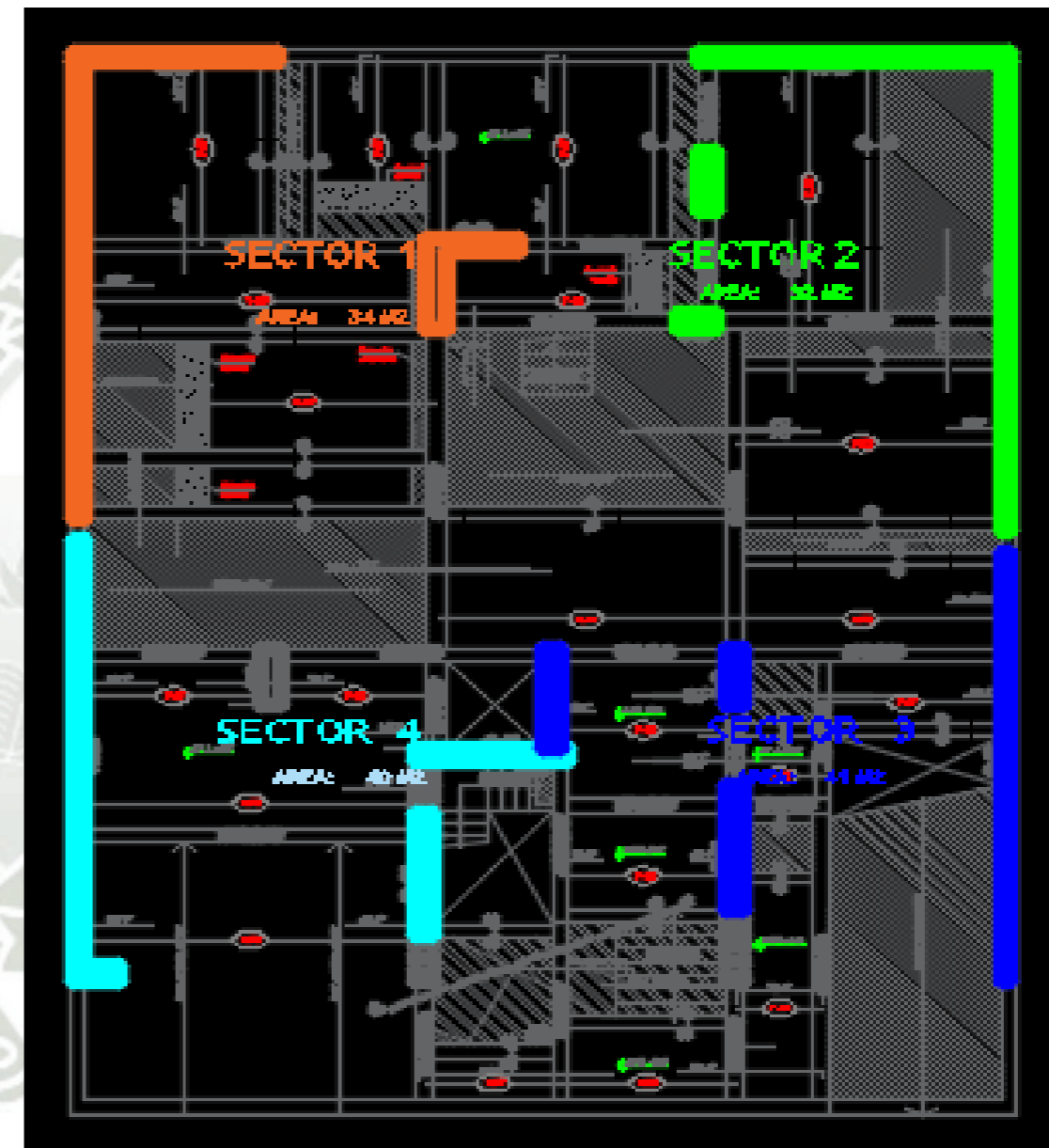
SOTANOS		PISOS	
SECTOR	M2	SECTOR	M2
1	78 m2	1	64 m2
2	74 m2	2	65 m2
3	83 m2	3	65 m2
4	85 m2	4	60 m2

SECTORIZACION TECHO



	AREA TECHO
SECTOR 1	68 M2
SECTOR 2	80 M2
SECTOR 3	86 M2
SECTOR 4	86 M2

SECTORIZACION VERTICALES



	AREA VERTICALES
SECTOR 1	34 M2
SECTOR 2	32 M2
SECTOR 3	41 M2
SECTOR 4	40 M2



**ANEXO 08: PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO (PPC) Y CAUSAS DE INCUMPLIMIENTO (CI) OBTENIDO DEL PROYECTO DE SEMANA 05 A SEMANA 20**

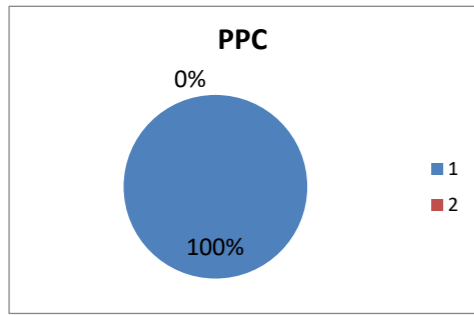
*Fuente: Elaboración propia*

**PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO - QUO**

NOMBRE DE PROYECTO <b>QUO</b>		AREA / DPTO <b>PRODUCCIÓN</b>	FECHA <b>viernes, 1 de Febrero de 2019</b>
CODIGO DE PROYECTO		PROPIETARIO <b>AVITAR</b>	UBICACION <b>CALLE VARSOVIA SURQUILLO</b>

Item	Descripción de la Actividad	Responsable	Und	SEMANA 05						ANALISIS DE CAUSA RAÍZ		
				Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	N° /	N° X	TIPO
<b>2.00</b>	<b>EXCAVACION MASIVA</b>											
2.01	Excavacion y eliminacion masiva con equipo	CHF	m3	EXC						1	0	
<b>3.00</b>	<b>MUROS ANCLADOS</b>											
<b>3.01</b>	<b>1ER ANILLO</b>											
3.011	Trazo de puntos de anclaje	DH	glb	I	I	I				3	0	
3.012	Anclaje e inyeccion de puntos	TERRATEST	und		I	I	I			3	0	
3.013	Corte de banqueta y perfilado de banqueta	R&M	und					I		1	0	
3.014	Acero de muros	SERPER	kg					I		1	0	

ANALISIS DE CONFIABILIDAD SEMANAL (EN %)				9.00	0.00	ACR		
				100%	0%		0	0



PROGRAMACION	0
LOGISTICA	0
CONTROL DE CALIDAD	0
EXTERNOS	0
SUPERVISION / CLIENTES	0
ERRORES DE EJECUCION	0
SUBCONTRATOS	0
EQUIPOS	0
ADMINISTRATIVOS	0



ELABORADO POR: <b>Jordanno Yáñez</b>	APROBADO POR: <b>Ing. Yram Tirado</b>	FIRMA:
---	--	--------

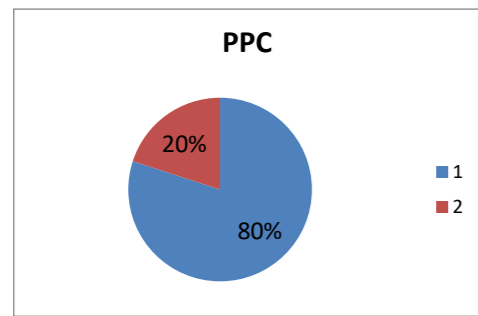


**PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO - QUO**

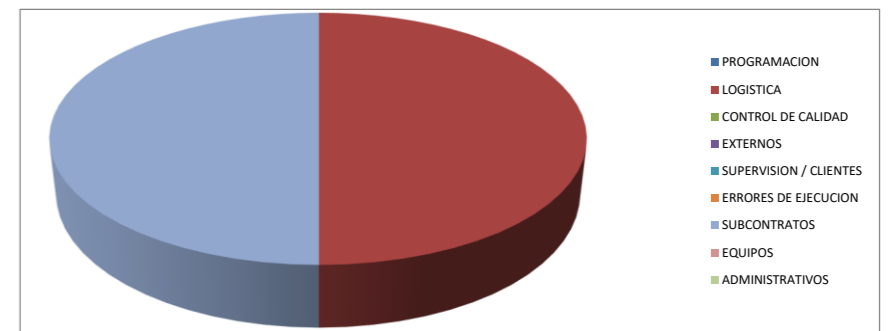
NOMBRE DE PROYECTO <b>QUO</b>		AREA / DPTO <b>PRODUCCIÓN</b>		FECHA <b>viernes, 8 de Febrero de 2019</b>	
CODIGO DE PROYECTO		PROPIETARIO <b>AVITAR</b>		UBICACION <b>CALLE VARSOVIA SURQUILLO</b>	

Item	Descripción de la Actividad	Responsable	Und	SEMANA 06						ANALISIS DE CAUSA RAÍZ			
				Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	N° /	N° X	TIPO	CAUSA DE INCUMPLIMIENTO
<b>2.00</b>	<b>EXCAVACION MASIVA</b>												
2.01	Excavacion y eliminacion masiva con equipo	CHF	m3										
<b>3.00</b>	<b>MUROS ANCLADOS</b>												
<b>3.01</b>	<b>1ER ANILLO</b>												
3.011	Trazo de puntos de anclaje	DH	g/b										
3.012	Anclaje e inyeccion de puntos	TERRATEST	g/b										
3.013	Corte de banquetta y perfilado de banquetta	R&M	m2	I	I	I	I	I		5	0		
3.014	Acero de muros	SERPER	kg	I	I	I	I	I		4	1	LOG	No llego la cantidad de acero corrugado solicitado a obra (Aceros Arequipa)
3.015	Encofrado y vaciado de muros	R&M	m2	I	I	I	I	I		3	2	SC	Falta de material de subcontratista para encofrado de muros (M 14 y M 15)

