

Universidad Católica de Santa María

**Facultad de Arquitectura e Ingenierías Civil y del
Ambiente**

Escuela Profesional de Ingeniería Civil



**ESTUDIO COMPARATIVO DE LA PLANIFICACIÓN DE OBRAS CIVILES
EN DEPÓSITOS DE ALMACENES CUBIERTOS UTILIZANDO EL
MÉTODO DE PLANIFICACIÓN TRADICIONAL Y LA FILOSOFÍA LEAN
CONSTRUCTION – TREN DE ACTIVIDADES EN LA PROVINCIA
CONSTITUCIONAL DEL CALLAO**

Tesis presentada por el Bachiller:

Abarca Alpaca, Richard Omar

para optar el Título Profesional de
Ingeniería Civil

Asesor:

Dr. Díaz Galdós, Miguel Renato

Arequipa - Perú

2022

UCSM-ERP

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
INGENIERIA CIVIL
TITULACIÓN CON TESIS
DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR

Arequipa, 17 de Julio del 2022

Dictamen: 001841-C-EPIC-2022

Visto el borrador del expediente 001841, presentado por:

2008210081 - ABARCA ALPACA RICHARD OMAR

Titulado:

**ESTUDIO COMPARATIVO DE LA PLANIFICACIÓN DE OBRAS CIVILES EN DEPÓSITOS DE
ALMACENES CUBIERTOS UTILIZANDO EL MÉTODO DE PLANIFICACIÓN TRADICIONAL Y LA
FILOSOFÍA LEAN CONSTRUCTION ? TREN DE ACTIVIDADES EN LA PROVINCIA
CONSTITUCIONAL DEL CALLAO**

Nuestro dictamen es:

APROBADO

**2778 - UGARTE CALDERON ENRIQUE ALFONSO
DICTAMINADOR**



**9633 - TORRES ALMIRON JENIFFER CARLA
DICTAMINADOR**



**9727 - MONTOYA VILLANUEVA FILIBERTO RODY
DICTAMINADOR**



Dedicatorias

Esta tesis es dedicada a la linda familia que Dios me regalo, a mis hijos Richard Stefano y Bianca Beatriz que alegran mis días y son la fuente de motivación para cumplir cada uno de mis objetivos. A mi esposa Milagros que me brindó su apoyo, confianza y amor a lo largo de este proceso; que este proyecto realizado sea un paso más para alcanzar todas las metas que nos tracemos como familia. A mis padres Richard y Eva que me acompañaron siempre brindándome aliento constante desde que nací, por sus consejos que forjaron la persona que soy y sobre todo que me dieron la fortuna de tener una carrera y realizarme profesionalmente. A mi hermana Lilians que crecimos juntos y siempre estuvimos apoyándonos en todos los ámbitos de nuestra vida y a mi hermano Gustavo, a pesar que no estés físicamente conmigo, sé que este momento hubiera sido bonito que compartamos juntos, que Dios te tenga en su santa gloria.

También quiero dedicarla a los ingenieros que me formaron a lo largo de estos años y estuvieron presentes para lograr este objetivo y finalmente a mis buenas amistades que brindaron siempre su confianza y lealtad.

Agradecimiento

*Ante todo, le doy gracias a Dios por permitirme
en terminar mi carrera sin ningún percance;
también quiero agradecer a la Universidad
Católica de Santa María por permitirme estudiar
con un excelente grupo de profesionales
con la gran capacidad de enseñar la carrera
que tanto me apasiona;
gracias a cada ingeniero e ingeniera
que estuvo presente en este proceso integral de formación.*

*Un especial agradecimiento al Dr. Miguel Renato Díaz Galdós
y al Mag. Enrique Alfonso Ugarte Calderón por su apoyo
y motivación para la elaboración de la presente tesis.*

RESUMEN

En los últimos años, el cuidado ambiental viene desarrollando un papel importante para el sector minero; donde el almacenamiento de los concentrados de mineral localizado en medio de un sector urbano, se desarrolle de manera adecuada, para que tanto el medio ambiente como la comunidad aledaña no se vea afectada durante la ejecución de sus procesos. Por tanto, el almacenamiento de concentrados de mineral en la provincia constitucional del Callao, dio lugar al incremento de contrataciones para modernizar los depósitos de las empresas logísticas ubicadas en dicho sector.

La metodología de ejecución, es un factor decisivo para determinar el éxito o fracaso del proyecto; donde las pretensiones tanto del contratista como del cliente, pueden verse afectado con el manejo del mismo, debido que el factor tiempo en este tipo de proyecto, es crítico, debido que las funciones de la empresa logística no se paralizan durante la ejecución del proyecto, por tanto, la toma decisiones para desarrollar el trabajo será transcendental para determinar el éxito del proyecto. Por tanto, esta tesis tiene como propósito fundamental brindar un estudio comparativo mediante un ejemplo práctico entre dos diferentes metodologías de planificación del proyecto en mención y brindar la importancia de la planificación previo desarrollo del mismo.

El alcance del proyecto estudiado se viene desempeñando en los depósitos de la industria de almacenamiento de residuos, minerales, materiales contaminantes, etc.; donde para la ubicación de dichos materiales, se encontrarán en un almacén cerrado mediante columnas de concreto armado reforzadas (con la capacidad de resistir posibles colisiones de maquinarias pesadas), que servirán de apoyo a las cargas que distribuirán los elementos metálicos para su cobertura.

Inicialmente se desarrollará la planificación tradicional donde se realizará el cronograma de desarrollo mediante un Diagrama Gantt, los histogramas de recursos (equipos y mano de obra), el cronograma de adquisición de materiales, cronograma valorizados y el estudio de análisis de riesgos; a continuación, se realizará el mismo proceso de desarrollo mediante la planificación aplicando la filosofía Lean Construction empleando tren de actividades.

En la actualidad, se vienen ejecutando los proyectos, en base de la filosofía Lean Construction, la cual se le conoce como “construcción sin pérdidas”, la cual se originó en la década de 1990 mediante la adaptación de las teorías de producción de las grandes fábricas (Lean Production) a la industria de la construcción; sin embargo, la difusión y aplicación en nuestro país, se vienen aplicando de manera ascendentes con resultados alentadores.

La aplicación de la filosofía Lean Construction como metodología de planificación ha desarrollado un control eficiente al momento de ejecutar un proyecto, que respalda los conceptos y herramientas que exponen. Donde las típicas pérdidas que se desenvuelven durante la ejecución de un proyecto, se minimizan y desarrolla un trabajo más eficiente.

La metodología de trabajo denominada TREN DE ACTIVIDADES, método que es parte de la filosofía Lean Construction; es un sistema que ayuda al proyecto minimizar las holguras y plazos de entrega, las cuales requieren un control más minucioso de los rendimientos de trabajo en campo y planifica las siguientes actividades desarrollando una línea de trabajo uniforme de manera repetitiva, logrando los resultados deseados.

Palabras claves: Lean construction, planificación de proyectos, productividad en obras civiles, análisis comparativo.

ABSTRACT

In recent years, environmental care has been playing an important role for the mining sector; where the storage of mineral concentrates located in the middle of an urban sector, is developed adequately, so that both the environment and the surrounding community are not affected during the execution of their processes. Therefore, the storage of mineral concentrates in the constitutional province of Callao gave rise to an increase in contracts to modernize the warehouses of logistics companies located in said sector.

The execution methodology is a decisive factor in determining the success or failure of the project; where the claims of both the contractor and the client can be affected by its management, because the time factor in this type of project is critical, because the functions of the logistics company are not paralyzed during the execution of the project, therefore, making decisions to develop the work will be transcendental to determine the success of the project. Therefore, this thesis has as its fundamental purpose to provide a comparative study through a practical example between two different planning methodologies of the project in question and to provide the importance of planning prior to its development.

The scope of the studied project has been carried out in the warehouses of the waste storage industry, minerals, polluting materials, etc.; where for the location of said materials, they will be in a closed warehouse by means of reinforced concrete columns (with the capacity to resist possible collisions of heavy machinery), which will serve as support for the loads that will distribute the metallic elements for their coverage.

Initially, the traditional planning will be developed where the development schedule will be carried out through a Gantt Diagram, the resource histograms (equipment and labor), the material acquisition schedule, the valued schedule and the risk analysis study; Next, the same development process will be carried out through planning applying the Lean Construction philosophy using a train of activities.

Currently, the projects are being executed, based on the Lean Construction philosophy, which is known as "construction without losses", which originated in the 1990s through the adaptation of the production theories of the large factories (Lean Production) to the construction industry; however, the dissemination and application in our country have been applied in an ascending manner with encouraging results.

The application of the Lean Construction philosophy as a planning methodology has developed an efficient control when executing a project, which supports the concepts and tools that they expose. Where the typical losses that occur during the execution of a project are minimized and a more efficient work is developed.

The work methodology called TRAIN OF ACTIVITIES, a method that is part of the Lean Construction philosophy; It is a system that helps the project to minimize gaps and delivery times, which require a more detailed control of work performance in the field and plans the following activities, developing a uniform line of work in a repetitive manner, achieving the desired results.

Key words: Lean construction, project planning, productivity in civil works, comparative analysis.

INDICE

DICTAMEN APROBATORIO

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

CAPITULO I **1**

1 PLANTEAMIENTO TEÓRICO - OPERACIONAL **1**

1.1.	Introducción	1
1.2.	Título de la Investigación	2
1.3.	Planteamiento del problema.....	2
1.4.	Justificación del Problema	3
1.5.	Objetivos.....	5
1.5.1	Objetivo general.....	5
1.5.2	Objetivo Específico.....	5
1.6.	Hipótesis	5
1.7.	Variables	6
1.7.1	Variable Dependiente.....	6
1.7.2	Variable Independiente	6
1.8.	Campo de Investigación y limitaciones del estudio.....	6
1.9.	Tipo de Investigación.....	7

CAPITULO II **8**

2 MARCO TEÓRICO **8**

2.1.	Definición de gestión de proyecto	8
2.2.	Estrategias para mejorar la productividad.....	8
2.3.	Teorías de Gestión	9
2.3.1	Construcción sin pérdidas (Lean Construction).....	9
2.3.2	Justo a Tiempo (Just in Time).....	10
2.3.3	Teoría de las restricciones.....	11
2.4.	Herramientas de Gestión.....	12
2.4.1	Planificación anticipada de recursos (Look Ahead Planning)	12
2.4.2	Último planificador (Last Planner)	13
2.4.3	Trenes de Trabajo.....	14

2.5.	Estudio de Tiempos y movimientos.....	17
2.6.	Métodos de evaluación y control de planeamiento.....	17
2.6.1	Técnicas de Comparación	17
2.6.2	Evaluación de costo en el tiempo de ejecución.....	20
2.6.3	Control estadístico de procesos.....	21
CAPITULO III		22
3 ANÁLISIS DE LAS MODALIDADES DE TRABAJO DEL PROYECTO		22
3.1.	Alcances del Proyecto.....	22
3.1.1.	Título del proyecto:.....	22
3.1.2.	Objetivo del Proyecto.....	22
3.1.3.	Alcances del Proyecto	22
3.1.4.	Descripción del Proyecto (restricciones y facilidades de trabajo)	22
3.2.	Planificación ejecución del Proyecto	23
3.2.1.	Planificación Tradicional	23
3.2.2.	Planificación mediante metodología del Last Planner System	40
CAPITULO IV		75
4 ANALISIS COMPARATIVO DE LAS MODALIDADES DE TRABAJO DEL PROYECTO		75
4.1.	Análisis de plazos de entrega.....	75
4.2.	Evaluación de costo a través de tiempo de trabajo	77
4.3.	Estudio Comparativo de los Análisis de Riesgos	79
4.4.	Estudio Comparativo de Costos del Proyecto.....	81
4.5.	Comparación del Cronograma Final del Proyecto.....	90
4.6.	Resumen General de la Investigación.....	92
CAPITULO V		93
5. APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE TRENES DE TRABAJO EN PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN CIVIL		93
5.1.	Aplicación de la metodología en proyectos de construcción civil.....	93
5.2.	Análisis de Tiempo – Costo.....	94
5.3.	Análisis de Costo Beneficio.....	95
5.4.	Recomendaciones para la modalidad de trabajo estudiado.....	96
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		98
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		101
ANEXOS		103

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 01: Las restricciones más comunes en un proyecto	12
Ilustración 02: Modelo general de Planificación del proyecto usando LPS (Ballard 2000)	13
Ilustración 03: Tren de trabajo de Partida Limpieza y revestimiento de tuberías de agua 1999	16
Ilustración 04: Proceso tradicional de conversión de una entrada en una salida	17
Ilustración 05: Lean Project Delivery System (Ballard 2008)	18
Ilustración 06: Modelo BIM cimentaciones	24
Ilustración 07: Cuadro de metrados obtenidos del modelo BIM	25
Ilustración 08: Cuadro dimensionamiento de cuadrillas – Programación convencional	26
Ilustración 09: Diagrama de Gantt – Programación convencional	28
Ilustración 10: Cuadro tarea críticas – Programación convencional	29
Ilustración 11: Histograma mano de obra – Programación convencional	30
Ilustración 12: Histograma de equipos – Programación convencional	31
Ilustración 13: Cronograma valorizado adquisición de materiales – Programación convencional	32
Ilustración 14: Cronograma valorizado – Programación convencional	34
Ilustración 15: Cronograma valorizado por recursos – Programación convencional	35
Ilustración 16: Cuadro de riesgos – Programación convencional	37
Ilustración 17: Cuadro evaluación de riesgos – Programación convencional	38
Ilustración 18: Cuadro análisis de riesgos – Programación convencional	39
Ilustración 19: Modelo sectorizado – Programación Last Planner System	42
Ilustración 20: Metrados sectorizados – Programación Last Planner System	42
Ilustración 21: Cuadro dimensionamiento de cuadrillas – Programación Last Planner System	45
Ilustración 22: Cronograma de Obra – Programación Last Planner System	48
Ilustración 23: Trenes de trabajo – Programación Last Planner System	51

Ilustración 24: Look Ahead – Programación Last Planner System	53
Ilustración 25: Histograma mano de obra– Programación Last Planner System	56
Ilustración 26: Histograma de equipos– Programación Last Planner System	57
Ilustración 27: Cronograma valorizado adquisición de materiales – Programación Last Planner System	58
Ilustración 28: Cronograma valorizado diario – Programación Last Planner System	61
Ilustración 29: Cronograma valorizado semanal – Programación Last Planner System	66
Ilustración 30: Cuadro de riesgos – Programación Last Planner System	72
Ilustración 31: Cuadro evaluación de riesgos – Programación Last Planner System	73
Ilustración 32: Cuadro causas de incumplimiento – Programación Last Planner System	74
Ilustración 33: Cuadro comparativo fechas inicio y fin de obra	75
Ilustración 34: Gráfico calendarizado – Programación Last Planner System	75
Ilustración 35: Modelo gráfico calendarizado detallado – Programación Last Planner System	76
Ilustración 36: Cuadro y gráfico de barras de costo por semana – Programación convencional	77
Ilustración 37: Cuadro y gráfico de barras de costo por semana – Programación Last Planner System	78
Ilustración 38: Gráficos comparativos análisis de riesgos	79
Ilustración 39: Cuadro resumen análisis de riesgos	79
Ilustración 40: Valores para realizar el análisis de riesgo	80
Ilustración 41: Resumen gastos fijos del proyecto	82
Ilustración 42: Resumen gastos variables del proyecto – Programación convencional	83
Ilustración 43: Resumen gastos variables del proyecto – Programación Last Planner System	85
Ilustración 44: Resumen presupuestal	87
Ilustración 45: Cuadro resumen ahorro del proyecto	89
Ilustración 46: Cronograma final proyecto	90
Ilustración 47: Cronograma sectorizado – trenes de trabajo	91
Ilustración 48: Análisis tiempo – costo	94

CAPITULO I

1 PLANTEAMIENTO TEÓRICO - OPERACIONAL

1.1. Introducción

La metodología de ejecución, es un factor decisivo para determinar el éxito o fracaso del proyecto; donde las pretensiones tanto del contratista como del cliente, pueden verse afectado con el manejo del mismo, debido que el factor tiempo en este tipo de proyecto, es crítico, debido que las funciones de la empresa logística no se paralizan durante la ejecución del proyecto, por tanto, la toma decisiones para desarrollar el trabajo será transcendental para determinar el éxito del proyecto.