ANALISIS DE CONFIABILIDAD SEMANAL (EN %)				12.00	3.00	ACR	0	0
				80%	20%			



PROGRAMACION	0
LOGISTICA	1
CONTROL DE CALIDAD	0
EXTERNOS	0
SUPERVISION / CLIENTES	0
ERRORES DE EJECUCION	0
SUBCONTRATOS	1
EQUIPOS	0
ADMINISTRATIVOS	0



ELABORADO POR: <b>Jordanno Yáñez</b>	APROBADO POR: <b>Ing. Yram Tirado</b>	FIRMA:
---	--	--------

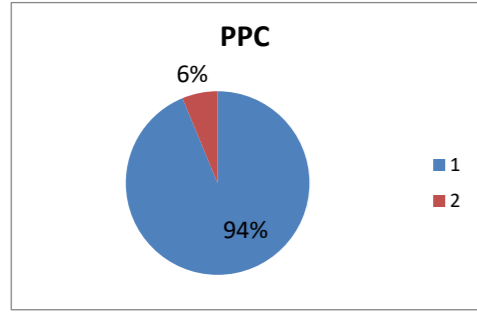


**PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO - QUO**

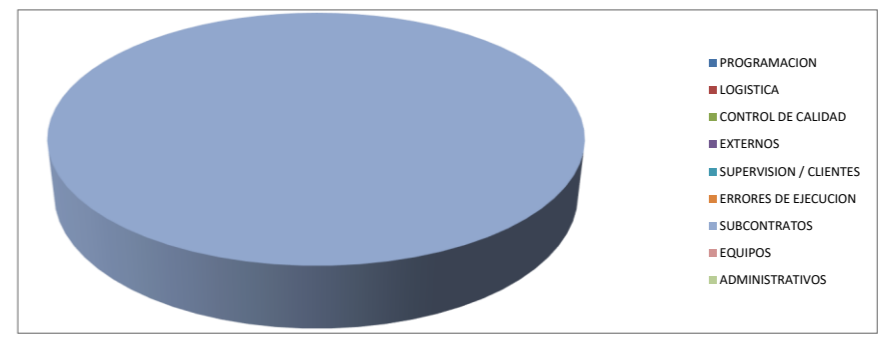
NOMBRE DE PROYECTO <b>QUO</b>		AREA / DPTO	PRODUCCIÓN	FECHA viernes, 15 de Febrero de 2019
CODIGO DE PROYECTO		PROPIETARIO	AVITAR	UBICACION CALLE VARSOVIA SURQUILLO

Item	Descripción de la Actividad	Responsable	Und	SEMANA 07						ANALISIS DE CAUSA RAÍZ			
				Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	N° /	N° X	TIPO	CAUSA DE INCUMPLIMIENTO
<b>2.00</b>	<b>EXCAVACION MASIVA</b>												
2.01	Excavacion y eliminacion masiva con equipo	CHF	m3	EXC	EXC	EXC				3	0		
<b>3.00</b>	<b>MUROS ANCLADOS</b>												
<b>3.01</b>	<b>1ER ANILLO</b>												
3.011	Trazo de puntos de anclaje	DH	glb										
3.012	Anclaje e inyeccion de puntos	TERRATEST											
3.013	Corte de banqueta y perfilado de banqueta	R&M											
3.014	Acero de muros	SERPER											
3.015	Encofrado y vaciado de muros	R&M	m2	I	I					2	0		
3.016	Tensado de muros	TERRATEST	und		I	I	I			3	0		
<b>3.02</b>	<b>2DO ANILLO</b>												
3.021	Trazo de puntos de anclaje	DH	glb				MA 07 - 1	MA 12 - 1		2	0		
							M 09 - 1	MA 03 - 2		2	0		
							M 10 - 1			1	0		
3.022	Corte de banqueta y perfilado de banqueta	CHF	und					MA 07 - 1		1	0		
								M 09 - 1		1	0		
								M 10 - 1		0	1	SC	Incumplimiento por problemas técnicos con la pala de la excavadora (CHF)

ANALISIS DE CONFIABILIDAD SEMANAL (EN %)				15.00	1.00	ACR	0	0
				94%	6%			



PROGRAMACION	0
LOGISTICA	0
CONTROL DE CALIDAD	0
EXTERNOS	0
SUPERVISION / CLIENTES	0
ERRORES DE EJECUCION	0
SUBCONTRATOS	1
EQUIPOS	0
ADMINISTRATIVOS	0



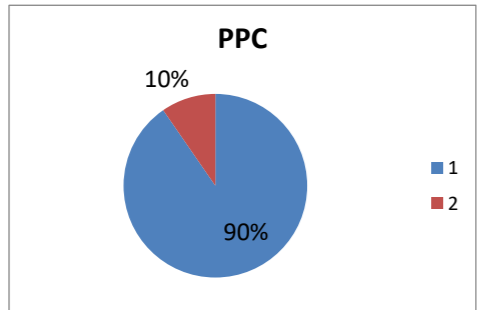
ELABORADO POR: Jordanno Yáñez	APROBADO POR: Ing. Yram Tirado	FIRMA:
----------------------------------	-----------------------------------	--------

**PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO - QUO**

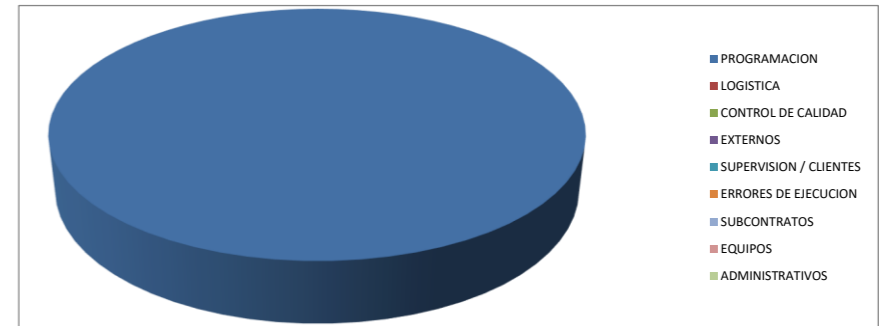
NOMBRE DE PROYECTO <b>QUO</b>		AREA / DPTO <b>PRODUCCIÓN</b>		FECHA <b>viernes, 22 de Febrero de 2019</b>	
CODIGO DE PROYECTO		PROPIETARIO <b>AVITAR</b>		UBICACION <b>CALLE VARSOVIA SURQUILLO</b>	

Item	Descripción de la Actividad	Responsable	Und	SEMANA 08						ANALISIS DE CAUSA RAÍZ			
				Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	N° /	N° X	TIPO	CAUSA DE INCUMPLIMIENTO
<b>2.00</b>	<b>EXCAVACION MASIVA</b>												
2.01	Excavacion y eliminacion masiva con equipo	CHF	m3										
<b>3.00</b>	<b>MUROS ANCLADOS</b>												
3.02	2DO ANILLO												
3.021	Trazo de puntos de anclaje	DH	glb	MA 12 - 1 MA 03 - 2	MA 05 - 2 M 06 - 2 M 08 - 2	MA 11 - 1 MA 13 - 2	MA 18 - 2 MA 01 - 2 MA 04 - 1	M 14 - 1 MA 15 - 1 MA 17 - 1		5 5 3	0 0 0		
3.022	Corte de banquetta y perfilado de banquetta	CHF	und	MA 12 - 1 MA 03 - 2	MA 05 - 2 M 06 - 2 M 08 - 2	MA 11 - 1 MA 13 - 2	MA 11 - 1 MA 13 - 2 MA 04 - 1	M 14 - 1 MA 15 - 1 MA 17 - 1		5 5 3	0 0 0		
3.023	Acero de muros	SERPER	und	MA 12 - 1 MA 03 - 2	MA 05 - 2 M 06 - 2 M 08 - 2	MA 11 - 1 MA 13 - 2	MA 11 - 1 MA 13 - 2 MA 04 - 1	M 14 - 1 MA 15 - 1 MA 17 - 1		5 4 2	0 1 1	PROG	No se considero el espacio limitado para el ingreso de una perforadora a la obra (Trabajos en simultaneo)
3.024	Encofrado y vaciado de muros	ZEGARRA	kg	MA 12 - 1 MA 03 - 2	MA 05 - 2 M 06 - 2 M 08 - 2	MA 11 - 1 MA 13 - 2	MA 11 - 1 MA 13 - 2 MA 04 - 1	M 14 - 1 MA 15 - 1 MA 17 - 1		5 4 1	0 1 2	PROG	Por incumplimiento de actividad predecesora (acero de muros) Por incumplimiento de actividad predecesora (acero de muros)

ANALISIS DE CONFIABILIDAD SEMANAL (EN %)			47.00 90%	5.00 10%	ACR	0	0
--	--	--	--------------	-------------	-----	---	---



PROGRAMACION	4
LOGISTICA	0
CONTROL DE CALIDAD	0
EXTERNOS	0
SUPERVISION / CLIENTES	0
ERRORES DE EJECUCION	0
SUBCONTRATOS	0
EQUIPOS	0
ADMINISTRATIVOS	0



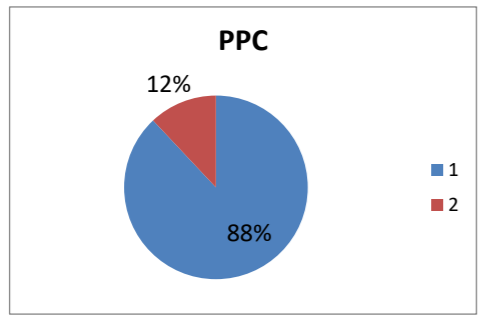
ELABORADO POR: Jordanno Yáñez	APROBADO POR: Ing. Yram Tirado	FIRMA:
----------------------------------	-----------------------------------	--------

**PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO - QUO**

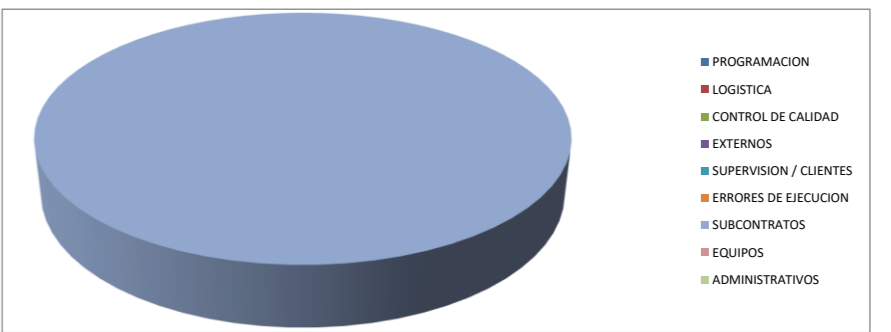
NOMBRE DE PROYECTO <b>QUO</b>		AREA / DPTO		PRODUCCIÓN			FECHA <b>viernes, 1 de Marzo de 2019</b>	
CODIGO DE PROYECTO		PROPIETARIO		AVITAR			UBICACION <b>CALLE VARSOVIA SURQUILLO</b>	

Item	Descripción de la Actividad	Responsable	Und	SEMANA 09						ANALISIS DE CAUSA RAÍZ			
				Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	N° /	N° X	TIPO	CAUSA DE INCUMPLIMIENTO
<b>2.00</b>	<b>EXCAVACION MASIVA</b>												
2.01	Excavacion y eliminacion masiva con equipo	CHF	m3				EXC	EXC		2	0		
<b>3.00</b>	<b>MUROS ANCLADOS</b>												
<b>3.02</b>	<b>2DO ANILLO</b>												
3.021	Trazo de puntos de anclaje	DH	glb		M 14 - 1 MA 15 - 1 MA 17 - 1	M 18 - 2 MA 01 - 2 MA 04 - 1	M 16 - 1 MA 02 - 1			3	0		
3.022	Corte de banquetta y perfilado de banquetta	CHF	und		M 14 - 1 MA 15 - 1 MA 17 - 1	M 16 - 1 MA 02 - 1 MA 04 - 1	M 16 - 1 MA 02 - 1			3	0		
3.023	Acero de muros	SERPER	und		M 14 - 1 MA 15 - 1 MA 17 - 1	M 16 - 1 MA 02 - 1 MA 04 - 1	M 16 - 1 MA 02 - 1			3	0		
3.024	Encofrado y vaciado de muros	R&M	kg		M 14 - 1 MA 15 - 1 MA 17 - 1	M 16 - 1 MA 02 - 1 MA 04 - 1	M 16 - 1 MA 02 - 1			3	0		
3.025	Anclaje e inyeccion de puntos	TERRATEST	und	MA 07 - 1 M 08 - 2 MA 11 - 1 MA 12 - 1 MA 13 - 2						1	0		
3.026	Tensado de muros	TERRATEST	und			MA 07 - 1 M 08 - 2 MA 11 - 1 MA 12 - 1 MA 13 - 2				1	0		
<b>3.03</b>	<b>3ER ANILLO</b>												
3.031	Corte de banquetta y perfilado	CHF	und				MA 07 - 1 M 09 - 1 MA 10 - 1			0	1	SC	Incumplimiento con la llegada de excavadora adicional para eliminación (CHF)
3.032	Excavacion manual de cimientos	CHF	ml				MA 07 - 1 M 09 - 1 M 10 - 1			0	1	SC	Por incumplimiento de actividad predecesora (Corte de banquetta y Perfilado)

<b>ANALISIS DE CONFIABILIDAD SEMANAL (EN %)</b>				44.00	6.00	ACR		
				88%	12%		0	0



PROGRAMACION	0
LOGISTICA	0
CONTROL DE CALIDAD	0
EXTERNOS	0
SUPERVISION / CLIENTES	0
ERRORES DE EJECUCION	0
SUBCONTRATOS	6
EQUIPOS	0
ADMINISTRATIVOS	0



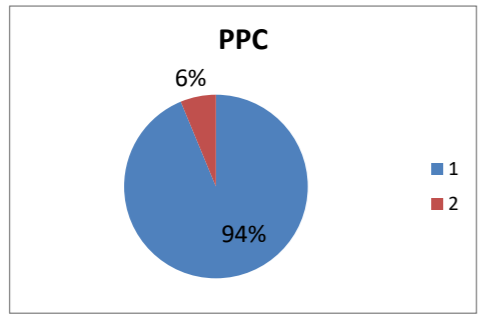
ELABORADO POR: Jordanno Yáñez	APROBADO POR: Ing. Yram Tirado	FIRMA:
----------------------------------	-----------------------------------	--------

**PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO - QUO**

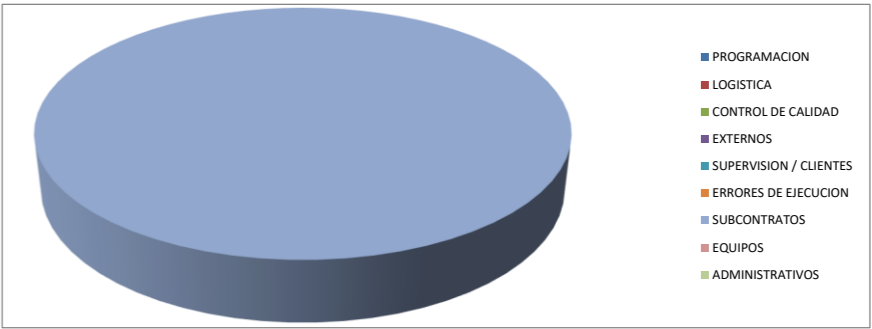
NOMBRE DE PROYECTO <b>QUO</b>		AREA / DPTO <b>PRODUCCIÓN</b>		FECHA <b>viernes, 8 de Marzo de 2019</b>	
CODIGO DE PROYECTO		PROPIETARIO <b>AVITAR</b>		UBICACION <b>CALLE VARSOVIA SURQUILLO</b>	

Item	Descripción de la Actividad	Responsable	Und	SEMANA 10						ANALISIS DE CAUSA RAÍZ			
				Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	N° /	N° X	TIPO	CAUSA DE INCUMPLIMIENTO
<b>3.03</b>	<b>3ER ANILLO</b>												
3.031	Eliminación de material	CHF	m3	ANILLO 3						1	0		
3.032	Corte de banquetta y perfilado	CHF	und	MA 05 - 2	MA 12 - 1	MA 11 - 1				3	0		
				M 06 - 2	MA 03 - 2	MA 13 - 2				3	0		
				M 08 - 2	M 14 - 1	MA 04 - 1				3	0		
3.033	Excavacion manual de cimientos	CHF	ml		MA 05 - 2	MA 12 - 1	MA 11 - 1			3	0		
					M 06 - 2	MA 03 - 2	MA 13 - 2			3	0		
					M 08 - 2	M 14 - 1	MA 04 - 1			3	0		
3.034	Acero de muros	SERPER	kg		MA 07 - 1	MA 05 - 2	MA 12 - 1	MA 11 - 1		4	0		
					M 09 - 1	M 06 - 2	MA 03 - 2	MA 13 - 2		4	0		
					M 10 - 1	M 08 - 2	M 14 - 1	MA 04 - 1		4	0		
3.034	Encofrado y vaciado de muros	R&M	und		MA 07 - 1	MA 05 - 2	MA 12 - 1	MA 11 - 1		4	0		
					M 09 - 1	M 06 - 2	MA 03 - 2	MA 13 - 2		4	0		
					M 10 - 1	M 08 - 2	M 14 - 1	MA 04 - 1		4	0		
<b>4.00</b>	<b>SUBESTRUCTURA</b>												
<b>4.10</b>	<b>ZAPATAS</b>												
4.101	Excavacion y perfilado	CHF	m3				CORTES 1-2-3-4-5	CORTES 1-2-12-13-14		1	1	SC	Falta de eliminación de material hasta nivel de cimentación -10 m (CHF)
								ZAPATAS 01-02-05		0	1	SC	Falta de eliminación de material hasta nivel de cimentación -10 m (CHF)
								CORTES 18-20-21		0	1	SC	Falta de eliminación de material hasta nivel de cimentación -10 m (CHF)
4.102	Solados	R&M	m3					CORTES 1-2-3-4-5		1	0		

ANALISIS DE CONFIABILIDAD SEMANAL (EN %)				45.00	3.00	ACR	0	0
				94%	6%			



PROGRAMACION	0
LOGISTICA	0
CONTROL DE CALIDAD	0
EXTERNOS	0
SUPERVISION / CLIENTES	0
ERRORES DE EJECUCION	0
SUBCONTRATOS	3
EQUIPOS	0
ADMINISTRATIVOS	0



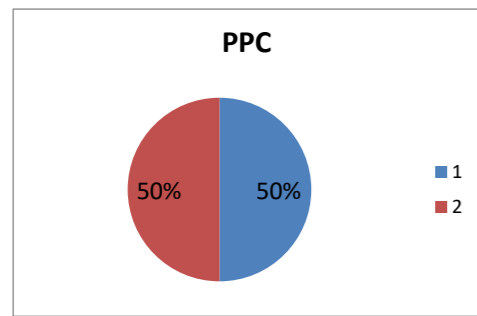
ELABORADO POR: Jordanno Yáñez	APROBADO POR: Ing. Yram Tirado	FIRMA:
----------------------------------	-----------------------------------	--------

**PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO - QUO**

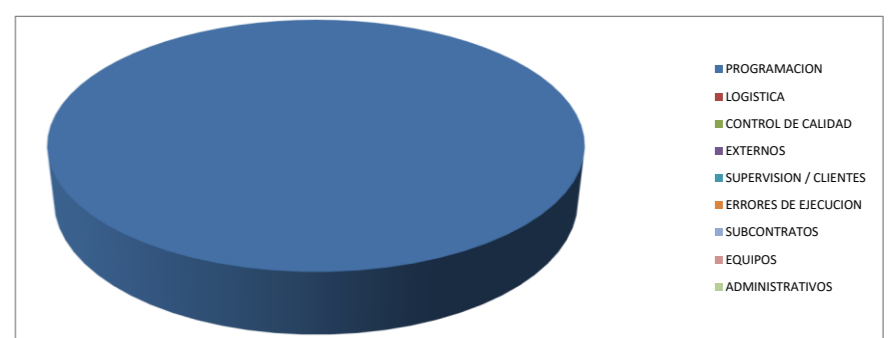
NOMBRE DE PROYECTO <b>QUO</b>		AREA / DPTO	PRODUCCIÓN	FECHA <b>viernes, 15 de Marzo de 2019</b>
CODIGO DE PROYECTO		PROPIETARIO	AVITAR	UBICACION <b>CALLE VARSOVIA SURQUILLO</b>

Item	Descripción de la Actividad	Responsable	Und	SEMANA 11							ANALISIS DE CAUSA RAÍZ		
				Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	N° /	N° X	TIPO	CAUSA DE INCUMPLIMIENTO
<b>4.00</b>	<b>SUBESTRUCTURA</b>												
<b>4.10</b>	<b>ZAPATAS</b>												
4.101	Excavacion y perfilado	CHF	m3	EJE G COR 5-4-3	EJE 1 28-08-07-06	EJE 7 1-2				2	1	PROG	No se consideraron trabajos en simultaneo (excavación, eliminación de material y perfilado) por el espacio limitado de la obra y factores de riesgo de seguridad.
					EJE A 12-11-10-09	CORTES 15-16-17				1	1	PROG	No se consideraron trabajos en simultaneo (excavación, eliminación de material y perfilado) por el espacio limitado de la obra y factores de riesgo de seguridad.
					CORTES 18-20-21	CORTES 22-23-24				1	1	PROG	No se consideraron trabajos en simultaneo (excavación, eliminación de material y perfilado) por el espacio limitado de la obra y factores de riesgo de seguridad.
4.102	Solados	R&M	m3	EJE G COR 5-4-3	EJE 1 28-08-07-06	EJE 7 1-2				2	1	PROG	Por incumplimiento de actividad predecesora (Excavación y Perfilado)
					EJE A 12-11-10-09	CORTES 15-16-17				1	1	PROG	Por incumplimiento de actividad predecesora (Excavación y Perfilado)
					CORTES 18-20-21	CORTES 22-23-24				0	2	PROG	Por incumplimiento de actividad predecesora (Excavación y Perfilado)
4.103	Colocacion de acero	SERPER	kg	EJE G COR 5-4-3	EJE 1 28-08-07-06	EJE 7 1-2				2	1	PROG	Por incumplimiento de actividad predecesora (Solados)
					EJE A 12-11-10-09	CORTES 15-16-17				1	1	PROG	Por incumplimiento de actividad predecesora (Solados)
					CORTES 18-20-21	CORTES 22-23-24				0	2	PROG	Por incumplimiento de actividad predecesora (Solados)
4.104	Encofrado	R&M	m2			EJE G COR 5-4-3	EJE 1 28-08-07-06			1	1	PROG	Por incumplimiento de actividad predecesora (Colocación de acero)
						EJE A 12-11-10-09	CORTES 15-16-17			1	0		
						CORTES 18-20-21				0	1	PROG	Por incumplimiento de actividad predecesora (Colocación de acero)
4.105	Concreto	R&M	m3				EJE G COR 5-4-3			1	0		

ANALISIS DE CONFIABILIDAD SEMANAL (EN %)				13.00	13.00	ACR	0	0
				50%	50%			



PROGRAMACION	11
LOGISTICA	0
CONTROL DE CALIDAD	0
EXTERNOS	0
SUPERVISION / CLIENTES	0
ERRORES DE EJECUCION	0
SUBCONTRATOS	0
EQUIPOS	0
ADMINISTRATIVOS	0



ELABORADO POR: Jordanno Yáñez	APROBADO POR: Ing. Yram Tirado	FIRMA:
----------------------------------	-----------------------------------	--------

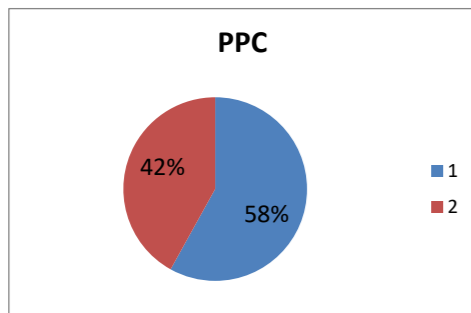
**PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO - QUO**

NOMBRE DE PROYECTO <b>QUO</b>		AREA / DPTO		PRODUCCIÓN			FECHA <b>viernes, 22 de Marzo de 2019</b>	
CODIGO DE PROYECTO		PROPIETARIO		AVITAR			UBICACION <b>CALLE VARSOVIA SURQUILLO</b>	

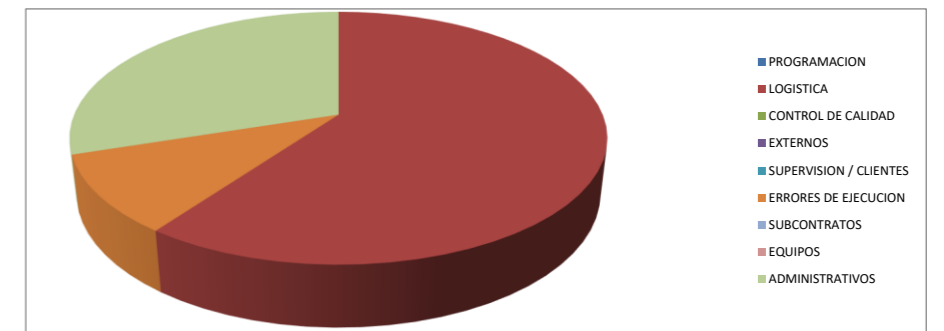
Item	Descripción de la Actividad	Responsable	Und	SEMANA 12						ANALISIS DE CAUSA RAÍZ			
				Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	N° /	N° X	TIPO	CAUSA DE INCUMPLIMIENTO
<b>4.00</b>	<b>SUBESTRUCTURA</b>												
<b>4.10</b>	<b>ZAPATAS</b>												
4.101	Solados	R&M	m3	EJE 7 1-2						1	0		
				CORTES 15-16-17						1	0		
				CORTES 22-23-24						1	0		
4.102	Colocacion de acero	SERPER	kg	EJE 1 28-08-07-06	EJE 7 1-2					2	0		
				EJE A 12-11-10-09	CORTES 15-16-17					1	1	LOG	El pedido de acero dimensionado para zapatas llevo incompleto (Aceros Arequipa)
				CORTES 18-20-21	CORTES 22-23-24					0	2	LOG	El pedido de acero dimensionado para zapatas llevo incompleto (Aceros Arequipa)
4.103	Encofrado	R&M	m2	EJE G COR 5-4-3	EJE 1 28-08-07-06	EJE 7 1-2				3	0		
				EJE A 12-11-10-09	CORTES 15-16-17					1	1	LOG	Por incumplimiento de actividad predecesora (Colocación de acero de zapatas)
				CORTES 18-20-21	CORTES 22-23-24					0	2	LOG	Por incumplimiento de actividad predecesora (Colocación de acero de zapatas)
4.103	Concreto	R&M	m3	EJE G COR 5-4-3	EJE 1 28-08-07-06	EJE 7 1-2				3	0		
				EJE A 12-11-10-09	CORTES 15-16-17					1	1	LOG	Por incumplimiento de actividad predecesora (Encofrado de zapatas)
				CORTES 18-20-21	CORTES 22-23-24					0	2	LOG	Por incumplimiento de actividad predecesora (Encofrado de zapatas)
<b>4.20</b>	<b>CISTERNA</b>												
4.021	Acero en columnas interiores	SERPER	kg		ZAPATAS 01-02-05	ZAPATAS 03-08-04-09				1	1	ADM	No llevo pedido de acero dimensionado a tiempo para cisterna por facturas pendientes (Oficina central)
4.022	Encofrado en columnas interiores	R&M	m2		ZAPATAS 01-02-05	ZAPATAS 03-08-04-09				1	1	ADM	Por incumplimiento de actividad predecesora (Colocación de acero de columnas)
4.023	Concreto en columnas interiores	R&M	m3		ZAPATAS 01-02-05	ZAPATAS 03-08-04-09				1	1	ADM	Por incumplimiento de actividad predecesora (Encofrado de columnas)
4.024	Excavacion de cimientos corridos	CHF	m3							1	0		
4.025	Solados	R&M	m3							0	1	EJEC	Por daños al solado ya culminado al momento de retirar la excavadora con grúa movil de la obra

**ANALISIS DE CONFIABILIDAD SEMANAL (EN %)**

18.00	13.00	ACR	0	0
58%	42%			



PROGRAMACION	0
LOGISTICA	6
CONTROL DE CALIDAD	0
EXTERNOS	0
SUPERVISION / CLIENTES	0
ERRORES DE EJECUCION	1
SUBCONTRATOS	0
EQUIPOS	0
ADMINISTRATIVOS	3