En la actualidad, se vienen ejecutando los proyectos, en base de la filosofía Lean Construction, la cual se le conoce como “construcción sin pérdidas”, la cual se originó en la década de 1990 mediante la adaptación de las teorías de producción de las grandes fábricas (Lean Production) a la industria de la construcción; sin embargo, la difusión y aplicación en nuestro país, se vienen aplicando de manera ascendentes con resultados alentadores.

La aplicación de la filosofía Lean Construction como metodología de planificación ha desarrollado un control eficiente al momento de ejecutar un proyecto, que respalda los conceptos y herramientas que exponen. Donde las típicas perdidas que se desenvuelven durante la ejecución de un proyecto, se minimizan y desarrolla un trabajo más eficiente.

La metodología de trabajo denominada TREN DE ACTIVIDADES, método que es parte de la filosofía Lean Construction; es un sistema que ayuda al proyecto minimizar las holguras y plazos de entrega, las cuales requieren un control más minucioso de los rendimientos de trabajo en campo y planifica las siguientes actividades desarrollando una línea de trabajo uniforme de manera repetitiva, logrando los resultados deseados.

A continuación, se realizará la planificación y programación de un proyecto de obras civiles, la cual se vienen desempeñando en los depósitos de la industria de almacenamiento de residuos, minerales, materiales contaminantes, etc.; donde para la ubicación de dichos materiales, se encontrarán en un almacén cerrado mediante columnas de concreto armado reforzadas (con la capacidad de resistir posibles colisiones de maquinarias pesadas), que servirán de apoyo a las cargas que distribuirán los elementos metálicos para su cobertura.

1.2. Título de la Investigación

“ESTUDIO COMPARATIVO DE LA PLANIFICACIÓN DE OBRAS CIVILES EN DEPÓSITOS DE ALMACENES CUBIERTOS UTILIZANDO EL MÉTODO DE PLANIFICACIÓN TRADICIONAL Y LA FILOSOFÍA LEAN CONSTRUCTION – TREN DE ACTIVIDADES EN LA PROVINCIA CONSTITUCIONAL DEL CALLAO”

1.3. Planteamiento del problema

Las principales metodologías de trabajo que se utiliza en la actualidad para la ejecución de un proyecto, es para optimizar los recursos para generar mayores utilidades, donde los factores de calidad, tiempo y costo son los factores determinantes para el éxito de todo proyecto.

Actualmente los proyectos de construcción civil, tienen la necesidad de trabajar en plazos reducidos y alcanzar objetivos determinados con medios limitados; a diferencia de épocas anteriores, en los cuales los proyectos podían tomar varios años y utilizar en demasía los recursos. Ello ha conllevado a que el área de la gestión y administración en la construcción deba ser más eficiente para obtener proyectos con bajos costos, adecuada calidad y un plazo de ejecución óptimo.

Por tanto, las herramientas de gestión que presenta la metodología de trabajo de construcción sin pérdidas (Lean Construction), es una nueva manera de aplicar la gestión de producción en la industria de construcción; donde su objetivo es usar los recursos de manera óptima para cumplir los plazos pactados con el cliente.

Ya en el proceso mismo de ejecución, la forma de llevar el planeamiento en las fases de programación y control, ha determinado la concientización de cumplir las metas de corto, mediano y largo plazo; donde la adquisición de recursos en el tiempo determinado y el control de los rendimientos durante su ejecución; se logra a través de una propuesta de administración de proyectos conocida como Lean Construction.

Para el cumplimiento de dicha metodología han sentido la necesidad de utilizar conjuntamente diferentes herramientas que se relacionan, como Last Planner, Just in time entre otros.

El tren de actividades hoy en día, viene desarrollando un control de obra más certero, generando resultados alentadores, debido de la reducción de holguras durante su ejecución y su modelo de repetitivo de actividades, que optimiza rendimientos en el mismo personal obrero y que garantiza los tiempos de entrega al cliente; factor que en la actualidad, ha creado un grado de desconfianza al momento de ejecutar un proyecto

Mediante un ejemplo práctico, se realizará un estudio comparativo donde la planificación de actividades convencional con una planificación de secuencia escalonada de actividades (tren de trabajo), donde se realizará la evaluación de uso de recursos (mano de obra, materiales y equipos).

1.4. Justificación del Problema

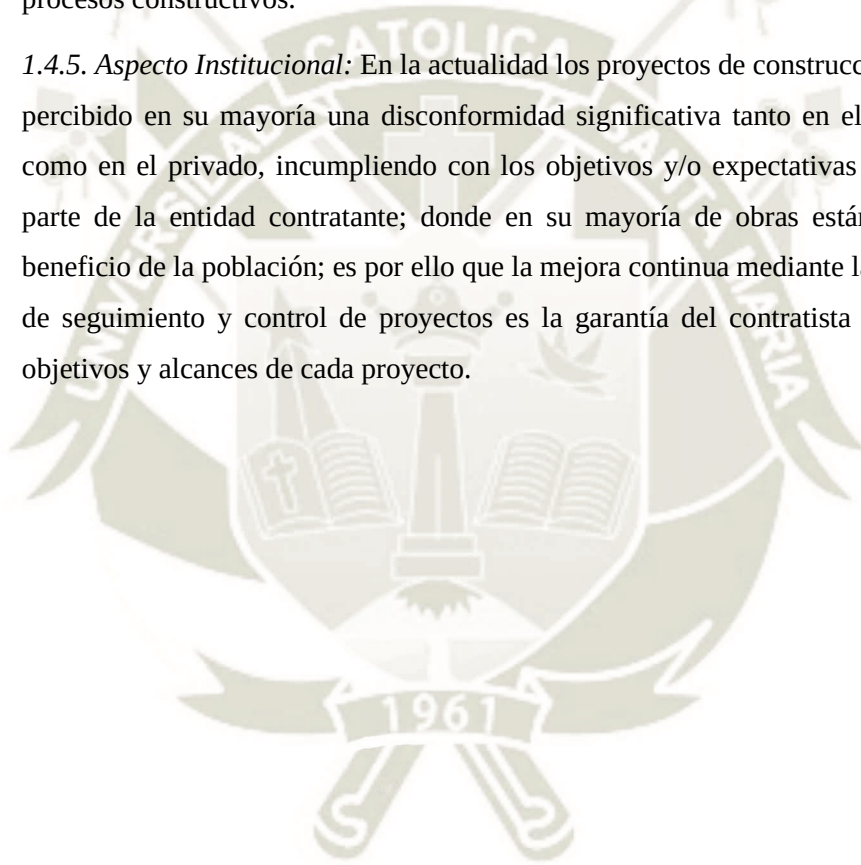
1.4.1. Aspecto social: El retraso de la entrega de trabajos es un factor que genera pérdidas, en el caso de obras privadas ocasionan el descontento del cliente al presenciar que la inversión realizada para generar un bien y/o retorno del mismo, no cumple en el tiempo planificado del contratante, provocando que el crecimiento del cliente se vea afectado. En tanto en el caso de obras públicas se ve afectada la población, debido a la incomodidad que genera durante la ejecución del proyecto junto los posibles daños que pudiesen presentarse debido a dichos retrasos; todo ello ha generado la desconfianza al momento de la contratación de la entidad ejecutora.

1.4.2. Aspecto Ambiental: Diversos proyectos de construcción civil se vienen ejecutando para la mejora del medio ambiente, donde el tiempo para mitigar los posibles contaminantes al suelo, aire, entre otros; es imperativo intervenirlos en el tiempo que demande el estudio de impacto ambiental, donde el control y cumplimiento de los plazos tienen que respetarse para evitar un mayor daño a la sociedad y a los ecosistemas involucrados.

1.4.3. Aspecto Económico: En los proyectos de construcción, el aspecto económico puede verse altamente afectado por el incumplimiento de los plazos, es por ello que la planificación y la estrategia son los factores decisivos para alcanzar los objetivos tanto para el cliente como para el contratista; por tanto, si el tiempo se dilata este generará mayores gastos generales, afectando directamente al costo del proyecto; provocando pérdidas económicas.

1.4.4. Aspecto Tecnológico: Entre las fases que se desarrolla el plan de trabajo, planificación de actividades y la adquisición de recursos; es donde radica el factor definitivo del buen proceso de ejecución para lograr los alcances y objetivos que el proyecto demanda; y así satisfacer las necesidades de los entes involucrados. Es así que la fase de evaluación de la planificación del proyecto, es donde las variables de costo, calidad y productividad; deben proyectarse para manejar de manera adecuada para maximizar el valor ofrecido al cliente y así minimizar los residuos producto de los procesos constructivos.

1.4.5. Aspecto Institucional: En la actualidad los proyectos de construcción civil se han percibido en su mayoría una disconformidad significativa tanto en el sector público como en el privado, incumpliendo con los objetivos y/o expectativas planteados por parte de la entidad contratante; donde en su mayoría de obras están destinadas al beneficio de la población; es por ello que la mejora continua mediante las herramientas de seguimiento y control de proyectos es la garantía del contratista para lograr los objetivos y alcances de cada proyecto.



1.5. Objetivos

1.5.1 Objetivo general

El presente proyecto tiene como objetivo general **realizar el estudio comparativo utilizando la planificación tradicional y la filosofía Lean Construction bajo la modalidad de Trenes de Trabajo**, por medio de un ejemplo práctico empleado en el proyecto: “TECHADO ZONAS 02 Y 03 - OBRAS CIVILES - CALLAO”

1.5.2 Objetivo Específico

El presente proyecto tiene como objetivos específicos los siguientes puntos:

- Dar a conocer la importancia y el impacto que tiene la productividad, dentro de los procesos constructivos.
- Exponer e implementar el sistema del último planificador como medio para lograr los objetivos de productividad.
- Se realizará la planificación considerando la modalidad de trabajo convencional y la filosofía Lean Construction, considerando trenes de trabajo.
- Evaluación del costo del proyecto a través del tiempo durante la ejecución del mismo de ambas metodologías.
- Generar fechas de pre-entregas al cliente.
- Finalmente se realizará un estudio comparativo entre ambas metodologías de trabajo para tener conocimiento cuál es el trabajo más efectivo.

1.6 Hipótesis

El análisis de la filosofía Lean Construction bajo la metodología de trabajo de Trenes de actividades, tiene una alta probabilidad de ser utilizada en proyectos de construcción civil a ejecutarse, donde reduce sus holguras, optimiza sus tiempos de ejecución, reduce pérdidas y cumple con las metas deseadas por el cliente y el contratista en corto, mediano y largo plazo.

1.7 Variables

1.7.1 Variable Dependiente

Método de planificación convencional, pérdidas típicas de un proyecto de construcción civil.

1.7.2 Variable Independiente

Planificación sin pérdidas, reducción tiempo y costo mediante metodología Lean Construction – Tren de actividades.

1.8 Campo de Investigación y limitaciones del estudio

Campo de Investigación: En el presente estudio se desarrollará la metodología Lean Construction aplicando trenes de trabajo en un proyecto de obras civiles, donde se realizará el análisis de gestión, programación, análisis de riesgos y control de proyectos; analizando un enfoque comparativo con la programación tradicional.

Limitaciones del estudio: Por otro lado, este estudio, así como las recomendaciones y conclusiones presentadas enfocan el tren de actividades donde el desarrollo de cada actividad es considerable para armar diferentes cuadrillas independientes de trabajo; pero para proyectos que sus diferentes actividades tienen un desarrollo limitado, no podría aplicarse la misma,

Es por ello, cabe señalar que este estudio práctico busca ser una guía de aplicación para el desarrollo de diferentes proyectos que puedan planificarse con actividades de ejecución continua, donde la ejecución pueda congeniar con las necesidades del cliente, y pueda establecer un tipo de ejecución fluida en las diferentes áreas de trabajo y de intervención, debido a las actividades de trabajo paralelo, garantizando el éxito del proyecto para las partes involucradas

En el desarrollo del presente estudio para la obtención de los rendimientos para ambas metodologías de cada actividad, fueron tomados por el instituto de Cámara Peruana de la Construcción (CAPECO) donde los mismos pueden ser mejorados por una empresa ejecutora especialista (know how); por tanto, la toma de rendimientos es referencial para realizar el estudio donde su enfoque comparativo es hallar el porcentaje de beneficio a favor del proyecto en el aspecto económico, gestión, ejecución, cumplimiento y planificación.

En el campo de investigación del proyecto estudiado, cuenta con restricciones críticas por la ubicación del mismo, los cuales poseen una alta demanda de tránsito vehicular; donde puede afectar la planificación de ambas modalidades directamente; por ejemplo, los días programados de vaciados críticos y/o el suministro de materiales incidentes. Cabe resaltar que esta limitante es un factor ajeno al proyecto, sin embargo, es un punto altamente crítico y constante que puede afectar la ruta crítica, por ende, incurrir en retrasos.

De acuerdo a los alcances del ejemplo práctico del proyecto, donde detalla el tipo de acabados de la reparación de losas (acabado semipulido); las cuales fueron diseñadas para evitar que la superficie presente porosidad y el mineral almacenado quede impregnado en dicha área; demanda que su proceso constructivo determine que en el post vaciado espere que la superficie alcance su fragua óptima para proceder con el alisado; por ende, la programación de vaciado de la reparación de losas obliga que se programe a primeras horas de la mañana junto con el slump óptimo, para que al momento de ejecutar el acabado, este no demande un número alto de horas hombre; por lo tanto, esta restricción no sólo depende de la liberación de la partida anterior (colocación de acero); sino también de la buena calidad del concreto y el tráfico fluido al momento del ingreso de los camiones mixer. Estos limitantes aplica para ambas modalidades de trabajo.