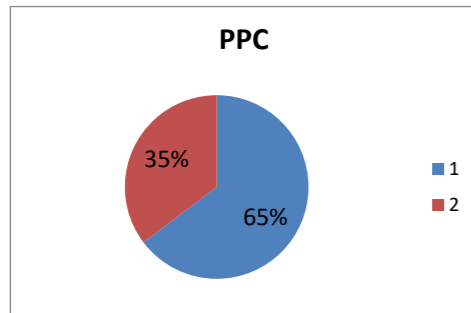
ELABORADO POR: Jordanno Yáñez	APROBADO POR: Ing. Yram Tirado	FIRMA:
----------------------------------	-----------------------------------	--------

**PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO - QUO**

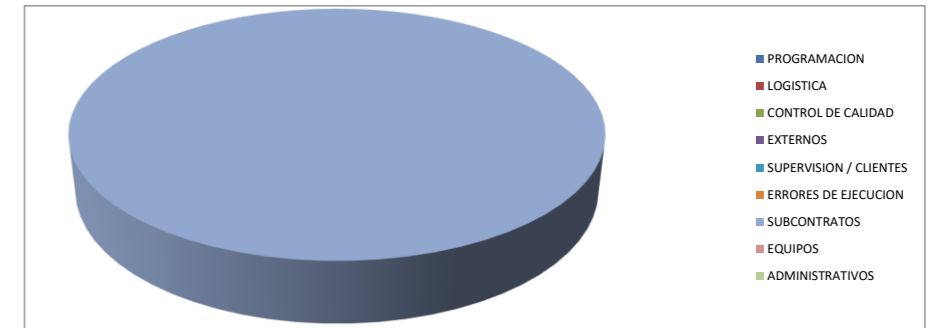
NOMBRE DE PROYECTO <b>QUO</b>		AREA / DPTO <b>PRODUCCIÓN</b>		FECHA <b>viernes, 29 de Marzo de 2019</b>	
CODIGO DE PROYECTO		PROPIETARIO <b>AVITAR</b>		UBICACION <b>CALLE VARSOVIA SURQUILLO</b>	

Item	Descripción de la Actividad	Responsable	Und	SEMANA 13						ANALISIS DE CAUSA RAÍZ			
				Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	N° /	N° X	TIPO	CAUSA DE INCUMPLIMIENTO
<b>4.00</b>	<b>SUBESTRUCTURA</b>												
<b>4.10</b>	<b>ZAPATAS</b>												
4.101	Concreto	R&M	m3	EJE 7 1-2						1	0		
				CORTES 15-16-17						1	0		
				CORTES 22-23-24						1	0		
<b>4.20</b>	<b>CISTERNA</b>												
4.021	Acero en columnas interiores	SERPER	kg	ZAPATAS 03-08-04-09						0	1		
4.102	Encofrado en columnas interiores	R&M	m2	ZAPATAS 01-02-05	ZAPATAS 03-08-04-09					1	1	SC	Incumplimiento por ingreso tardío de Bodcat a la obra para excavación y movimiento de tierras correspondiente a zapata 04 y 09 (CHF)
4.103	Concreto en columnas interiores	R&M	m3	ZAPATAS 01-02-05	ZAPATAS 03-08-04-09					1	1		
4.104	Excavacion de cimientos corridos	CHF	m3		CORTES A-B-C-12	CORTES 13-14-25-D				2	0		
4.105	Solados	R&M	m3		CORTES A-B-C-12	CORTES 13-14-25-D				2	0		
4.106	Acero de cimientos	SERPER	kg		CORTES A-B-C-12	CORTES 13-14-25-D				2	0		
4.107	Encofrado de cimientos	R&M	m2			CORTES A-B-C-12	CORTES 13-14-25-D			0	2	SC	Incumplimiento con el ingreso de personal para completar cuadrilla de encofrado de cimientos y cisterna (R&M)
4.108	Concreto en cimientos y losa	R&M	m3				CORTES A-B-C-12			0	1	SC	Por incumplimiento de actividad predecesora (Encofrado de cimientos)

<b>ANALISIS DE CONFIABILIDAD SEMANAL (EN %)</b>				<b>11.00</b>	<b>6.00</b>	<b>ACR</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
				<b>65%</b>	<b>35%</b>			



PROGRAMACION	0
LOGISTICA	0
CONTROL DE CALIDAD	0
EXTERNOS	0
SUPERVISION / CLIENTES	0
ERRORES DE EJECUCION	0
SUBCONTRATOS	3
EQUIPOS	0
ADMINISTRATIVOS	0

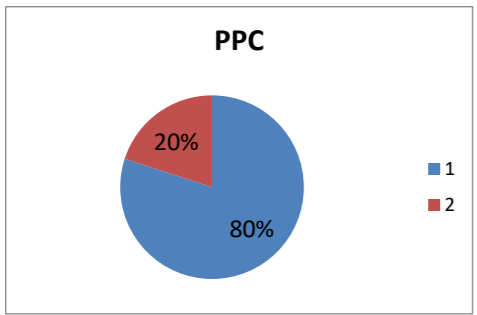


ELABORADO POR: <b>Jordanno Yáñez</b>	APROBADO POR: <b>Ing. Yram Tirado</b>	FIRMA:
---	--	--------

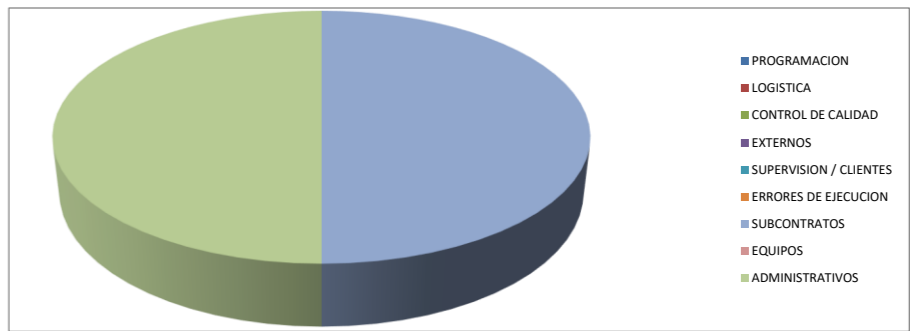
**PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO - QUO**

NOMBRE DE PROYECTO		AREA / DPTO		PRODUCCIÓN			FECHA						
QUO							viernes, 5 de Abril de 2019						
CODIGO DE PROYECTO		PROPIETARIO		AVITAR			UBICACION						
							CALLE VARSOVIA SURQUILLO						
Item	Descripción de la Actividad	Responsable	Und	SEMANA 14						ANALISIS DE CAUSA RAÍZ			
				Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	N° /	N° X	TIPO	CAUSA DE INCUMPLIMIENTO
4.00	<b>SUBESTRUCTURA</b>												
4.20	<b>CISTERNA</b>												
4.201	Encofrado de cimientos	R&M	m2	CORTES 13-14-25-D						1	0		
4.202	Concreto en cimientos y losa	R&M	m3	CORTES A-B-C-12	CORTES 13-14-25-D					2	0		
4.203	Acero en muros	SERPER	kg		CORTES A-B-12 CIS. 1	CORTES C-D CIS. 1 y ACI	CORTES 13-14-25 CIS. ACI			3	0		
4.204	Encofrado de muros	R&M	m2		CORTES A-B-12 CIS. 1	CORTES C-D CIS. 1 y ACI	CORTES 13-14-25 CIS. ACI			2	1	SC	No se colocaron andamios previo al vaciado de placas de cisterna ACI por falta de material de subcontratista R&M (Tablones)
4.205	Concreto de muros	R&M	m3					CIS 1 Y ACI		0	1	ADM	No se logro programar el pedido de concreto (Concremax) para el vaciado de cisterna el viernes 05-04-19 y sábado 06-04-18 por facturas pendientes (Oficina central)

ANALISIS DE CONFIABILIDAD SEMANAL (EN %)				8.00	2.00	ACR	0	0
				80%	20%			



PROGRAMACION	0
LOGISTICA	0
CONTROL DE CALIDAD	0
EXTERNOS	0
SUPERVISION / CLIENTES	0
ERRORES DE EJECUCION	0
SUBCONTRATOS	1
EQUIPOS	0
ADMINISTRATIVOS	1



ELABORADO POR:	Jordanno Yáñez	APROBADO POR:	Ing. Yram Tirado	FIRMA:	
----------------	----------------	---------------	------------------	--------	--