En la planificación y ejecución de los proyectos de construcción civil en todo el país; suelen estar sujetos al cambio climático debido a la extensa geografía que posee el territorio nacional; por ende, el uso de aditivos tiene que usarse de manera eficiente, donde las mismas no afecten las actividades posteriores a su uso; en el ejemplo práctico de estudio, el uso del aditivo semirrígido tiene que aplicarse en un adecuado ambiente sin presencia de humedad. Dado que el objetivo del estudio es reducir las holguras; el esperar al secado para el uso del aditivo puede provocar horas muertas previo a su ejecución.

La planificación de los trenes de trabajo y el desarrollo del plan maestro, considera el uso de sectores de manera escalonada donde llegará a una etapa que alcanzará un porcentaje alto de toma de áreas; si bien es cierto que a corto y mediano plazo se liberen los primeros sectores; este plan tiene que ser aprobado por el cliente; sin ello el tren de actividades no podrá realizarse y la optimización de recursos quedaría limitado

1.9 Tipo de Investigación

Investigación Analítica Comparativa

CAPITULO II

2 MARCO TEÓRICO

2.1. Definición de gestión de proyecto

La gestión de proyecto es el uso de los conocimientos, habilidades, técnicas, procesos de planificación y control necesarios para ejecutar proyectos de manera eficaz y eficiente.

Se trata de una competencia estratégica para organizaciones, que les permite vincular los resultados de un proyecto con las metas comerciales para posicionarse mejor en el mercado. (PMI, 2013).

El tiempo, el costo y la calidad se consideran, a menudo, como criterios de éxito de los proyectos. En la mayoría de los casos, no es posible maximizar ni minimizar estos criterios, y el objetivo del gerente de proyecto es alcanzar un equilibrio satisfactorio de los tres. (Wallace, 2014).

2.2. Estrategias para mejorar la productividad

La productividad en la construcción puede definirse como la medición de la eficiencia con que los recursos son administrados para completar un proyecto específico, dentro de un plazo establecido y con un estándar de calidad dado (Serpell, 1999). Por lo tanto, para el logro de la productividad, la coordinación y programación pertinente, alcanzará los objetivos trazados para el proyecto.

Según Botero Botero & Alvarez Villa, 2004: Las diferentes etapas para el mejoramiento, requieren la realización de distintas actividades el proyecto:

- **Medición de la productividad**, realizada mediante la toma de datos y su posterior procesamiento y análisis estadístico. Para se utilizan formatos diseñados para tal fin, denominados *formulario de muestreo general del trabajo*.
- **Evaluación de la productividad**, utilizando los datos obtenidos para diagnosticar la situación de la obra identificando los problemas. De esta forma se puede determinar el plan de acción a seguir una vez evaluadas las diferentes alternativas.
- **Implementación de planes de mejoramiento**, formulando estrategias y acciones de mejoramiento, con seguimiento permanente para evaluar la eficacia y los resultados obtenidos.

2.3. Teorías de Gestión

2.3.1 Construcción sin pérdidas (Lean Construction)

Lean es una filosofía de negocio, no sólo un conjunto de herramientas o método para la mejora. Esta filosofía de negocio se deriva de las experiencias de Toyota y en particular de su sistema de producción de Toyota (TPS). El objetivo es reducir el desperdicio en todos los procesos. El resultado es la reducción de costos y tiempo de entrega, así como un aumento en la calidad. (Moujib, 2007)

El modelo Lean es un modelo de flujos que considera actividades como inspecciones, transporte y esperas. Su objetivo es cuantificar dichas pérdidas para después eliminarlas.

Busca reducir al máximo o eliminar el Trabajo no Contributorio (TNC), minimizar el Trabajo Contributorio (TC) y maximizar el Trabajo Productivo (TP), de tal manera, optimizar la productividad.

2.3.1.1 Trabajo productivo (TP)

Es el trabajo que aporta en forma directa a la producción y al eficaz cumplimiento de las actividades del proyecto en el tiempo correcto.

Involucra el tiempo empleado por los trabajadores para ejecutar las unidades de construcción principales.

El trabajo productivo corresponde al cumplimiento de los objetivos de las partidas analizadas en el proyecto; por lo tanto, debe ser monitoreado correctamente, ya que, si una actividad no es ejecutada en el tiempo previsto, puede generar retrasos y por lo tanto pérdidas.

El Last Planner System utiliza herramientas para el control de las unidades de producción y del flujo de trabajo como programación por trenes de trabajo, ratios de productividad, herramientas BIM, y más, buscando optimizar el tiempo de trabajo productivo y reducir las actividades que no generen valor y que impliquen una pérdida.

Algunos ejemplos de trabajo productivo, son: la colocación de la armadura de refuerzo, el vaciado de concreto en una losa, la colocación de ladrillos o bloques de concreto, etc.

2.3.1.2 Trabajo Contributorio (TC)

Es el trabajo que engloba los procesos necesarios para que se pueda realizar el trabajo productivo.

Corresponde al tiempo en que los trabajadores se encuentran realizando actividades de apoyo.

Este trabajo es esencial para poder llevar a cabo el trabajo productivo; por lo que se debe prever que exista la cantidad adecuada de recursos.

Para una adecuada producción, se debe minimizar al máximo el trabajo Contributorio para poder incrementar el trabajo productivo.

Algunos ejemplos son las mediciones previas, lectura de planos, el acarreo de materiales, la limpieza del terreno, el encofrado de los elementos verticales u horizontales, etc.

2.3.1.3 Trabajo no Contributorio (TNC)

El trabajo no Contributorio o Improductivo involucra tareas realizadas por los trabajadores que disminuye el tiempo disponible para realizar trabajos productivos o Contributorios.

Es cualquier actividad ejecutada por los obreros o personal directamente activo en la actividad, que no genera valor ni avance en el proyecto, pero implica costos. Estas actividades son consideradas como pérdidas; sobre ellas se debe actuar oportunamente para mejorar la productividad y reemplazarlas por actividades que sí produzcan un valor.

En esta categoría de trabajo se considera los tiempos orientados a esperas, tiempo ocio, reprocesos, descansos, etc (Herrera Magno & Sanchez Rojas, 2016).

2.3.2 Justo a Tiempo (Just in Time)

La técnica Just in Time implica hacer sólo lo que se necesita, cuando se necesita, y en la cantidad necesaria.

Es una filosofía que permite la producción de productos de calidad, de manera eficiente a través de la eliminación completa de residuos, inconsistencias y requisitos irrazonables en la línea de producción (conocidos respectivamente en japonés como muda, mura, muri) (TOYOTA, 2021).

Dentro de los cinco principios fundamentales para la filosofía LEAN está el principio del uso de sistemas PULL para evitar producir en exceso. El propósito de implementar los sistemas PULL está directamente relacionado con la filosofía Just in Time, debido a que busca producir de acuerdo a una demanda real y no a pronósticos.

El ideal de flujo es el flujo pieza a pieza con inventarios cero y fabricados al ritmo que marca el cliente. (Toledano de Diego, Mañes Sierra, & García, 2009)

2.3.3 Teoría de las restricciones

La Teoría de las Restricciones o TOC (por sus siglas en inglés Theory of Constraints) o también conocida como Teoría de las Limitaciones, se basa en que todo sistema productivo siempre tiene, al menos, un cuello de botella, o un eslabón más débil en la cadena, y su determinación es crucial para actuar sobre él, ya que este cuello de botella es el que marcará el ritmo productivo de la cadena. (Lean Manufacturing 10, 2021).

Es una metodología para identificar el factor limitante o restrictivo más importante que se interpone en el camino de lograr un objetivo y luego mejorarlo sistemáticamente hasta que deje de ser una restricción (VORNE, 2019).

La Teoría de las Restricciones (TOC) desarrollada por el Dr. Eliyahu Goldratt propone un sistema de Proceso de Mejora Continua que consiste en los “Five Focusing Steps”:

- Determinación de las limitaciones del sistema o cuellos de botella del proceso productivo
- Hacer mejoras rápidas en el rendimiento de la restricción utilizando recursos existentes
- Subordinar el resto de decisiones a esta limitación.
- Elevar la restricción, considerar que otras medidas se pueden tomar para generar producción como invertir capital.
- Repetir el proceso para identificar las siguientes restricciones ya que los cinco pasos de enfoque son un ciclo de mejora continua



Ilustración 01: Las restricciones más comunes en un proyecto (Master of Project Academy, 2017)

2.4. Herramientas de Gestión

2.4.1 Planificación anticipada de recursos (Look Ahead Planning)

Los componentes integrados del último planificador son: el plan maestro, la planificación de fases, la planificación anticipada, semanal, la planificación del trabajo, el porcentaje de promesas cumplidas a tiempo PPC y las razones del trabajo inconcluso.

La planificación anticipada sirve para múltiples propósitos. En primer lugar, ayuda a configurar el flujo de trabajo en la mejor secuencia posible y a la velocidad más rápida posible para cumplir los objetivos del proyecto. En segundo lugar, hace que el planificador piense en las actividades con un nivel de detalle en el que la mano de obra y los recursos relacionados se pueden adaptar al flujo de trabajo y el trabajo se puede asignar a los grupos de trabajo. En tercer lugar, ayuda a identificar con bastante antelación qué recursos deben estar disponibles en el sitio o deben llegar en un futuro próximo para que ese trabajo sea ejecutable. Utilizando los procedimientos de selección adecuados, se da lugar a una actualización periódica de las asignaciones para cada supervisor y personal. En cuarto lugar, permite que el trabajo altamente interdependiente se agrupe, por lo que el método de trabajo puede planificarse para toda la operación. En quinto lugar, ayuda a identificar operaciones que deben planificarse conjuntamente por múltiples operaciones. (Tommelein & Ballard, 1997)

2.4.2 Último planificador (Last Planner)

Una de las técnicas Lean más conocidas es el Last Planner System, que ha demostrado ser una herramienta muy útil para la gestión del proceso de construcción, y el monitoreo continuo de la eficiencia de planificación, para ayudar a desarrollar la previsión, suavizando las variaciones del flujo de trabajo, y reduciendo/eliminando las incertidumbres que afectan a los procesos de construcción.

Consiste en control de flujo de trabajo y control de unidad de producción.

El control del flujo de trabajo se realiza principalmente a través del proceso prospectivo, mientras que el control de la unidad de producción se realiza principalmente a través de la planificación semanal del trabajo.

Mossman definió al último planificador como un sistema para gestionar colaborativamente la red de relaciones y conversaciones requeridas para la coordinación del programa, la planificación de la producción y la ejecución de proyectos. Pretende desplazar el foco de control de los trabajadores hacia el flujo de trabajo que los vincula entre sí.

Los dos objetivos principales del LPS son mejorar las asignaciones a los trabajadores directos a través del aprendizaje continuo y las acciones correctivas y hacer que el trabajo fluya a través de las unidades de producción en la mejor secuencia y tasa alcanzables. (Fayek Aziz & Mohamed Hafez, 2013)



Ilustración 02: Modelo general de Planificación del Proyecto usando LPS (Ballard 2000)

El modelo del Last Planner System busca convertir una planificación insegura en una planificación confiable mediante la aplicación de trenes de trabajo.

Los trenes de actividades, también conocidos como trenes de trabajo, son una de las herramientas de la filosofía LPS en la que se aplica un flujo de proceso que debe ser continuo.

2.4.3 Trenes de Trabajo

El tren de actividades es una herramienta que ayuda a los Ingenieros de Producción a esquematizar y administrar el detalle de la secuencia constructiva de estos elementos o partidas.

Según GyM, 2008: Este tipo de programación convierte todas las actividades en críticas, a diferencia del tradicional CPM, en el que al tomarse una sola ruta crítica se está considerando que existen holguras para otras actividades que a la larga se convierten en “pérdidas”. Cabe mencionar que existe el peligro que, al no contar con holguras, cada retraso de una actividad genere atraso al resto de actividades. Por ello, para su aplicación se prefieren Proyectos con poca variabilidad.

La metodología para elaborar un tren de actividades es la siguiente:

- Sectorizar el área de trabajo en pequeños sectores que puedan ser contruidos en un día de trabajo, de manera de conseguir repetición en los trabajos y aprovechar las ventajas de la curva de aprendizaje. La idea es que un grupo que trabaja en un sector pueda lograr una repetición del trabajo equivalente al número de sectores totales. La cantidad de trabajo debe ser equivalente en cada sector.
- Listar claramente las actividades que conforman el trabajo que se va a ejecutar en cada sector.
- Secuenciar las actividades previamente listadas de modo que se cubran todos los sectores de trabajo.
- Se incluirán buffers en función a la variabilidad de las actividades. Siempre se tiene que tomar en cuenta que la duración del tren debe encajar dentro de los hitos del plan general. De no encajar, revisar la secuencia constructiva diaria, y ver la manera de ajustarla. Tal vez sea necesario, por ejemplo, disponer de mayor cantidad de equipos, o de mayor cantidad de obreros.

- Dimensionar la cantidad de obreros y de equipos necesario, considerando
- Metrados de cada sector (del más representativo)
- Velocidad de avance de cada cuadrilla básica
- Número de cuadrillas básicas para que las actividades se ejecuten en 1 sólo día (en lo posible).



		V	S	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	L	M
	Actividad	24-Sep	25-Sep	27-Sep	28-Sep	29-Sep	30-Sep	01-Oct	02-Oct	04-Oct	05-Oct	06-Oct	07-Oct	08-Oct	09-Oct	11-Oct	12-Oct
1	Tirazo, corte y rotura de ventanas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
2	Excavación de ventanas		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
3	Tendido de redes provisionales		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
4	Corte de tubería e instalación de tapones (operativo)			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
5	Retiro de medidores			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
6	Limpieza mecánica (turno de noche)			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
7	Obstrucciones (por probador)				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
8	Revestimiento					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
9	Desinfección (incluye empalmes secos)						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
10	Empalme a red original (operativo)							1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	Reposición de medidores							1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
12	Mobilización de redes provisionales								1	2	3	4	5	6	7	8	9
13	Rellenoy compactación								1	2	3	4	5	6	7	8	9
14	Resanes de concreto									1	2	3	4	5	6	7	8
15	Resanes de asfalto en caliente										1	2	3	4	5	6	7
16	Limpieza y eliminación de desmonte																

Ilustración 03: Tren de trabajo de Partida Limpieza y revestimiento de tuberías de agua año 1999 Fuente: (GyM, 2008)

2.5. Estudio de Tiempos y movimientos

El estudio de tiempos y movimientos es una herramienta para la medición del trabajo utilizada con éxito desde finales del Siglo XIX, cuando fue desarrollada por Frederick Winslow Taylor.

Estudio de tiempos: actividad que implica establecer un estándar de tiempo permisible para realizar una tarea determinada, con base en la medición del contenido del trabajo, consideración de la fatiga y los retrasos inevitables.

Estudio de movimientos: análisis cuidadoso de los diversos movimientos que efectúa el equipo al ejecutar un trabajo. (Niebel, 1996)

2.6. Métodos de evaluación y control de planeamiento

2.6.1 Técnicas de Comparación

- *Modalidades de trabajo del proyecto: Modelos de producción.*
- *Modelo Tradicional:* Este método conocido como CPM-PERT consiste en la representación del plan de un proyecto a través de un diagrama esquemático o red que bosqueja tanto la secuencia y la interrelación de todos los componentes del proyecto como el análisis lógico y la manipulación de dicha red para determinar el mejor programa general de operación. (Niebel, 1996).

La red está orientada por actividades representadas por flechas que llegan a cada nodo indicados por círculos que representan un evento.

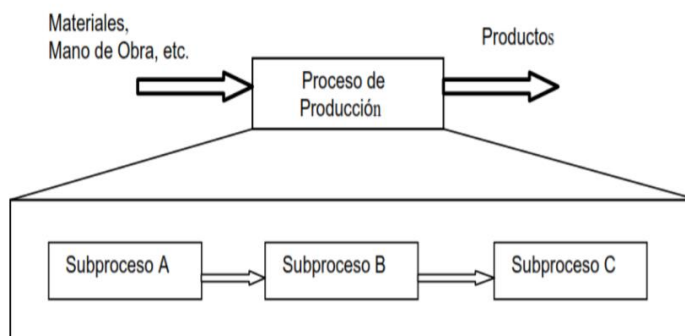


Ilustración 04: Proceso tradicional de conversión de una entrada en una salida
(Castro Encalada & Pajares Herrera, 2014)

Este modelo solo considera un flujo de conversión que consiste en entradas, proceso de producción y salidas, por lo que no considera varios puntos como la variabilidad, los procesos de soporte y perdidas que puedan presentarse (Castro Encalada & Pajares Herrera, 2014).

- **Modelo Lean:** Un sistema de gestión enfocado a lean tiene un paso intermedio entre el planeamiento y la ejecución, el cual consiste en asegurar que lo planeado se lo más cercano y real a lo ejecutado y además tener en consideración el impacto de la variabilidad y mitigarla.

Se trata de un enfoque por etapas que comprende la definición del proyecto, el diseño, el suministro, el montaje o ejecución y el uso y mantenimiento posterior del edificio, instalaciones o infraestructura. El control de la producción, la estructuración del trabajo y el aprendizaje es algo que ocurre continuamente a lo largo de todo proyecto y cada fase contiene actividades e hitos que deben cumplirse a medida que este avanza.

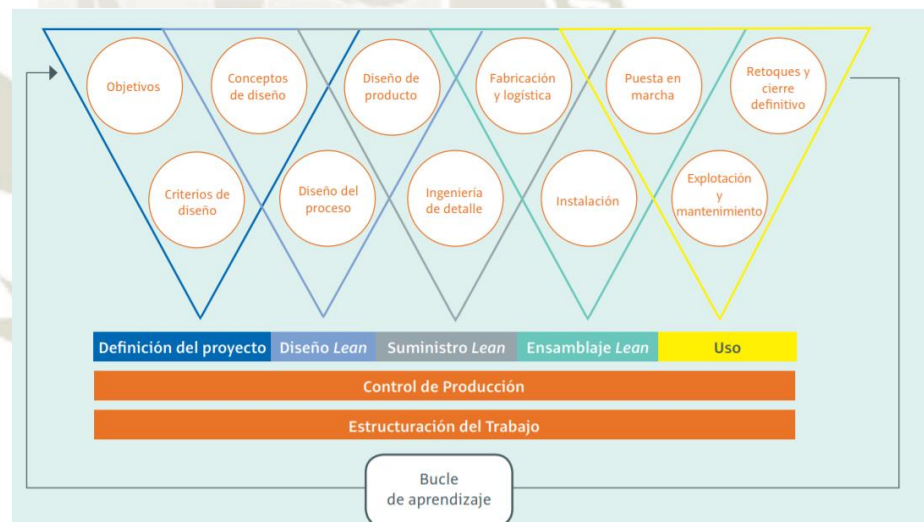


Ilustración 05: Lean Project Delivery System (Ballard 2008)

Para determinar los beneficios que conlleva la aplicación de la metodología Lean, es necesario estudiar previamente las diferencias que involucra la planificación convencional y la planificación por trenes de trabajo. Según Pons, J. (2014) se muestra en el siguiente cuadro un resumen de las diferencias entre ambos modelos de planificación.

	Modelo Tradicional	Modelo Lean
<u>Sistema operativo</u>	Camino Crítico	Last Planner System
	Sistema Push	Sistema Pull
	Transformación de procesos e información	Transformación, flujo de valor y generación de valor
	Ejecución de actividades lo más pronto posible	Ejecución de las actividades en el último momento responsable
	Focalización de las transacciones y contratos	Focalización en el sistema de producción
<u>Acuerdos y términos comerciales</u>	Transaccional. Fomenta el esfuerzo unilateral, asigna y transfiere el riesgo	Anima, fomenta, promueve y apoya el intercambio de información
<u>Riesgo</u>	Riesgo individual	Riesgo colectivo. Compartido apropiadamente
<u>Aprendizaje</u>	Conocimientos adquiridos: “solo los necesarios”; información acaparada y retenida, silos de conocimiento y habilidades	Aportación de conocimiento y habilidades al principio; información abiertamente compartida; confianza mutua y respeto entre las partes interesadas
<u>Diseño y procesos</u>	No todas las etapas del ciclo de vida del proyecto se tienen en cuenta en la fase de diseño	Todas las etapas del ciclo de vida del proyecto se tienen en cuenta en la fase de diseño
	Una vez que el proyecto está diseñado empieza el diseño de procesos	El proyecto y los procesos se diseñan de manera conjunta
<u>Proceso</u>	Lineal, inequívoco, segregado	Concurrente y multinivel
<u>Relación con proveedores y partes interesadas</u>	Los intereses de las partes interesadas no están alineados	Los intereses de las partes interesadas están alineados
	Jerarquizado / Mando y control	Colaborativo / Autoridad distribuida
<u>Comunicación</u>	Basada en papel, 2 dimensiones, analógico	Medios digitales, virtuales, BIM (3,4 y 5 dimensiones)

Análisis de plazos de entrega

Al utilizar el sistema del último planificador como sistema de planificación y ejecución se tiene ventajas sustanciales, como la cantidad de tiempo que se ahorra a la hora de ejecutar la

obra, esto se debe a que se tiene un mayor control de todas las partes que intervienen en el proceso (diseños, materiales, mano de obra, herramientas, equipo y proveedores entre otros.)

Al tener un mayor control de todas las partes que involucran, y al darle seguimiento semanal a los mismos, es donde se puede obtener la seguridad de la continuidad del proceso, puesto que se está al tanto de que hay que estar liberando las restricciones para que no exista ningún retraso o en su defecto, minimizar el retraso.

Esto hace también que se tenga presente qué restricciones están libres, y por consiguiente qué trabajos se pueden ir adelantando durante el proceso.

En cambio, al utilizar una metodología tradicional, se ve de manera superficial las tareas del proceso a ejecutarse, sin hacer un análisis a fondo sobre los problemas a solucionarse. El proceso no va de acuerdo a un análisis de acuerdo a lo que se debe hacer y a lo que se puede hacer. (Aguilar Barillas, 2010)

2.6.2 Evaluación de costo en el tiempo de ejecución

Según Díaz Galdos (2018) al emplear el sistema de gestión basado en el modelo Lean, se logrará:

- Reducir los tiempos de ejecución
- Optimizar el empleo de los recursos
- Reducir costos directos.
- Mayor productividad
- Mayor utilidad para los inversionistas

Para demostrar estas ventajas serán necesarios distintos estudios comparativos dentro del alcance de la presente tesis:

- *Estudio Comparativo de los Análisis de Riesgos*
- *Estudio Comparativo de Costos del Proyecto*
- *Estudio Comparativo del Cronograma Final del Proyecto*

2.6.3 Control estadístico de procesos

Consiste en la aplicación de técnicas estadísticas para determinar si el resultado de un proceso concuerda con el diseño del producto o servicio correspondiente. Las herramientas conocidas como gráficas de control se usan en este proceso para detectar la elaboración de productos o servicios defectuosos; o bien, para indicar que el proceso de producción se ha modificado y los productos o servicios se desviarán de sus respectivas especificaciones de diseño a menos que se tomen medidas para corregir esa situación. También suele utilizarse con el propósito de informar a la gerencia sobre los cambios introducidos en los procesos que hayan repercutido favorablemente en la producción resultante de dichos procesos. (Carro Paz & Gonzales Gomez, 2012).



CAPITULO III

3 ANÁLISIS DE LAS MODALIDADES DE TRABAJO DEL PROYECTO

3.1. Alcances del Proyecto

3.1.1. Título del proyecto:

“Techado de Zonas 02 y 03 – Obras Civiles – Callao”

3.1.2. Objetivo del Proyecto

Debido a la iniciativa privada para la construcción y operación del nuevo Terminal de Embarque de Concentrados de Minerales en el Terminal Portuario del Callao (TCSA); se tiene la necesidad de adecuar y modernizar su depósito actual de concentrados asistiendo al compromiso con el medio, presenta el proyecto “Techado Zonas 02 y 03 - Obras Civiles - Callao”; en el departamento de Lima, Provincia Constitucional del Callao.

En el proceso de modernizar los almacenes constará en concentrar los minerales de manera de aislar el depósito con el medio ambiente (suelo, aire, etc.). Por tanto, la necesidad de la reparación de sus losas y el techado de sus depósitos dio lugar al proyecto.

3.1.3. Alcances del Proyecto

Las actividades a desarrollarse y las áreas de entrega de trabajos, se aplicarán mediante la aprobación del plan de trabajo, las cuales detallará la intervención de las áreas junto con la descripción de las cuadrillas e insumos previamente aprobados por el control de calidad para garantizar el buen funcionamiento del proyecto.

3.1.4. Descripción del Proyecto (restricciones y facilidades de trabajo)

El presente proyecto comprende el alcance de obras civiles, requeridas para la construcción de estructuras que serán objeto de bases o soportes de concreto armado, para el posterior techado de las diversas zonas a intervenir en este proyecto.

A la par se desarrollarán la reparación de las losas de concreto existentes, las cuales en su mayoría fueron maltratadas por los trabajos de equipos pesados junto con dimensiones, diseño y materiales no acordes a la realidad de las actividades del presente.

3.2. Planificación ejecución del Proyecto

3.2.1. Planificación Tradicional

La organización de las actividades a realizarse en una obra civil, es imprescindible para el desenvolvimiento satisfactorio de la misma. Esta usualmente deriva en un proceso complicado que precisa de metodologías y herramientas automatizadas para mejorar el control de la planificación de obra.

El modelo tradicional de programación es un modelo de conversión, representado en un modelo de entrada, transformación y salida, en el cual la entrada es la materia prima y la salida es el producto final. Esta no toma en cuenta los flujos que ocurren dentro del proceso de transformación, flujos en los que se presentan las pérdidas.

La planificación clásica o convencional utiliza el método de la ruta crítica que permite conocer las actividades que definen la duración de un proceso productivo, y asimismo permite la representación gráfica en un Diagrama Gantt, en el que se describe la relación de todos los elementos de un proyecto,

El método de la ruta crítica en la gestión de proyectos puede contemplar todas las actividades importantes, o no. De hecho, algunas veces las actividades de la ruta crítica no son las partes principales del proyecto. Asimismo, puede haber tareas que no estén en la ruta crítica, pero que determinan el éxito del proyecto. Conocer la ruta crítica implica establecer qué actividades deben completarse a tiempo. Sin embargo, otras actividades, que se sitúan fuera de la ruta crítica, también pueden ser vitales y requerir una diligencia y una concentración adicionales. (Castro Encalada, J. M., & Pajares Herrera, J. E, 2014)

Al utilizar la modalidad de programación convencional, se hace difícil monitorear y controlar eficientemente la correcta planificación de las actividades a realizarse, debido a la variabilidad característica de esta metodología de planificación y programación de proyectos.

WBS y metrados

La planificación tradicional contempla como primeras actividades: la obtención de metrados y la estructura de desglose del trabajo.

Los metrados que involucra la obra civil: movimiento de tierras, concreto, acero, encofrado, curado, y juntas, fueron obtenidos mediante tablas de planificación parametrizadas de un modelo 3D en Revit y hojas de cálculo en Microsoft Excel.

El modelo fue elaborado de acuerdo a los planos brindados, con el objetivo de: optimizar el tiempo que conlleva la obtención de metrados manual, obtener resultados más exactos, y mejorar la comprensión del alcance del proyecto estudiado. Mas adelante se podrán identificar mayores usos.

Una vez definidas las actividades a realizarse, estas se listaron, se armaron partidas y se empezaron a armar sus respectivos análisis de precios unitarios.

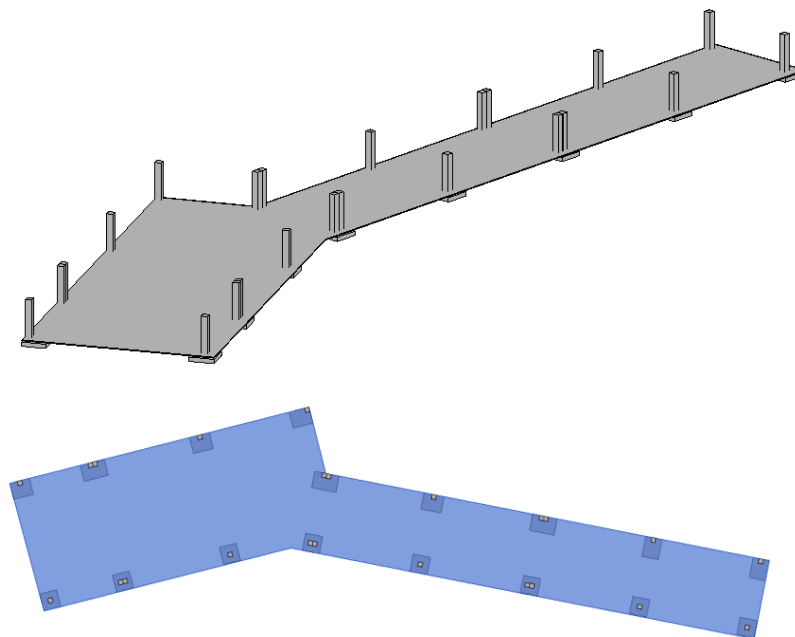


Ilustración 06: Modelos BIM cimentaciones (Fuente propia)