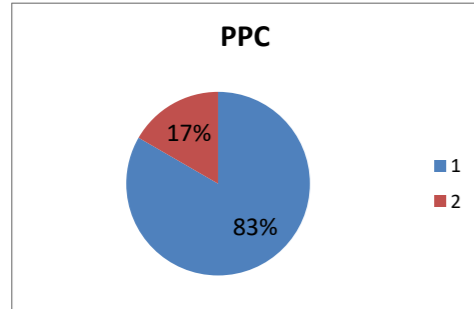


**PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO - QUO**

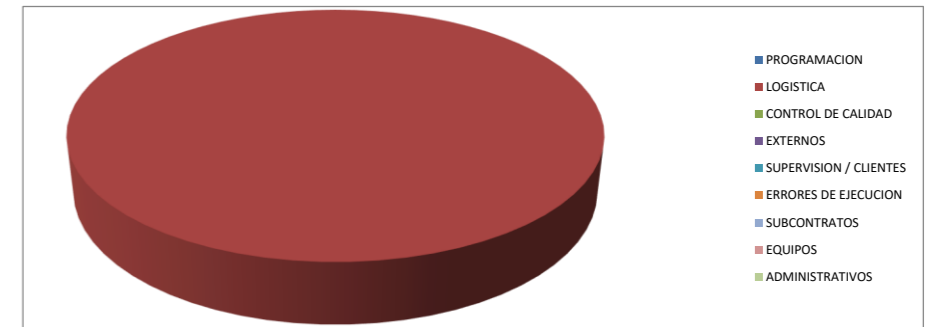
NOMBRE DE PROYECTO		AREA / DPTO		PRODUCCIÓN			FECHA						
QUO							viernes, 12 de Abril de 2019						
CODIGO DE PROYECTO		PROPIETARIO		AVITAR			UBICACION						
							CALLE VARSOVIA SURQUILLO						
Item	Descripción de la Actividad	Responsable	Und	SEMANA 15						ANALISIS DE CAUSA RAÍZ			
				Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	N° /	N° X	TIPO	CAUSA DE INCUMPLIMIENTO
<b>4.00</b>	<b>SUBESTRUCTURA</b>												
4.20	CISTERNA												
4.201	Encofrado de muros	R&M	m2	CORTES 13-14-25 CIS. ACI						1	0		
4.202	Concreto de muros	R&M	m3	CIS 1 Y ACI						1	0		
4.203	Encofrado de techo	R&M	m2		CISTERNA 1	CISTERNA ACI				2	0		
4.204	Concreto en techo	R&M	m3			CISTERNA 1	CISTERNA ACI			2	0		
4.205	Desencofrado de techo	R&M	m2										
<b>5.00</b>	<b>SUPERESTRUCTURA</b>												
5.01	Acero de Verticales	SERPER	kg				S3S1	S3S2		1	1	LOG	Incumplimiento con el requerimiento para la llegada de andamios a la obra (Avitar)
5.02	Colocación de IIEE/IISS	T CONSTRUYE	glb				S3S1	S3S2		1	1	LOG	Por incumplimiento de actividad predecesora (Acero de verticales)
5.03	Encofrado de Verticales	R&M	m2					S3S1		1	0		
5.04	Concreto de Verticales	R&M	m3					S3S1		1	0		

**ANALISIS DE CONFIABILIDAD SEMANAL (EN %)**

10.00	2.00	ACR	0	0
83%	17%			



PROGRAMACION	0
LOGISTICA	2
CONTROL DE CALIDAD	0
EXTERNOS	0
SUPERVISION / CLIENTES	0
ERRORES DE EJECUCION	0
SUBCONTRATOS	0
EQUIPOS	0
ADMINISTRATIVOS	0



ELABORADO POR: **Jordanno Yáñez**

APROBADO POR: **Ing. Yram Tirado**

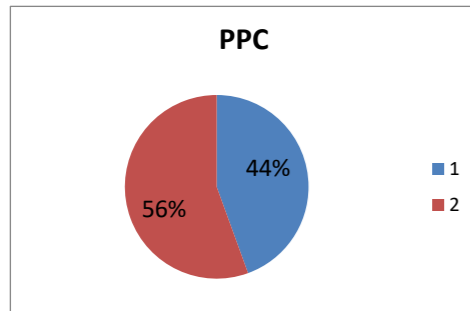
FIRMA:

**PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO - QUO**

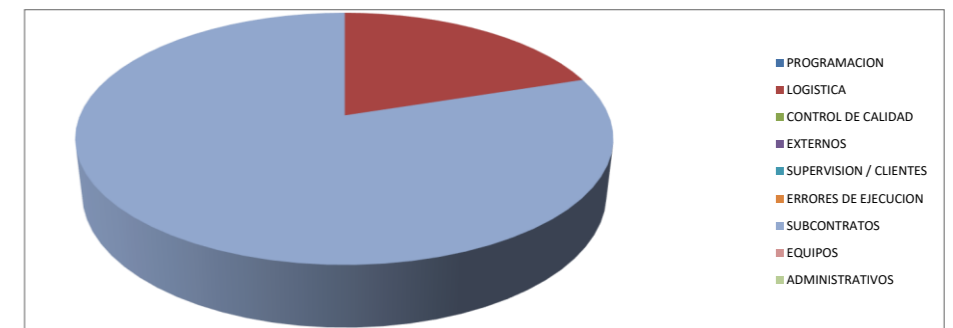
NOMBRE DE PROYECTO		AREA / DPTO		PRODUCCIÓN		FECHA	
QUO						miércoles, 17 de Abril de 2019	
CODIGO DE PROYECTO		PROPIETARIO		AVITAR		UBICACION	
						CALLE VARSOVIA SURQUILLO	

Item	Descripción de la Actividad	Responsable	Und	SEMANA 16						ANALISIS DE CAUSA RAÍZ			
				Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	N° /	N° X	TIPO	CAUSA DE INCUMPLIMIENTO
<b>5.00</b>	<b>SUPERESTRUCTURA</b>												
5.01	Acero de Verticales	SERPER	kg	S3S3	S3S4	S2S1				2	1	LOG	No llego en fecha pedido de acero dimensionado para verticales del sótano 2 (Aceros Arequipa)
5.02	Colocación de IIEE/IISS	T CONSTRUYE	glb	S3S3	S3S4	S2S1				2	1	SC	Falta de material de parte de subcontratista para sótano 2 (T Construye)
5.03	Encofrado de Verticales	R&M	m2	S3S2	S3S3	S3S4				3	0		
5.04	Concreto de Verticales	R&M	m3	S3S2	S3S3	S3S4				3	0		
5.05	Encofrado de fondo y 1 costado de Vigas	R&M	ml	S3S1	S3S2	S3S3				1	2	SC	No ingreso a tiempo cuadrilla de encofrado de vigas por falta de SCTR Y EMOs (R&M)
5.06	Acero de Vigas	SERPER	kg	S3S1	S3S2	S3S3				1	2	LOG	No llego en fecha pedido de acero dimensionado para vigas y losa del sótano 3 (Aceros Arequipa)
5.07	Encofrado de 1 costado de Vigas y Losa	R&M	ml		S3S1	S3S2				0	2	SC	No ingreso a tiempo cuadrilla de encofrado de losa por falta de SCTR Y EMOs (R&M)
5.08	Colocación de Viguetas y bovedillas	R&M	glb		S3S1	S3S2				0	2	SC	Por incumplimiento de actividad predecesora (Encofrado de vigas y losa)
5.09	Acero de losa	SERPER	kg		S3S1	S3S2				0	2	SC	Por incumplimiento de actividad predecesora (Colocación de viguetas y bovedillas)
5.08	Colocación de IIEE/IISS	T CONSTRUYE	glb			S3S1				0	1	SC	Por incumplimiento de actividad predecesora (Encofrado de losa)
5.09	Concreto de Losa	R&M	m3			S3S1				0	1	SC	Por incumplimiento de actividad predecesora (Colocación de instalaciones)
5.1	Acabado de Losa	R&M	m2			S3S1				0	1	SC	Por incumplimiento de actividad predecesora (Concreto de losa)

ANALISIS DE CONFIABILIDAD SEMANAL (EN %)				12.00	15.00	ACR		
				44%	56%		0	0



PROGRAMACION	0
LOGISTICA	2
CONTROL DE CALIDAD	0
EXTERNOS	0
SUPERVISION / CLIENTES	0
ERRORES DE EJECUCION	0
SUBCONTRATOS	8
EQUIPOS	0
ADMINISTRATIVOS	0



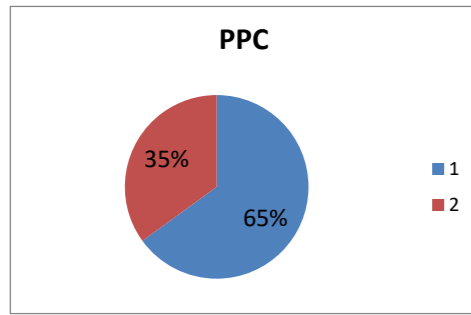
ELABORADO POR:	Jordanno Yáñez	APROBADO POR:	Ing. Yram Tirado	FIRMA:	
----------------	----------------	---------------	------------------	--------	--

**PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO - QUO**

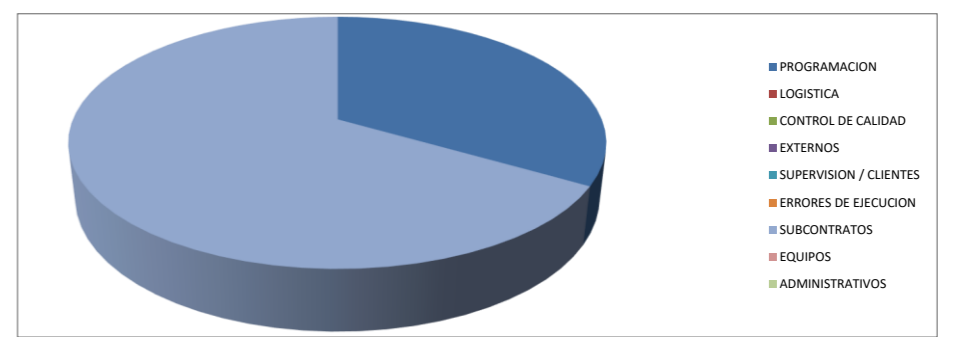
NOMBRE DE PROYECTO <b>QUO</b>			AREA / DPTO <b>PRODUCCIÓN</b>			FECHA <b>viernes, 26 de Abril de 2019</b>		
CODIGO DE PROYECTO			PROPIETARIO <b>AVITAR</b>			UBICACION <b>CALLE VARSOVIA SURQUILLO</b>		

Item	Descripción de la Actividad	Responsable	Und	SEMANA 17						ANALISIS DE CAUSA RAÍZ			
				Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	N° /	N° X	TIPO	CAUSA DE INCUMPLIMIENTO
<b>5.00</b>	<b>SUPERESTRUCTURA</b>												
5.01	Acero de Verticales	SERPER	kg	S2S1	S2S2	S2S3	S2S4	S1S1		3	2	PROG	Mal dimensionamiento de cuadrilla para colocación de acero de verticales (Avitar)
5.02	Colocación de IIEE/IISS	T CONSTRUYE	glb	S2S1	S2S2	S2S3	S2S4	S1S1		3	2	PROG	Por incumplimiento de actividad predecesora (Acero de verticales)
5.03	Encofrado de Verticales	R&M	m2	S3S4	S2S1	S2S2	S2S3	S2S4		3	2	PROG	Por incumplimiento de actividad predecesora (Colocación de instalaciones)
5.04	Concreto de Verticales	R&M	m3	S3S4	S2S1	S2S2	S2S3	S2S4		3	2	PROG	Por incumplimiento de actividad predecesora (Encofrado de verticales)
5.05	Encofrado de fondo y 1 costado de Vigas	R&M	ml	S3S3	S3S4	S2S1	S2S2	S2S3		3	2	SC	Ingreso de personal incompleto para cuadrilla de encofrado de vigas (R&M)
5.06	Acero de Vigas	SERPER	kg	S3S3	S3S4	S2S1	S2S2	S2S3		3	2	SC	Por incumplimiento de actividad predecesora (Encofrado de vigas)
5.07	Encofrado de 1 costado de Vigas y Losa	R&M	ml	S3S2	S3S3	S3S4	S2S1	S2S2		3	2	SC	Ingreso de personal incompleto para cuadrilla de encofrado de losa (R&M)
5.08	Colocación de Viguetas y bovedillas	R&M	glb	S3S2	S3S3	S3S4	S2S1	S2S2		3	2	SC	Por incumplimiento de actividad predecesora (Encofrado de costado de viga y losa)
5.09	Acero de losa	SERPER	kg	S3S2	S3S3	S3S4	S2S1	S2S2		3	2	SC	Por incumplimiento de actividad predecesora (Encofrado de losa)
5.10	Colocación de IIEE/IISS	T CONSTRUYE	glb	S3S1	S3S2	S3S3	S3S4	S2S1		4	1	SC	Por incumplimiento de actividad predecesora (Encofrado de losa)
5.11	Concreto de Losa	R&M	m3	S3S1	S3S2	S3S3	S3S4	S2S1		4	1	SC	Por incumplimiento de actividad predecesora (Colocación de instalaciones)
5.12	Acabado de Losa	R&M	m2	S3S1	S3S2	S3S3	S3S4	S2S1		4	1	SC	Por incumplimiento de actividad predecesora (Vaciado de losa)
5.13	Desencofrado	R&M	m2										

<b>ANALISIS DE CONFIABILIDAD SEMANAL (EN %)</b>				<b>39.00</b>	<b>21.00</b>	<b>ACR</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
				<b>65%</b>	<b>35%</b>			



PROGRAMACION	4
LOGISTICA	0
CONTROL DE CALIDAD	0
EXTERNOS	0
SUPERVISION / CLIENTES	0
ERRORES DE EJECUCION	0
SUBCONTRATOS	8
EQUIPOS	0
ADMINISTRATIVOS	0



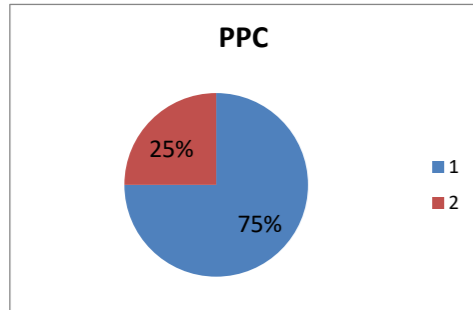
ELABORADO POR: <b>Jordanno Yáñez</b>	APROBADO POR: <b>Ing. Yram Tirado</b>	FIRMA:
---	--	--------

**PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO - QUO**

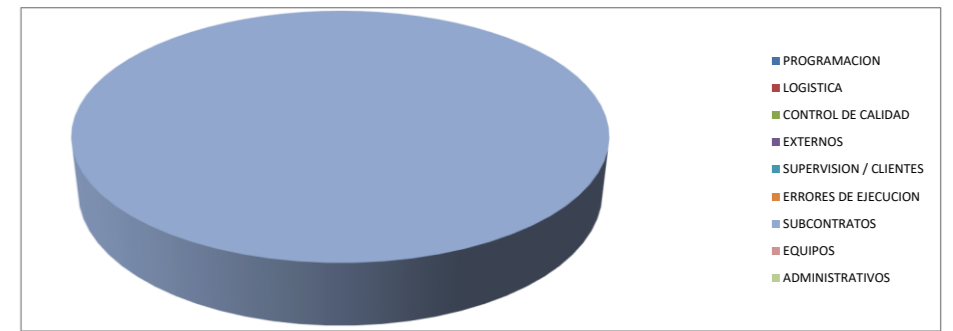
NOMBRE DE PROYECTO <b>QUO</b>			AREA / DPTO <b>PRODUCCIÓN</b>			FECHA <b>viernes, 3 de Mayo de 2019</b>		
CODIGO DE PROYECTO			PROPIETARIO <b>AVITAR</b>			UBICACION <b>CALLE VARSOVIA SURQUILLO</b>		

Item	Descripción de la Actividad	Responsable	Und	SEMANA 18						ANALISIS DE CAUSA RAÍZ			
				Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	N° /	N° X	TIPO	CAUSA DE INCUMPLIMIENTO
<b>5.00</b>	<b>SUPERESTRUCTURA</b>												
5.01	Acero de Verticales	SERPER	kg	S2S4	S1S1		S1S2	S1S3		3	1	SC	Incumplimiento con ingreso de personal solicitado para completar cuadrilla (Serper)
5.02	Colocación de IIEE/IISS	T CONSTRUYE	glb	S2S4	S1S1		S1S2	S1S3		3	1	SC	Por incumplimiento de actividad predecesora (Acero de verticales)
5.03	Encofrado de Verticales	R&M	m2	S2S3	S2S4		S1S1	S1S2		3	1	SC	Por incumplimiento de actividad predecesora (Colocación de instalaciones)
5.04	Concreto de Verticales	R&M	m3	S2S3	S2S4		S1S1	S1S2		3	1	SC	Por incumplimiento de actividad predecesora (Encofrado de verticales)
5.05	Encofrado de fondo y 1 costado de Vigas	R&M	ml	S2S2	S2S3		S2S4	S1S1		3	1	SC	Incumplimiento con ingreso de personal solicitado para completar cuadrilla (R&M)
5.06	Acero de Vigas	SERPER	kg	S2S2	S2S3		S2S4	S1S1		3	1	SC	Incumplimiento con ingreso de personal solicitado para completar cuadrilla (Serper)
5.07	Encofrado de 1 costado de Vigas y Losa	R&M	ml	S2S1	S2S2		S2S3	S2S4		3	1	SC	Por incumplimiento de actividad predecesora (Acero de vigas)
5.08	Colocación de Viguetas y bovedillas	R&M	glb	S2S1	S2S2		S2S3	S2S4		3	1	SC	Por incumplimiento de actividad predecesora (Encofrado de losa)
5.09	Acero de losa	SERPER	kg	S2S1	S2S2		S2S3	S2S4		3	1	SC	Por incumplimiento de actividad predecesora (Colocación de viguetas y bovedillas)
5.10	Colocación de IIEE/IISS	T CONSTRUYE	glb	S3S4	S2S1		S2S2	S2S3		3	1	SC	Por incumplimiento de actividad predecesora (Encofrado de losa)
5.11	Concreto de Losa	R&M	m3	S3S4	S2S1		S2S2	S2S3		3	1	SC	Por incumplimiento de actividad predecesora (Colocación de instalaciones)
5.12	Acabado de Losa	R&M	m2	S3S4	S2S1		S2S2	S2S3		3	1	SC	Por incumplimiento de actividad predecesora (Vaciado de losa)
5.13	Desencofrado	R&M	m2										

<b>ANALISIS DE CONFIABILIDAD SEMANAL (EN %)</b>				36.00	12.00	ACR	0	0
				75%	25%			



PROGRAMACION	0
LOGISTICA	0
CONTROL DE CALIDAD	0
EXTERNOS	0
SUPERVISION / CLIENTES	0
ERRORES DE EJECUCION	0
SUBCONTRATOS	12
EQUIPOS	0
ADMINISTRATIVOS	0



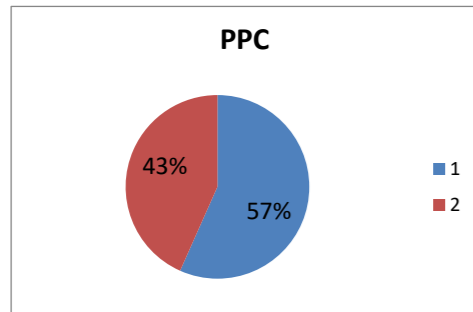
ELABORADO POR: Jordanno Yáñez	APROBADO POR: Ing. Yram Tirado	FIRMA:
----------------------------------	-----------------------------------	--------

**PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO - QUO**

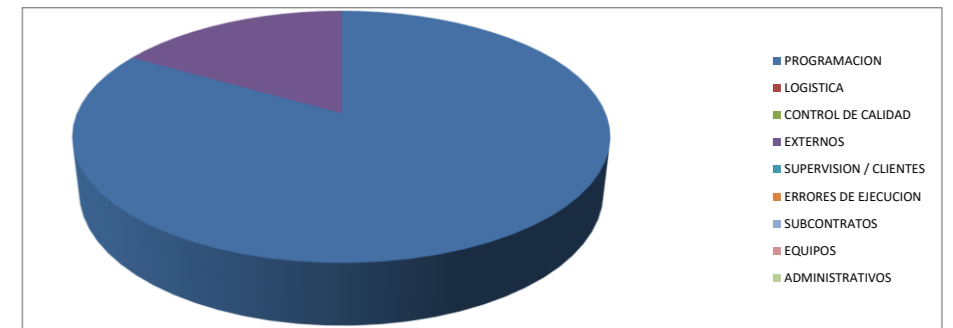
NOMBRE DE PROYECTO <b>QUO</b>			AREA / DPTO <b>PRODUCCIÓN</b>			FECHA <b>viernes, 10 de Mayo de 2019</b>		
CODIGO DE PROYECTO			PROPIETARIO <b>AVITAR</b>			UBICACION <b>CALLE VARSOVIA SURQUILLO</b>		