<Metrado de Cimentación>

A	B	C	D	E	F	G
Tipo	Área	Volumen	Anchura	Longitud	Espesor	Encofrado de Zapat
Losa de Piso h=0.20m	8436.27 m²	1687.25 m³	114.86	238.10	0.20	141.18 m²
0.20: 1	8436.27 m²	1687.25 m³				141.18 m²
Z7-J	37.40 m²	37.40 m³	6.80	5.50	1.00	24.60 m²
Z9-J	45.65 m²	45.65 m³	8.30	5.50	1.00	27.60 m²
Z10-J	37.40 m²	37.40 m³	6.80	5.50	1.00	24.60 m²
Z11-J	37.40 m²	37.40 m³	6.80	5.50	1.00	24.60 m²
Z7-G	33.64 m²	33.64 m³	5.80	5.80	1.00	23.20 m²
Z9-G	33.64 m²	33.64 m³	5.80	5.80	1.00	23.20 m²
Z10-G	33.64 m²	33.64 m³	5.80	5.80	1.00	23.20 m²
Z13-H	45.65 m²	45.65 m³	8.30	5.50	1.00	27.60 m²
Z13-G	33.64 m²	33.64 m³	5.80	5.80	1.00	23.20 m²
Z14-G	33.64 m²	33.64 m³	5.80	5.80	1.00	23.20 m²
Z14-H	37.40 m²	37.40 m³	6.80	5.50	1.00	24.60 m²
Z15-G	33.64 m²	33.64 m³	5.80	5.80	1.00	23.20 m²
Z17-H	37.40 m²	37.40 m³	6.80	5.50	1.00	24.60 m²
Z20-H	37.40 m²	37.40 m³	6.80	5.50	1.00	24.60 m²
Z15-H	45.65 m²	45.65 m³	8.30	5.50	1.00	27.60 m²
Z17-G	33.64 m²	33.64 m³	5.80	5.80	1.00	23.20 m²
Z20-G	33.64 m²	33.64 m³	5.80	5.80	1.00	23.20 m²
1.00: 17	630.47 m²	630.47 m³				416.00 m²

<Metrado de Columnas>

B	C	D	E	F	G
Tipo	Base	Ancho	Altura	Volumen	Encofrado y Desencofrado
C-1 (1.5x1.5)	1.50	1.50	8.96	20.16 m³	53.76 m²
C-1 (1.5x1.5)	1.50	1.50	8.96	20.16 m³	53.76 m²
C-1 (1.5x1.5)	1.50	1.50	8.96	20.16 m³	53.76 m²
C-1 (1.5x1.5)	1.50	1.50	8.96	20.16 m³	53.76 m²
C-1 (1.5x1.5)	1.50	1.50	8.96	20.16 m³	53.76 m²
C-1 (1.5x1.5)	1.50	1.50	8.96	20.16 m³	53.76 m²
C-1 (1.5x1.5)	1.50	1.50	8.96	20.16 m³	53.76 m²
C-1 (1.5x1.5)	1.50	1.50	8.96	20.16 m³	53.76 m²
C-1 (1.5x1.5)	1.50	1.50	8.96	20.16 m³	53.76 m²
C-1 (1.5x1.5)	1.50	1.50	8.96	20.16 m³	53.76 m²
C-1 (1.5x1.5)	1.50	1.50	8.96	20.16 m³	53.76 m²
C-1 (1.5x1.5)	1.50	1.50	8.96	20.16 m³	53.76 m²
C-1 (1.5x1.5)	1.50	1.50	8.96	20.16 m³	53.76 m²
C-1 (1.5x1.5)	1.50	1.50	8.96	20.16 m³	53.76 m²
C-1 (1.5x1.5)	1.50	1.50	8.96	20.16 m³	53.76 m²
C-1 (1.5x1.5)	1.50	1.50	8.96	20.16 m³	53.76 m²
C-1 (1.5x1.5)	1.50	1.50	8.96	20.16 m³	53.76 m²
C-1 (1.5x1.5)	1.50	1.50	8.96	20.16 m³	53.76 m²
C-1 (1.5x1.5)	1.50	1.50	8.96	20.16 m³	53.76 m²
C-1 (1.5x1.5)	1.50	1.50	8.96	20.16 m³	53.76 m²
C-1 (1.5x1.5)	1.50	1.50	8.96	20.16 m³	53.76 m²
C-1 (1.5x1.5)	1.50	1.50	8.96	20.16 m³	53.76 m²
C-1 (1.5x1.5)	1.50	1.50	8.96	20.16 m³	53.76 m²
23				463.68 m³	1236.48 m²
23				463.68 m³	1236.48 m²

Ilustración 07: Cuadro de metrados obtenidos del modelo BIM (Fuente propia)

3.2.1.1. Programación de Obra

El diagrama Gantt es una herramienta gráfica en la que se mostrarán las fechas de duración de las partidas armadas anteriormente. Se identificarán las partidas que pueden desarrollarse conjuntamente, las partidas que traslapan a otras y las partidas que deben terminar antes del comienzo de otras.

Para definir el tiempo de duración de cada partida, es necesario hacer un análisis previo de los rendimientos que conlleva cada actividad. Para la elaboración de la programación de este proyecto, serán obtenidos en su mayor parte de acuerdo a los rendimientos expuestos en el libro de Costos y Presupuestos de CAPECO. Posteriormente y realizado el análisis de precios unitarios de cada partida, serán modificados y optimizados de acuerdo al tipo de proyecto y alcance considerado.

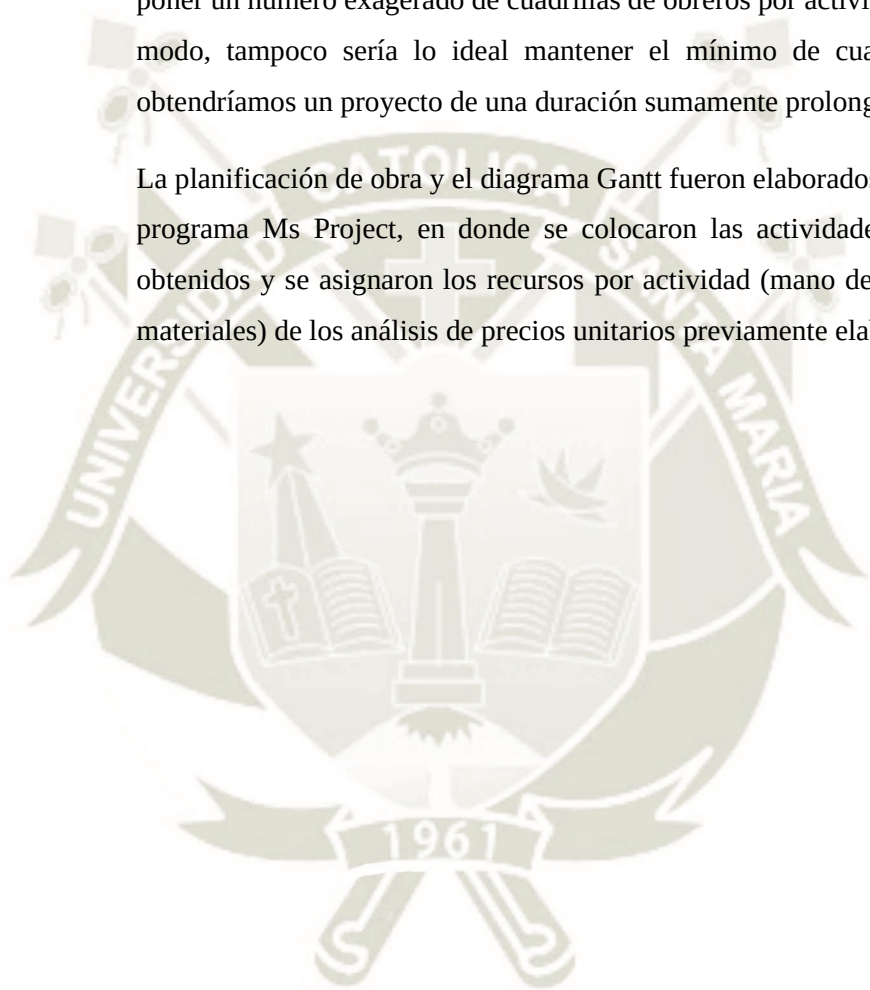
Techado de zonas 02 y 03 - PROGRAMACION CONVENCIONAL								
DESCRIPCION	UND	METRADO	Rendimiento	TIEMPO t	TE	#Cuadrillas	CU	SUBTOTAL
ESTRUCTURAS								
Trabajos Preliminares								
Trazo Nivel y Replanteo Preliminar	m2	8436.27	400.00	21.09	4.00	6.00	2.77	S/ 23,368.47
Limpieza de terreno	m2	8436.27	600.00	14.06	4.00	4.00	2.40	S/ 20,247.05
Movimiento de tierra								
Excavación masiva con maquinaria	m3	3902.90	450.00	8.67	5.00	2.00	5.03	S/ 19,631.59
Carguo y eliminación de material de excavación masiva	m3	5073.77	220.00	23.06	5.00	5.00	27.87	S/ 141,405.97
Excavación localizada para zapatas	m3	2080.55	300.00	6.94	4.00	2.00	6.99	S/ 14,543.05
Carguo y eliminación de material de excavación (zapatas)	m3	2704.72	220.00	12.29	4.00	4.00	27.90	S/ 75,461.58
Relleno con over e=30cm	m3	189.14	22.00	8.60	3.00	3.00	124.23	S/ 23,496.99
Relleno controlado con material afirmado compactado e=1.5m	m3	945.71	22.00	42.99	6.00	8.00	86.85	S/ 82,134.48
Sub base y base con afirmado compactado e=30cm (zapatas)	m2	578.72	1000.00	0.58	1.00	1.00	14.88	S/ 8,611.35
Sub base e=20cm (losa de piso)	m2	7805.80	1200.00	6.50	4.00	2.00	14.18	S/ 110,686.24
Nivelación, conformación y compactación de Subrasantes con rodillo	m2	8436.27	1750.00	4.82	5.00	1.00	2.02	S/ 17,041.27
Concreto Armado								
Zapatas								
Concreto f'c=210 kg/cm2 IP para zapatas	m3	630.47	60.00	10.51	6.00	2.00	258.47	S/ 162,956.50
Habilitación de Acero Zapatas	kg	37076.43	250.00	148.31	15.00	10.00	3.85	S/ 142,744.26
Colocación Acero de refuerzo fy=4,200 kg/cm2 para zapatas	kg	37076.43	1500.00	24.72	12.00	2.00	0.23	S/ 8,527.58
Columnas								
Concreto f'c=210 kg/cm2 IP para columnas	m3	463.68	35.00	13.25	5.00	3.00	310.49	S/ 143,966.61
Encofrado y desencofrado de Columnas	m2	1236.48	10.00	123.65	10.00	13.00	61.41	S/ 75,932.24
Habilitación de acero Columnas	kg	72056.82	250.00	288.23	12.00	25.00	3.86	S/ 278,171.75
Colocación Acero de refuerzo fy=4,200 kg/cm2 para columnas	kg	72,056.82	1500.00	48.04	13.00	4.00	0.23	S/ 16,573.07
Curado de concreto para columnas	m2	1236.48	300.00	4.12	5.00	1.00	1.89	S/ 2,336.95
Pernos de 1 1/2 ASTM A193 Gr B7 (long embebida 700mm, long total 950mm) y Anclaje epóxico de dowels	und	460.00	30.00	15.33	6.00	3.00	73.48	S/ 33,800.80
Losa de Piso								
Concreto f'c=210 kg/cm2 IP para losa	m3	1687.25	65.00	25.96	6.00	5.00	257.03	S/ 433,668.79
Encofrado y desencofrado para losa	m2	118.00	8.00	14.75	8.00	2.00	56.12	S/ 6,622.16
Habilitación de acero para Losa de Piso	kg	192870.00	300.00	642.90	13.00	50.00	3.70	S/ 713,619.00
Colocación Acero de refuerzo fy=4,200 kg/cm2 para losa	kg	192870.00	1500.00	128.58	13.00	10.00	0.23	S/ 44,360.10
Curado del concreto para losa	m2	8436.27	300.00	28.12	6.00	5.00	1.89	S/ 15,944.55
Juntas								
Juntas en Losa	ml	5943.62	90.00	66.04		0.00	20.87	S/ 124,043.35
Juntas de dilatación (paño de losa nuevo con paño existente)	ml	314.17	90.00	3.49	4.00	1.00	28.42	S/ 8,928.71
Sellado de juntas semirígido								
Perforación e inyección con Sikadur								
Juntas de corte (cada 4000m como máx.)	ml	4,029.28	100.00	40.29	9.00	5.00	25.88	S/ 104,277.77
Sellado de juntas (incluye poliestireno expandido 2")								
Juntas de borde (estructuras perimetrales)	ml	257.08	100.00	2.57	3.00	1.00	25.88	S/ 6,653.23
Sellado de juntas (incluye poliestireno expandido 2")								
Juntas de construcción	ml	1,343.09	80.00	16.79	5.00	4.00	3.30	S/ 4,432.20
Sellado de juntas semirígido								
								S/ 2,864,187.64

Ilustración 08: Cuadro dimensionamiento de cuadrillas – Programación convencional (Fuente propia)

El tiempo será calculado de acuerdo a la división entre el metrado y el rendimiento, sin embargo, será necesario el dimensionamiento de las cuadrillas necesarias para definir las duraciones correctas de cada actividad.

En esta actividad se hará uso de criterios constructivos, ya que no se podrá poner un numero exagerado de cuadrillas de obreros por actividad; del mismo modo, tampoco sería lo ideal mantener el mínimo de cuadrillas ya que obtendríamos un proyecto de una duración sumamente prolongada.

La planificación de obra y el diagrama Gantt fueron elaborados con ayuda del programa Ms Project, en donde se colocaron las actividades, los tiempos obtenidos y se asignaron los recursos por actividad (mano de obra, equipos, materiales) de los análisis de precios unitarios previamente elaborados.



3.2.1.2. Diagrama Gantt

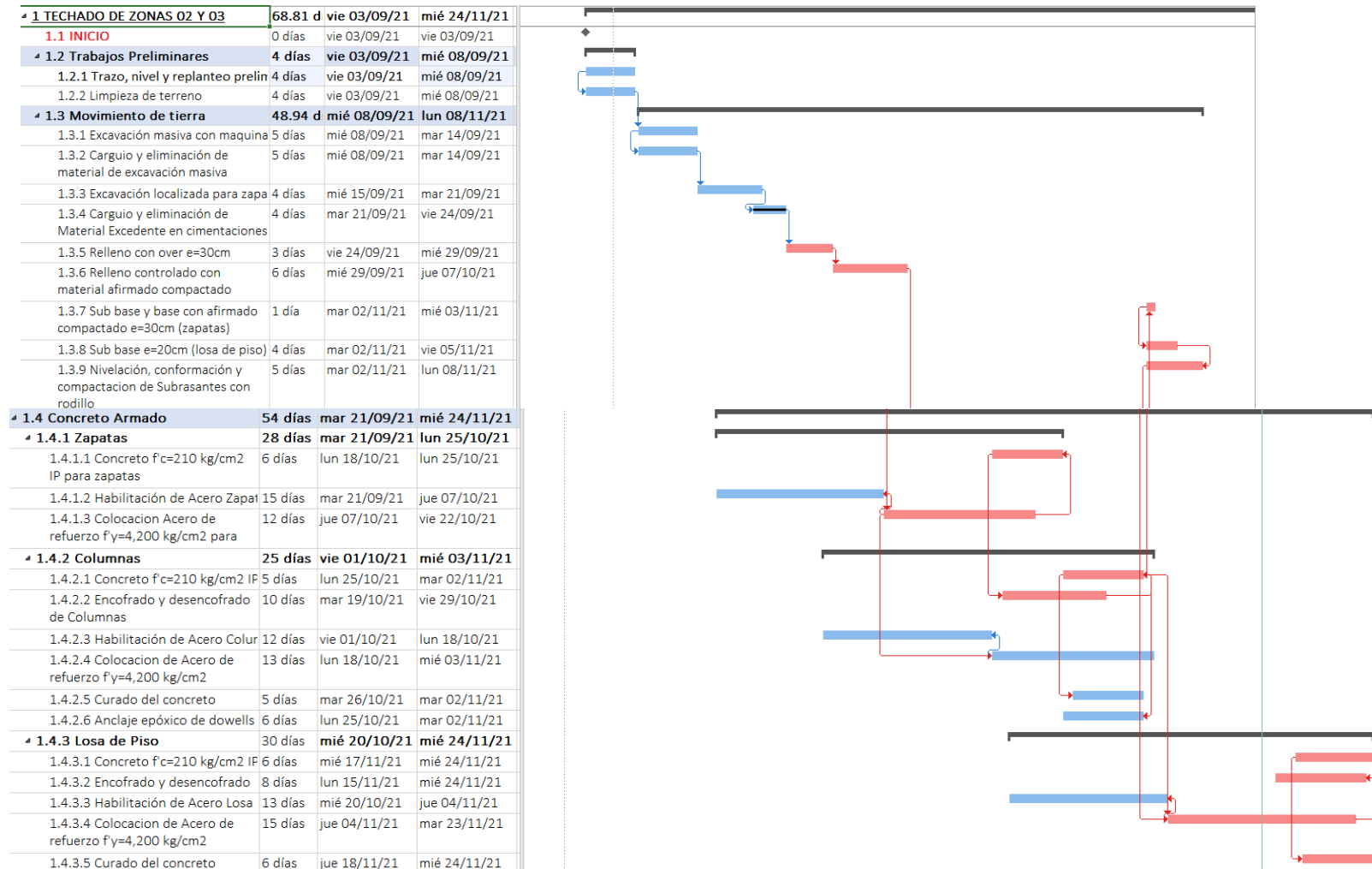


Ilustración 09: Diagrama de Gantt – Programación convencional (Fuente propia)

La ruta crítica está formada por la secuencia de actividades más larga desde el inicio hasta el final del proyecto. Debe empezar y terminar en las fechas previstas para garantizar la culminación del proyecto en la fecha determinada.

Las actividades que constituyen la ruta crítica deben ser gestionadas de manera minuciosa, ya que si una falla, el proyecto no podrá seguir con el cronograma y por lo tanto no finalizará en la fecha programada.

Por lo tanto, el cumplimiento de las actividades críticas implicaría el éxito del proyecto; sin embargo, también es vital tomar en cuenta las otras actividades, ya que no siempre la ruta crítica estará conformada por las partes principales del proyecto.

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Tareas críticas
TECHADO DE ZONAS 02 Y 03	68.81 días	vie 03/09/21	mié 24/11/21	Sí
Movimiento de tierra	48.94 días	mié 08/09/21	lun 08/11/21	No
Relleno con over e=30cm	3 días	vie 24/09/21	mié 29/09/21	Sí
Relleno controlado con material afirmado compactado e=1.5m	6 días	mié 29/09/21	jue 07/10/21	Sí
Sub base y base con afirmado compactado e=30cm (zapatas)	1 día	mar 02/11/21	mié 03/11/21	Sí
Sub base e=20cm (losa de piso)	4 días	mar 02/11/21	vie 05/11/21	Sí
Nivelación, conformación y compactacion de Subrasantes con rodillo	5 días	mar 02/11/21	lun 08/11/21	Sí
Concreto Armado	54 días	mar 21/09/21	mié 24/11/21	Sí
Zapatas	28 días	mar 21/09/21	lun 25/10/21	No
Concreto f'c=210 kg/cm2 IP para zapatas	6 días	lun 18/10/21	lun 25/10/21	Sí
Colocacion Acero de refuerzo f'y=4,200 kg/cm2 para zapatas	12 días	jue 07/10/21	vie 22/10/21	Sí
Columnas	25 días	vie 01/10/21	mié 03/11/21	No
Concreto f'c=210 kg/cm2 IP	5 días	lun 25/10/21	mar 02/11/21	Sí
Encofrado y desencofrado de Columnas	10 días	mar 19/10/21	vie 29/10/21	Sí
Losa de Piso	30 días	mié 20/10/21	mié 24/11/21	Sí
Concreto f'c=210 kg/cm2 IP	6 días	mié 17/11/21	mié 24/11/21	Sí
Encofrado y desencofrado	8 días	lun 15/11/21	mié 24/11/21	Sí
Colocacion de Acero de refuerzo f'y=4,200 kg/cm2	15 días	jue 04/11/21	mar 23/11/21	Sí
Curado del concreto	6 días	jue 18/11/21	mié 24/11/21	Sí
Juntas de dilatación (paño de losa nuevo con paño existente)	4 días	vie 19/11/21	mié 24/11/21	Sí
Junta de dilatacion	4 días	vie 19/11/21	mié 24/11/21	Sí
Juntas de corte (cada 4000m como máx.)	6 días	jue 18/11/21	mié 24/11/21	Sí
Junta de corte	6 días	jue 18/11/21	mié 24/11/21	Sí
Juntas de borde (estructuras perimetrales)	4 días	vie 19/11/21	mié 24/11/21	Sí
Junta de borde	4 días	vie 19/11/21	mié 24/11/21	Sí

Ilustración 10: Cuadro tarea críticas – Programación convencional (Fuente propia)

3.2.1.3. Histograma de Mano de Obra

El histograma de mano de obra nos permite estimar la cantidad de mano de obra que se necesitará en el proyecto y los patrones de comportamiento de la curva que define la uniformidad de la distribución de la mano de obra a lo largo del tiempo.

De acuerdo al histograma obtenido del Ms. Project, se identifica un mayor incremento de la mano de obra desde la semana 8 a la semana 10, semanas en las que se realizarán las actividades correspondientes a Concreto Armado.



Ilustración 11: Histograma mano de obra – Programación convencional (Fuente propia)

3.2.1.4. Histograma de Equipos

Este histograma permite reconocer el patrón de comportamiento en el tiempo del recurso de equipos utilizado en la programación.

Se identifica un mayor uso de equipos en la semana 5 y 6, semanas correspondientes al relleno afirmado.

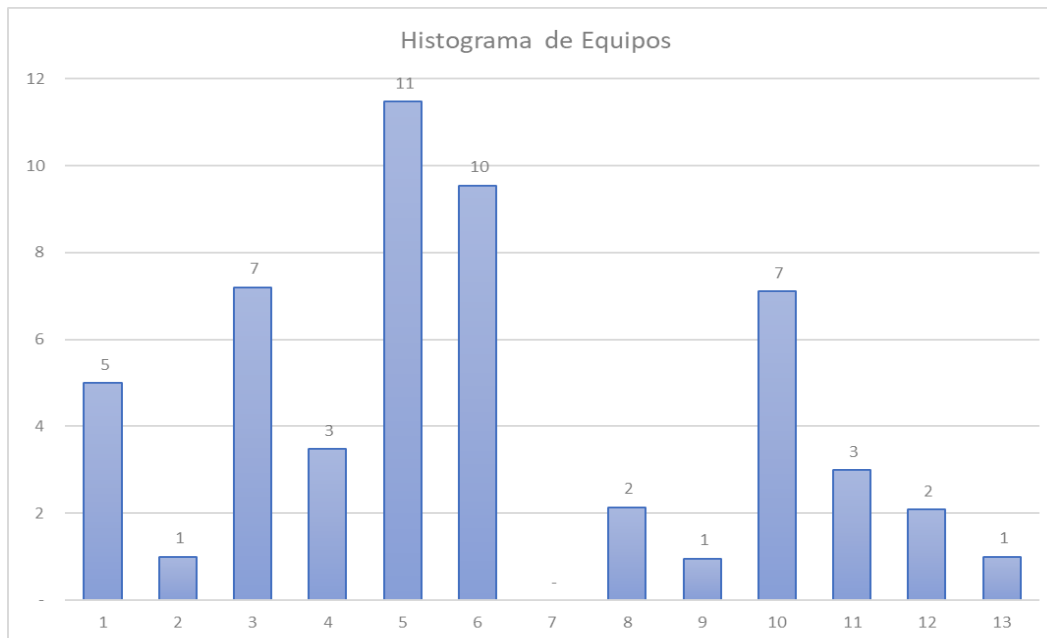


Ilustración 12: Histograma de equipos – Programación convencional (Fuente propia)

3.2.1.5. Cronograma Adquisición de Materiales

La elaboración del Cronograma de adquisición de Materiales para la programación convencional se realiza según el cronograma de ejecución obtenido en Ms. Project.

Se trabaja con la relación de insumos y se obtiene los montos mensuales o semanales de los insumos a utilizarse.

El Cronograma de adquisición de materiales, debe guardar armonía con el Cronograma Valorizado, de modo que se pueda hacer el control adecuado de los materiales o insumos y del presupuesto.

Es importante este control para evitar atrasos y/o paralizaciones injustificadas causadas por falta de insumos durante la ejecución de obra.

Recursos	Semana 35	Semana 36	Semana 37	Semana 38	Semana 39	Semana 40	Semana 41	Semana 42	Semana 43	Semana 44	Semana 45	Semana 46	Semana 47	Total general
AGUA	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 35.47	S/ 355.82	S/ 289.61	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 680.90
CLAVOS 2"	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 515.44	S/ 541.87	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 64.69	S/ 24.34	S/ 1,146.34
CLAVOS 3"	S/ 92.82	S/ 119.34	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 909.59	S/ 956.24	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 142.31	S/ 53.56	S/ 2,273.86
MADERA TORNILLO (LARGA)	S/ 470.21	S/ 604.56	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 12,405.30	S/ 13,041.47	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 915.81	S/ 344.66	S/ 27,782.02
DOWELS DE 1" 0.50m	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 11,181.82	S/ 237.91	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 11,419.73
SELLADOR ELASTICO POLIURETANO	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 35,135.97	S/ 45,915.56	S/ 81,051.52
IMPRIMANTE PARA ELASTOMERICO DE POLIURETANO	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 5,802.56	S/ 7,582.67	S/ 13,385.23
ESPUMA DE POLYOLEOFINA D=1 1/4"	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 233.76	S/ 917.07	S/ 1,150.84
TEKNOPOR DE 1"x4x8'	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 189.09	S/ 58.90	S/ 247.99
CONCRETO PREMEZCLADO TIPO I F'C 100kg/cm2 SLUMP 4" A 6"	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 18,894.07	S/ 18,894.07	S/ 18,894.07	S/ 18,894.07	S/ 18,894.07	S/ 18,894.07	S/ 18,894.07	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 132,258.49
ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 16	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 951.94	S/ 1,595.88	S/ 3,095.82	S/ 2,810.22	S/ 4,542.77	S/ 6,943.32	S/ 3,616.31	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 23,556.27
ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 41,390.97	S/ 69,390.13	S/ 134,608.33	S/ 122,190.35	S/ 197,523.29	S/ 301,900.89	S/ 157,240.05	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 1,024,244.01
ADITIVO CURADOR PARA CONCRETO	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 1,713.04	S/ 43.92	S/ 0.00	S/ 5,619.36	S/ 6,368.60	S/ 13,744.93
ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 5,536.67	S/ 5,536.67	S/ 5,536.67	S/ 5,536.67	S/ 5,536.67	S/ 5,536.67	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 33,220.00
MATERIAL DE RELLENO (OVER)	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 2,209.43	S/ 4,860.74	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 7,070.16
CONCRETO PREMEZCLADO TIPO I F'C 210kg/cm2 SLUMP 4" A 6"	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 148,076.14	S/ 114,369.48	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 257,159.71	S/ 147,550.65	S/ 667,155.97
YESO 20KG	S/ 1,415.47	S/ 1,819.89	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 3,235.36
PINTURA LATEX	S/ 464.00	S/ 464.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 927.99
ESPUMA DE POLYOLEFINA D=5/8"	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 3,071.79	S/ 3,752.09	S/ 6,823.88
Total general	S/ 2,442.50	S/ 3,007.78	S/ 5,536.67	S/ 50,124.47	S/ 100,633.30	S/ 162,424.50	S/ 149,431.31	S/ 388,403.27	S/ 469,542.20	S/ 180,032.27	S/ 18,894.07	S/ 308,335.04	S/ 212,568.10	S/ 2,051,375.49

Ilustración 13: Cronograma valorizado adquisición de materiales – Programación convencional (Fuente propia)



3.2.1.6. Cronograma Valorizado

En este documento se ve reflejada la distribución del costo en el tiempo de duración de la obra y las partidas valorizadas por mes. La sumatoria de los montos mensuales, será igual al monto total del presupuesto.

Creado y configurado en el Ms. Project, se observa que la mayor cantidad de recursos está distribuida en el mes de octubre, fecha en la cual se realizará la mayoría de las actividades correspondientes a las partidas de concreto armado, como; colocación de acero, encofrado y vaciado de concreto de zapatas, columnas y losa.