Item	Descripción de la Actividad	Responsable	Und	SEMANA 19						ANALISIS DE CAUSA RAÍZ			
				Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	N° /	N° X	TIPO	CAUSA DE INCUMPLIMIENTO
<b>5.00</b>	<b>SUPERESTRUCTURA</b>												
5.01	Acero de Verticales	SERPER	kg	S1S2	S1S3	S1S4	P1S1	P1S2		4	1	EXT	Suspensión de 2 trabajadores por incidente de seguridad en la obra (Serper)
5.02	Colocación de IIEE/IISS	T CONSTRUYE	glb	S1S2	S1S3	S1S4	P1S1	P1S2		4	1	EXT	Por incumplimiento de actividad predecesora (Acero de verticales)
5.03	Encofrado de Verticales	R&M	m2	S1S1	S1S2	S1S3	S1S4	P1S1		3	2	PROG	No se considero cuadrilla para encofrado doble cara de muros perimetrales (Sótano 1)
5.04	Concreto de Verticales	R&M	m3	S1S1	S1S2	S1S3	S1S4	P1S1		3	2	PROG	Por incumplimiento de actividad predecesora (Encofrado de verticales)
5.05	Encofrado de fondo y 1 costado de Vigas	R&M	ml	S2S4	S1S1	S1S2	S1S3	S1S4		3	2	PROG	No se considero vaciado de muros perimetrales desde nivel 0.0 hasta 1.40 m (Sótano 1)
5.06	Acero de Vigas	SERPER	kg	S2S4	S1S1	S1S2	S1S3	S1S4		2	3	PROG	No se considero cuadrilla para colocación de acero en muros perimetrales (Sótano 1)
5.07	Encofrado de 1 costado de Vigas y Losa	R&M	ml	S2S3	S2S4	S1S1	S1S2	S1S3		2	3	PROG	Por incumplimiento de actividad predecesora (Acero de vigas)
5.08	Colocación de Viguetas y bovedillas	R&M	glb	S2S3	S2S4	S1S1	S1S2	S1S3		2	3	PROG	Por incumplimiento de actividad predecesora (Encofrado de vigas y losa)
5.09	Acero de losa	SERPER	kg	S2S3	S2S4	S1S1	S1S2	S1S3		2	3	PROG	Por incumplimiento de actividad predecesora (Colocación de viguetas y bovedillas)
5.10	Colocación de IIEE/IISS	T CONSTRUYE	glb	S2S2	S2S3	S2S4	S1S1	S1S2		3	2	PROG	Por incumplimiento de actividad predecesora (Encofrado de losa)
5.11	Concreto de Losa	R&M	m3	S2S2	S2S3	S2S4	S1S1	S1S2		3	2	PROG	Por incumplimiento de actividad predecesora (Colocación de instalaciones)
5.12	Acabado de Losa	R&M	m2	S2S2	S2S3	S2S4	S1S1	S1S2		3	2	PROG	Por incumplimiento de actividad predecesora (Vaciado de losa)
5.13	Desencofrado	R&M	m2										

<b>ANALISIS DE CONFIABILIDAD SEMANAL (EN %)</b>				34.00	26.00	ACR	0	0
				57%	43%			



PROGRAMACION	10
LOGISTICA	0
CONTROL DE CALIDAD	0
EXTERNOS	2
SUPERVISION / CLIENTES	0
ERRORES DE EJECUCION	0
SUBCONTRATOS	0
EQUIPOS	0
ADMINISTRATIVOS	0



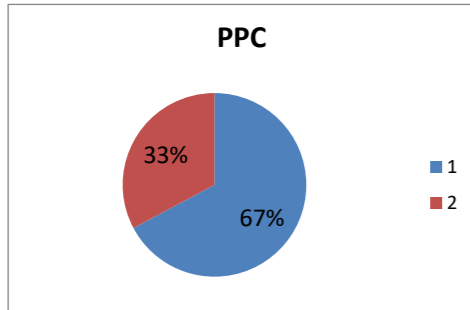
ELABORADO POR: <b>Jordanno Yáñez</b>	APROBADO POR: <b>Ing. Yram Tirado</b>	FIRMA:
---	--	--------

**PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO - QUO**

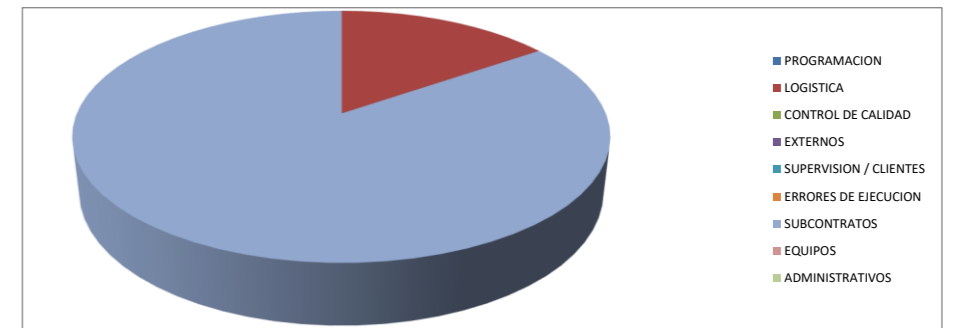
NOMBRE DE PROYECTO <b>QUO</b>			AREA / DPTO <b>PRODUCCIÓN</b>			FECHA <b>viernes, 17 de Mayo de 2019</b>		
CODIGO DE PROYECTO			PROPIETARIO <b>AVITAR</b>			UBICACION <b>CALLE VARSOVIA SURQUILLO</b>		

Item	Descripción de la Actividad	Responsable	Und	SEMANA 20						ANALISIS DE CAUSA RAÍZ			
				Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	N° /	N° X	TIPO	CAUSA DE INCUMPLIMIENTO
<b>5.00</b>	<b>SUPERESTRUCTURA</b>												
5.01	Acero de Verticales	SERPER	kg	P1S1	P1S2	P1S3	P1S4	P2S1		4	1	LOG	Incumplimiento con la llegada de acero de verticales de piso 2 (Aceros Arequipa)
5.02	Colocación de IIEE/IISS	T CONSTRUYE	glb	P1S1	P1S2	P1S3	P1S4	P2S1		4	1	LOG	Por incumplimiento de actividad predecesora (Acero de verticales)
5.03	Encofrado de Verticales	R&M	m2	S1S4	P1S1	P1S2	P1S3	P1S4		3	2	SC	No se completo cuadrilla de encofrado de verticales según dimensionamiento (R&M)
5.04	Concreto de Verticales	R&M	m3	S1S4	P1S1	P1S2	P1S3	P1S4		3	2	SC	Por incumplimiento de actividad predecesora (Encofrado de verticales)
5.05	Encofrado de fondo y 1 costado de Vigas	R&M	ml	S1S3	S1S4	P1S1	P1S2	P1S3		3	2	SC	Por incumplimiento de actividad predecesora (Concreto de verticales)
5.06	Acero de Vigas	SERPER	kg	S1S3	S1S4	P1S1	P1S2	P1S3		3	2	SC	Por incumplimiento de actividad predecesora (Encofrado de vigas)
5.07	Encofrado de 1 costado de Vigas y Losa	R&M	ml	S1S2	S1S3	S1S4	P1S1	P1S2		3	2	SC	Por incumplimiento de actividad predecesora (Acero de vigas)
5.08	Colocación de Viguetas y bovedillas	R&M	glb	S1S2	S1S3	S1S4	P1S1	P1S2		3	2	SC	Por incumplimiento de actividad predecesora (Encofrado de losa)
5.09	Acero de losa	SERPER	kg	S1S2	S1S3	S1S4	P1S1	P1S2		3	2	SC	Por incumplimiento de actividad predecesora (Colocación de viguetas y bovedillas)
5.10	Colocación de IIEE/IISS	T CONSTRUYE	glb	S1S1	S1S2	S1S3	S1S4	P1S1		4	1	SC	Por incumplimiento de actividad predecesora (Encofrado de losa)
5.11	Concreto de Losa	R&M	m3	S1S1	S1S2	S1S3	S1S4	P1S1		4	1	SC	Por incumplimiento de actividad predecesora (Encofrado de losa)
5.12	Acabado de Losa	R&M	m2	S1S1	S1S2	S1S3	S1S4	P1S1		4	1	SC	Por incumplimiento de actividad predecesora (Encofrado de losa)
5.13	Desencofrado	R&M	m2					S3S1		0	1	SC	No ingreso cuadrilla de desencofrado a la obra por falta de SCTR's (R&M)

ANALISIS DE CONFIABILIDAD SEMANAL (EN %)				41.00	20.00	ACR	0	0
				67%	33%			



PROGRAMACION	0
LOGISTICA	2
CONTROL DE CALIDAD	0
EXTERNOS	0
SUPERVISION / CLIENTES	0
ERRORES DE EJECUCION	0
SUBCONTRATOS	11
EQUIPOS	0
ADMINISTRATIVOS	0



ELABORADO POR: <b>Jordanno Yáñez</b>	APROBADO POR: <b>Ing. Yram Tirado</b>	FIRMA:
---	--	--------