Fuente: Elaboración propia: Cronograma Valorizado en MS.Project

Costo	Nombre	Duración	Detalles	sep	oct	nov
S/ 2,864,187.78	TECHADO DE ZONAS 02 Y 03	68.81 días	Costo	S/ 380,481.36	S/ 1,544,438.60	S/ 939,267.82
S/ 0.00	INICIO	0 días	Costo			
S/ 42,358.88	Trabajos Preliminares	4 días	Costo	S/ 42,358.88		
S/ 36,548.51	▸ Trazo, nivel y replanteo preliminar	4 días	Costo	S/ 36,548.51		
S/ 5,810.38	▸ Limpieza de terreno	4 días	Costo	S/ 5,810.38		
S/ 419,552.31	Movimiento de tierra	48.94 días	Costo	S/ 240,306.41	S/ 76,604.21	S/ 102,641.69
S/ 13,444.59	▸ Excavación masiva con maquinaria	5 días	Costo	S/ 13,444.59		
S/ 101,593.81	▸ Carguio y eliminación de material de excavación masiva	5 días	Costo	S/ 101,593.81		
S/ 16,753.18	▸ Excavación localizada para zapatas	4 días	Costo	S/ 16,753.18		
S/ 65,003.76	▸ Carguio y eliminación de Material Excedente en cimentaciones	4 días	Costo	S/ 65,003.76		
S/ 24,626.40	▸ Relleno con over e=30cm	3 días	Costo	S/ 24,626.40		
S/ 95,488.88	▸ Relleno controlado con material afirmado compactado e=1.5m	6 días	Costo	S/ 18,884.67	S/ 76,604.21	
S/ 53,437.04	▸ Sub base y base con afirmado compactado e=30cm (zapatas)	1 día	Costo			S/ 53,437.04
S/ 31,436.09	▸ Sub base e=20cm (losa de piso)	4 días	Costo			S/ 31,436.09
S/ 17,768.56	▸ Nivelación, conformación y compactacion de Subrasantes con rodillo	5 días	Costo			S/ 17,768.56
S/ 2,402,276.59	Concreto Armado	54 días	Costo	S/ 97,816.07	S/ 1,467,834.39	S/ 836,626.13
S/ 329,394.96	▸ Zapatas	28 días	Costo	S/ 97,816.07	S/ 231,578.90	
S/ 576,521.83	▸ Columnas	25 días	Costo		S/ 574,431.36	S/ 2,090.47
S/ 1,496,359.80	Losa de Piso	30 días	Costo		S/ 661,824.14	S/ 834,535.66
S/ 437,108.41	▸ Concreto f'c=210 kg/cm2 IP	6 días	Costo			S/ 437,108.41
S/ 7,663.70	▸ Encofrado y desencofrado	8 días	Costo			S/ 7,663.70
S/ 871,262.16	▸ Habilitación de Acero Losa	13 días	Costo		S/ 661,824.14	S/ 209,438.02
S/ 50,792.40	▸ Colocacion de Acero de refuerzo f'y=4,200 kg/cm2	15 días	Costo			S/ 50,792.40
S/ 13,860.26	▸ Curado del concreto	6 días	Costo			S/ 13,860.26
S/ 9,099.03	▸ Juntas de dilatación (pañó de losa nuevo con pañó existente)	4 días	Costo			S/ 9,099.03
S/ 93,114.32	▸ Juntas de corte (cada 4000m como máx.)	6 días	Costo			S/ 93,114.32
S/ 8,222.29	▸ Juntas de borde (estructuras perimetrales)	4 días	Costo			S/ 8,222.29
S/ 5,237.24	▸ Juntas de construccion	5 días	Costo			S/ 5,237.24
S/ 0.00	FINAL	0 días	Costo			

CRONOGRAMA VALORIZADO

Ilustración 14: Cronograma valorizado – Programación convencional (Fuente propia)

ACTIVIDAD	Duraci	23-Ago	06-Set	20-Set	04-Oct	18-Oct	01-Nov	15-Nov
TECHADO DE ZONAS 02 Y 03	68.81	S/ 21,105.00	S/ 152,481.61	S/ 279,256.45	S/ 406,025.94	S/ 1,066,050.94	S/ 340,624.56	S/ 598,643.27
INICIO	0 días	S/ 21,105.00	S/ 21,253.88					
Trabajos Preliminares	4 días	S/ 18,562.96	S/ 17,985.54					
Trazo, nivel y replanteo preliminar	4 días	S/ 2,542.04	S/ 3,268.34					
Limpieza de terreno	4 días	S/ 30.07	S/ 38.66					
CAPATAZ		S/ 387.52	S/ 498.24					
PEON		S/ 36.91	S/ 47.45					
HERRAMIENTAS MANUALES		S/ 2,087.54	S/ 2,683.98					
TRACTOR SOBRE ORUGAS 100HP			S/ 131,227.74	S/ 136,908.71	S/ 48,774.17		S/ 102,641.69	
Movimiento de tierra	48.94		S/ 13,444.59					
Excavación masiva con maquinaria	5 días		S/ 171.84					
CAPATAZ			S/ 1,468.80					
OPERARIO			S/ 2,214.40					
PEON			S/ 468.35					
HERRAMIENTAS MANUALES			S/ 9,121.20					
RETROEXCAVADORA DE 1/2 A 1 1/4 yd3			S/ 101,593.81					
Carguo y eliminación de material de excavación masiva	5 días		S/ 429.60					
CAPATAZ			S/ 5,536.00					
PEON			S/ 152.21					
HERRAMIENTAS MANUALES			S/ 37,384.00					
CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 125-155 HP 3yd3			S/ 58,092.00					
CAMION CISTERNA 4X2 AGUA 122HP 1500gl			S/ 16,189.34	S/ 563.85				
Excavación localizada para zapatas	4 días		S/ 133.18	S/ 4.30				
CAPATAZ			S/ 954.18	S/ 30.78				
OFICIAL			S/ 3,432.32	S/ 110.72				
PEON			S/ 80.62	S/ 44.21				
HERRAMIENTAS MANUALES			S/ 11,589.04	S/ 373.84				
CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 125-155 HP 3yd3				S/ 65,003.76				
Carguo y eliminación de Material Excedente en cemento	4 días			S/ 274.94				
CAPATAZ				S/ 3,543.04				
PEON				S/ 81.14				
HERRAMIENTAS MANUALES				S/ 23,925.76				
CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 125-155 HP 3yd3				S/ 37,178.88				
CAMION CISTERNA 4X2 AGUA 122HP 1500gl				S/ 24,626.40				
Relleno con over e=30cm	3 días			S/ 154.66				
CAPATAZ				S/ 996.48				
PEON				S/ 2,733.12				
OPERADOR DE EQUIPO MEDIANO				S/ 113.50				
AGUA				S/ 100.24				
HERRAMIENTAS MANUALES				S/ 13,458.24				
CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 125-155 HP 3yd3				S/ 7,070.16				
MATERIAL DE RELLENO (OVER)				S/ 46,714.71	S/ 48,774.17			
Relleno controlado con material afirmado compactado e=30cm	6 días			S/ 412.24	S/ 429.78			
CAPATAZ				S/ 2,656.13	S/ 2,769.15			
PEON				S/ 7,285.16	S/ 7,595.16			
OPERADOR DE EQUIPO MEDIANO				S/ 277.79	S/ 289.61			
AGUA				S/ 210.33	S/ 290.89			
HERRAMIENTAS MANUALES				S/ 35,873.06	S/ 37,399.58			
CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 125-155 HP 3yd3							S/ 53,437.04	
Sub base y base con afirmado compactado e=30cm (zap)	1 día						S/ 171.84	
CAPATAZ							S/ 123.12	
OFICIAL							S/ 553.60	
PEON							S/ 17.36	
HERRAMIENTAS MANUALES							S/ 829.52	
RODILLO LISO VIBRATORIO AUT 70-100 HP 7-9							S/ 1,388.56	
MOTONIVELADORA 125HP							S/ 1,161.84	
CAMION CISTERNA 4X2 AGUA 122HP 1500gl							S/ 49,191.20	
MATERIAL GRANULAR BASE							S/ 31,436.09	
Sub base e=20cm (losa de piso)	4 días						S/ 1,374.72	
CAPATAZ							S/ 984.96	
OFICIAL							S/ 442.88	
PEON							S/ 234.17	
HERRAMIENTAS MANUALES							S/ 6,636.16	
RODILLO LISO VIBRATORIO AUT 70-100 HP 7-9							S/ 11,108.48	
MOTONIVELADORA 125HP							S/ 9,294.72	
CAMION CISTERNA 4X2 AGUA 122HP 1500gl							S/ 1,360.00	
MATERIAL GRANULAR BASE							S/ 17,768.56	
Nivelación, conformación y compactación de Subrasante	5 días						S/ 859.20	
CAPATAZ							S/ 615.60	
OFICIAL							S/ 2,214.40	
PEON							S/ 84.36	
HERRAMIENTAS MANUALES							S/ 4,147.60	
RODILLO LISO VIBRATORIO AUT 70-100 HP 7-9							S/ 6,942.80	
MOTONIVELADORA 125HP							S/ 2,904.60	
CAMION CISTERNA 4X2 AGUA 122HP 1500gl				S/ 142,347.74	S/ 357,251.77	S/ 1,066,050.94	S/ 237,982.87	S/ 598,643.27

Concreto Armado	54			S/ 115,635.13	S/ 45,604.68	S/ 168,155.15		
Zapatas	28					S/ 164,578.12		
Concreto f'c=210 kg/cm2 IP para zapatas	6 días					S/ 206.21		
CAPATAZ						S/ 3,525.12		
OPERARIO						S/ 1,477.44		
OFICIAL						S/ 5,314.56		
PEON						S/ 1,822.08		
OPERADOR DE EQUIPO MEDIANO						S/ 321.54		
HERRAMIENTAS MANUALES						S/ 684.48		
VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.50"						S/ 151,226.69		
CONCRETO PREMEZCLADO TIPO I F'C 210kg/cm2 SLUMP 4" A 6"				S/ 115,635.13	S/ 40,806.23			
Habilitación de Acero Zapatas	15 días			S/ 343.68				
CAPATAZ				S/ 16,065.00	S/ 5,967.00			
OPERARIO				S/ 2,462.40				
OFICIAL				S/ 1,483.06				
HERRAMIENTAS MANUALES				S/ 0.36	S/ 0.13			
CIZALLA PARA CORTAR FIERRO DE 30"				S/ 2,108.73	S/ 783.24			
ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 16				S/ 91,688.85	S/ 34,055.86			
ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60				S/ 1,483.06				
DOBLADURA					S/ 4,798.45	S/ 3,577.03		
Colocacion Acero de refuerzo f'y=4,200 kg/cm2 para zapatas	12 días			S/ 26,712.61	S/ 311,647.09	S/ 236,071.66	S/ 2,090.47	
Columnas	25					S/ 119,571.19	S/ 4.56	
Concreto f'c=210 kg/cm2 IP	5 días					S/ 103.10		
CAPATAZ						S/ 1,762.56		
OPERARIO						S/ 738.72		
OFICIAL						S/ 2,657.28		
PEON						S/ 911.04		
OPERADOR DE EQUIPO MEDIANO						S/ 214.37	S/ 4.56	
HERRAMIENTAS MANUALES						S/ 285.20		
VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.50"						S/ 1,680.00		
SERVICIO BOMBEO CONCRETO						S/ 111,218.92		
CONCRETO PREMEZCLADO TIPO I F'C 210kg/cm2 SLUMP 4" A 6"						S/ 59,606.02		
Encofrado y desencofrado de Columnas	10 días					S/ 1,718.40		
CAPATAZ						S/ 1,468.80		
OPERARIO						S/ 16,005.60		
OFICIAL						S/ 1,865.83		
CLAVOS 3"						S/ 1,057.31		
CLAVOS 2"						S/ 25,446.78		
MADERA TORNILLO (LARGA)						S/ 1,063.37		
HERRAMIENTAS MANUALES						S/ 10,979.94		
DESENCOFRADO PARA COLUMNA				S/ 26,712.61	S/ 311,647.09	S/ 3,561.68		
Habilitación de Acero Columnas	12 días			S/ 402.75	S/ 4,698.75	S/ 53.70		
CAPATAZ				S/ 3,442.50	S/ 40,162.50	S/ 459.00		
OPERARIO				S/ 2,885.63	S/ 33,665.63	S/ 384.75		
OFICIAL				S/ 225.18	S/ 2,627.07	S/ 30.02		
HERRAMIENTAS MANUALES				S/ 439.10	S/ 5,122.80	S/ 58.55		
ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 16				S/ 19,092.24	S/ 222,742.83	S/ 2,545.63		
ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60				S/ 225.18	S/ 2,627.07	S/ 30.02		
DOBLADURA				S/ 0.04	S/ 0.45	S/ 0.00		
CIZALLA PARA CORTAR FIERRO DE 30"						S/ 16,523.51	S/ 1,292.33	
Colocacion de Acero de refuerzo f'y=4,200 kg/cm2	13 días					S/ 2,384.80	S/ 61.15	
Curado del concreto	5 días					S/ 83.77	S/ 2.15	
CAPATAZ						S/ 539.76	S/ 13.84	
PEON						S/ 1,713.04	S/ 43.92	
ADITIVO CURADOR PARA CONCRETO						S/ 48.22	S/ 1.24	
HERRAMIENTAS MANUALES						S/ 34,424.45	S/ 732.44	
Anclaje epóxico de dowells	6 días					S/ 1,951.44	S/ 41.52	
PEON						S/ 11,181.82	S/ 237.91	
DOWELS DE 1" 0.50m						S/ 21,291.20	S/ 453.00	
PERFORACION PARA ANCLAJES						S/ 661,824.14	S/ 235,892.39	S/ 598,643.27
Losa de Piso	30							S/ 437,108.41
Concreto f'c=210 kg/cm2 IP	6 días							S/ 515.52
CAPATAZ								S/ 8,812.80
OPERARIO								S/ 3,693.60
OFICIAL								S/ 13,286.40
PEON								S/ 4,555.20
OPERADOR DE EQUIPO MEDIANO								S/ 793.01
HERRAMIENTAS MANUALES								S/ 741.52
VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.50"								S/ 404,710.36
CONCRETO PREMEZCLADO TIPO I F'C 210kg/cm2 SLUMP 4" A 6"								S/ 7,663.70

Encofrado y desencofrado	8 días					S/ 661,824.14	S/ 209,438.02	
Habilitación de Acero Losa	13 días					S/ 8,484.60	S/ 2,685.00	
CAPATAZ						S/ 72,522.00	S/ 22,950.00	
OPERARIO						S/ 60,790.50	S/ 19,237.50	
OFICIAL						S/ 5,860.28	S/ 1,854.52	
HERRAMIENTAS MANUALES						S/ 0.37	S/ 0.12	
CIZALLA PARA CORTAR FIERRO DE 30"						S/ 11,427.55	S/ 3,616.31	
ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 16						S/ 496,878.56	S/ 157,240.05	
ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60						S/ 5,860.28	S/ 1,854.52	
DOBLADURA							S/ 26,454.38	S/ 24,338.03
Colocacion de Acero de refuerzo f'y=4,200 kg/cm2	15 días						S/ 1,342.50	S/ 1,235.10
CAPATAZ							S/ 11,475.00	S/ 10,557.00
OPERARIO							S/ 9,618.75	S/ 8,849.25
OFICIAL							S/ 4,018.13	S/ 3,696.68
HERRAMIENTAS MANUALES								S/ 13,860.26
Curado del concreto	6 días							S/ 9,099.03
Juntas de dilatación (paño de losa nuevo con paño ex	4 días							S/ 9,099.03
Junta de dilatacion	4 días							S/ 93,114.32
Juntas de corte (cada 4000m como máx.)	6 días							S/ 93,114.32
Junta de corte	6 días							S/ 8,222.29
Juntas de borde (estructuras perimetrales)	4 días							S/ 8,222.29
Junta de borde	4 días							S/ 5,237.24
Juntas de construccion	5 días							S/ 5,237.24

Ilustración 15: Cronograma valorizado por recursos – Programación convencional (Fuente propia)

3.2.1.7. Análisis de riesgos

Los análisis de riesgos existen diferentes técnicas para identificar los mismos en las diferentes disciplinas en las siguientes categorías:

CATEGORÍA	RIESGO IDENTIFICADO
Riesgo Contractual	Variación de costo por acuerdos con la comunidad debido a la ubicación del proyecto.
Riesgo por diseño	Contratista no participa en la etapa de diseño
	Variación y posibles incongruencias de los planos – inicio de emisión de RFI's
Riesgo del cliente	Demora en la respuesta de consultas de diseño (RFI's)
	Restricción de entrega de áreas por parte del cliente, debido que la entrega total de toda el área de trabajo puede afectar a sus operaciones.
Riesgo de gestión	Deficiencia en la logística y procura de materiales críticos; incluido el proceso de almacenamiento
Riesgo Social	Presencia de sindicatos informales.
Riesgo del Constructor	Falta de supervisión por acumulación de actividades en diferentes sectores de trabajo de manera paralela.

Ilustración 16: Cuadro de riesgos – Programación convencional (Fuente propia)

PROYECTO:	TECHADO ZONA 02 Y 03
METODOLOGÍA CONVENCIONAL	
CONCEPTO	EVAL.
1. Cliente	3.00
1.1 Solidez económica	4.00
1.2 Nivel de Supervisión	3.00
1.3 Cumplimiento de compromisos	3.00
1.4 Percepción de satisfacción del cliente	2.00
2. Ingeniería	4.00
2.1 Calidad de la ingeniería final del proyecto	4.00
2.2 Exigencias en especificaciones técnicas	4.00
2.3 Confiabilidad de metrados	4.00
2.4 Presupuesto Base	4.00
3. Construcción	2.33
3.1 Procedimientos constructivos utilizados adecuadamente	3.00
3.2 Errores de ejecución	2.00
3.3 Productividad global de obra	2.00
4. Contrato	4.00
4.1 Idioma oficial	4.00
4.2 Modalidad de contrato	4.00
4.3 Forma de pago	4.00
4.4 Obligaciones del contratista	4.00
4.6 Cambios y trabajos adicionales	4.00
4.6 Garantía solicitadas	4.00
4.7 Seguros solicitados	4.00
4.8 Exigencias en seguridad	4.00
4.9 Jurisdicción	4.00
4.10 Multas/penalizaciones	4.00
4.11 Exigencias en medio ambiente	4.00
4.12 Fuerza mayor y suspensión de trabajos	4.00
5. Plazo	3.33
5.1 Cumplimiento de plazo	3.00
5.2 Retrasos por el cliente	4.00
5.3 Retrasos por el contratista	3.00
6. Calidad del proyecto	4.00
6.1 Cantidad de NCR del cliente	4.00
6.2 Cantidad de SR del cliente	4.00
6.3 Cantidad de observaciones de NO Calidad del cliente	4.00
6.4 Satisfacción final del cliente con respecto a la calidad.	4.00
7. Seguridad en el proyecto	4.00
7.1 Accidentabilidad	4.00
7.2 Severidad	4.00
7.3 Frecuencia	4.00
7.3 Satisfacción final del cliente con respecto a la seguridad	4.00
8. Calidad de los sub-contratistas	4.00
8.1 Calidad de los subcontratistas	4.00
9. Ubicación	2.50
9.1 Ubicación geográfica	2.00
9.2 Clima en el periodo de ejecución	2.00
9.3 Facilidades logísticas	3.00
9.4 Entorno social	3.00
PUNTAJE DEL PROYECTO	3.60

Ilustración 17: Cuadro evaluación de riesgos – Programación convencional (Fuente propia)

En el análisis de riesgos realizado para la programación Convencional, se identifican los eventos que pudieran afectar al proyecto.

Este analiza la factibilidad del proyecto y permite la definición de estrategias o planes de trabajo que permitan minimizar impactos negativos.

En la metodología convencional de programación de obras, los conceptos a calificar que contarán con menor puntaje serán los ítems de Construcción y Plazo.

Criterio de calificación:

CONCEPTO	EVAL.	EVAL.	EVAL.	EVAL.
1. Cliente	1.00	2.00	3.00	4.00
1.1 Solidez económica	Mala	Regular	Buena	Alta
1.2 Nivel de Supervisión	Mala	Regular	Buena	Alta
1.3 Cumplimiento de compromisos	Mala	Regular	Buena	Alta
1.4 Percepción de satisfacción del cliente	Mala	Regular	Buena	Alta
2. Ingeniería	1.00	2.00	3.00	4.00
2.1 Calidad de la ingeniería final del proyecto	Mala	Regular	Buena	Alta
2.2 Exigencias en especificaciones técnicas	Mala	Regular	Buena	Alta
2.3 Confiabilidad de metrados	Mala	Regular	Buena	Alta
2.4 Presupuesto Base	Mala	Regular	Buena	Alta
3. Construcción	1.00	2.00	3.00	4.00
3.1 Procedimientos constructivos utilizados adecuadamente	Mala	Regular	Buena	Alta
3.2 Errores de ejecución	5 a más	3 a 4	1 a 2	0
3.3 Productividad global de obra	Mala	Regular	Buena	Alta
4. Contrato	1.00	2.00	3.00	4.00
4.1 Idioma oficial	Otros		Inglés	Español
4.2 Modalidad de contrato	Llave en mano	Suma alzada	Precios unitarios	Administración
4.3 Forma de pago	Adelanto	30 días	60 días	90 días
4.4 Obligaciones del contratista	Altas	Normales	Bajas	Nulas
4.6 Cambios y trabajos adicionales	Nulas	Bajas	Normales	Altas
4.6 Garantía solicitadas	Altas	Normales	Bajas	Nulas
4.7 Seguros solicitados	Altas	Normales	Bajas	Nulas
4.8 Exigencias en seguridad	Altas	Normales	Bajas	Nulas
4.9 Jurisdicción	Altas	Normales	Bajas	Nulas
4.10 Multas/penalizaciones	Altas	Normales	Bajas	Nulas
4.11 Exigencias en medio ambiente	Altas	Normales	Bajas	Nulas
4.12 Fuerza mayor y suspensión de trabajos	Altas	Normales	Bajas	Nulas
5. Plazo	1.00	2.00	3.00	4.00
5.1 Cumplimiento de plazo	Retraso de mas de	Retraso menos 1 se	En plazo	Antes del plazo
5.2 Retrasos por el cliente	Altas	Normales	Bajas	Nulas
5.3 Retrasos por el contratista	Altas	Normales	Bajas	Nulas
6. Calidad del proyecto	1.00	2.00	3.00	4.00
6.1 Cantidad de NCR del cliente	3 a más	2.00	1	Ninguna
6.2 Cantidad de SR del cliente	3 a más	2.00	1	Ninguna
6.3 Cantidad de observaciones de NO Calidad del cliente	3 a más	2.00	1	Ninguna
6.4 Satisfacción final del cliente con respecto a la calidad.	No opina	Mala	Regular	Buena
7. Seguridad en el proyecto	1.00	2.00	3.00	4.00
7.1 Accidentabilidad	Altas	Normales	Bajas	Nulas
7.2 Severidad	Altas	Normales	Bajas	Nulas
7.3 Frecuencia	Altas	Normales	Bajas	Nulas
7.3 Satisfacción final del cliente con respecto a la seguridad	No opina	Mala	Regular	Buena
8. Calidad de los sub-contratistas	1.00	2.00	3.00	4.00
8.1 Calidad de los subcontratistas	Mala	Regular	Buena	Alta
9. Ubicación	1.00	2.00	3.00	4.00
9.1 Ubicación geográfica	Muy influyente	Influyente	Poco	Nada influyente
9.2 Clima en el periodo de ejecución	Muy influyente	Influyente	Poco	Nada influyente
9.3 Facilidades logísticas	Muy influyente	Influyente	Poco	Nada influyente
9.4 Entorno social	Muy influyente	Influyente	Poco	Nada influyente

Ilustración 18: Cuadro análisis de riesgos – Programación convencional (Fuente propia)

En cuanto a construcción, los proyectos ejecutados con programación convencional pueden contar con buenos procedimientos constructivos, sin embargo, estos pueden optimizarse al emplear cuadrillas dedicadas a una misma actividad, de tal modo que pueda incrementarse el rendimiento y por lo tanto, la productividad.

Una planificación que no se proyecta a futuro para poder evitar situaciones que originen contratiempos, tiende a tener mayores errores de ejecución.

La productividad de la obra no será óptima debido a que se contará con tiempos no contributivos por las actividades imprevistas.

En cuanto al plazo, al hacer uso de una programación convencional se tendrán mayores plazos por actividad y globalmente.

Por tanto, con el índice alcanzado en el análisis de riesgos; podemos deducir que el del costo directo puede verse afectado en S/.286,418.76; un total del 10% del costo directo.

3.2.2. Planificación mediante metodología del Last Planner System

3.2.2.1. Programación de Obra

Sectorización Last planner

El primer paso a seguir para la elaboración de la planificación basada en la metodología del Last Planner System, consiste en la Sectorización, la cual debe estar propuesta de acuerdo a un criterio constructivo adecuado. La propuesta de sectorización planteada para este proyecto, consistió en 9 sectores.

Para asegurar un adecuado balance de la producción, los sectores deben comprender un volumen de trabajo aproximadamente igual, por lo tanto, cada tarea realizada por sector contará con la misma duración, y de este modo, la cantidad de recursos será constante.

Es importante realizar la sectorización de acuerdo a criterios estructurales y constructivos, ya que, sin estas consideraciones, se pone en riesgo la calidad de la obra.

La sectorización está relacionada con la teoría de lotes de producción y lotes de transferencia, ya que al dividir el trabajo en sectores más pequeños estamos dividiendo nuestro lote de producción en lotes más pequeños que serán los que transferimos a las actividades siguientes (lotes de transferencia). Asimismo, al sectorizar se está optimizando los flujos de recursos en la obra, lo cual genera un beneficio para todo el sistema de producción. (Guzman Tejada, 2014)

La obtención de metrados de concreto y encofrado de acuerdo a la sectorización se obtendrá de un modelo BIM, en el cual cualquier cambio podrá ser controlado y manejado con mayor eficiencia. Se creará un parámetro que permita obtener las tablas de planificación necesarias por elemento para cada sector.

Se optó por medir el acero manualmente haciendo uso de hojas de cálculo en Excel, asimismo el movimiento de tierras y las juntas en losa.

Sectorización según proyecto

La modalidad de trabajo en el proyecto estudiado es una alternativa atractiva para obras cuyas características son de poseer áreas críticas; generando que el control de plazos de ejecución sea más detallada, con fechas inamovibles por poder producir mayores gastos externos al propietario y/o vecinos afectados al momento de su ejecución si este tuviese algún retraso; este concepto aplica para proyectos de obras de carreteras, saneamientos, etc.; las cuales el cierre de sus áreas afectan a sus operaciones; por tanto las entregas parciales de diferentes sectores, facilita el buen funcionamiento tanto en el proceso de ejecución (modalidad last planner system) como la reanudación de sus operaciones cotidianas en el área ejecutada terminada de manera escalonada.

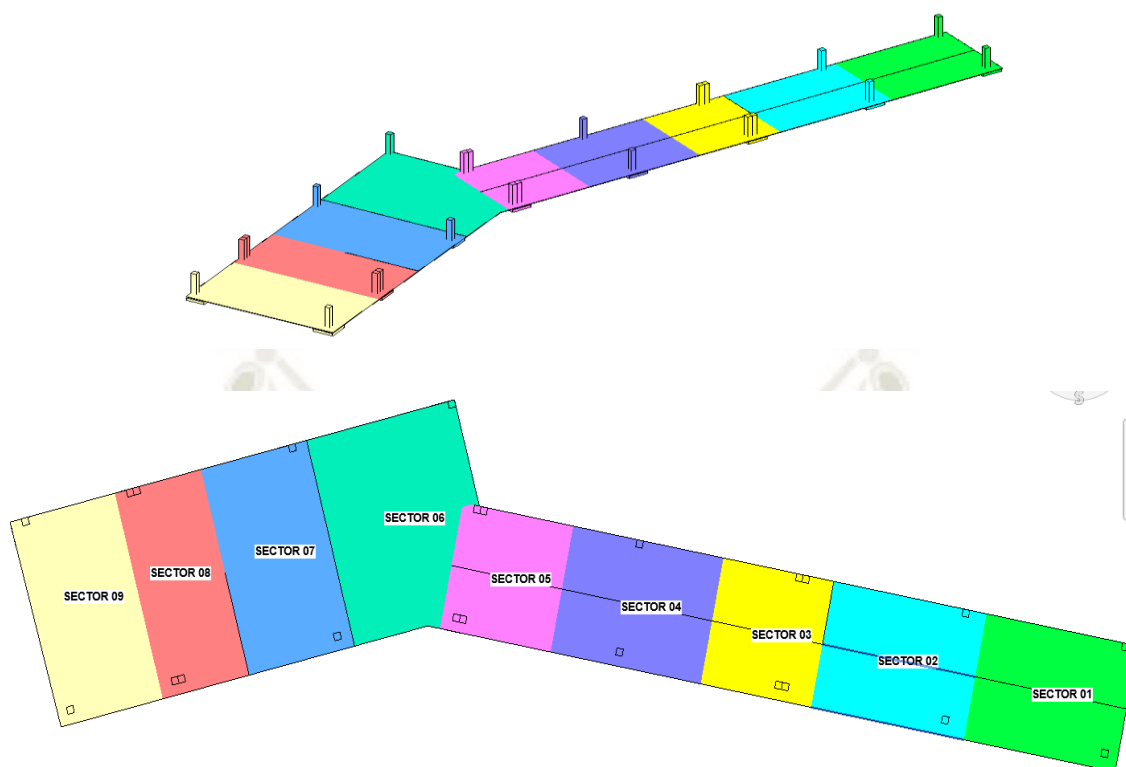


Ilustración 19: Modelo sectorizado – Programación Last Planner System (Fuente propia)

<Metrado sectorizado de Columnas>						
A	B	C	D	E	F	G
SECTOR	Tipo	Base	Ancho	Altura	Concreto	Encofrado y Desencofrado
S-1	C-1 (1.5x1.5)	1.50	1.50	8.96	40.32 m³	107.52 m²
C-1 (1.5x1.5): 2					40.32 m³	107.52 m²
S-2	C-1 (1.5x1.5)	1.50	1.50	8.96	40.32 m³	107.52 m²
C-1 (1.5x1.5): 2					40.32 m³	107.52 m²
S-3	C-1 (1.5x1.5)	1.50	1.50	8.96	80.64 m³	215.04 m²
C-1 (1.5x1.5): 4					80.64 m³	215.04 m²
S-4	C-1 (1.5x1.5)	1.50	1.50	8.96	40.32 m³	107.52 m²
C-1 (1.5x1.5): 2					40.32 m³	107.52 m²
S-5	C-1 (1.5x1.5)	1.50	1.50	8.96	80.64 m³	215.04 m²
C-1 (1.5x1.5): 4					80.64 m³	215.04 m²
S-6	C-1 (1.5x1.5)	1.50	1.50	8.96	20.16 m³	53.76 m²
C-1 (1.5x1.5): 1					20.16 m³	53.76 m²
S-7	C-1 (1.5x1.5)	1.50	1.50	8.96	40.32 m³	107.52 m²
C-1 (1.5x1.5): 2					40.32 m³	107.52 m²
S-8	C-1 (1.5x1.5)	1.50	1.50	8.96	80.64 m³	215.04 m²
C-1 (1.5x1.5): 4					80.64 m³	215.04 m²
S-9	C-1 (1.5x1.5)	1.50	1.50	8.96	40.32 m³	107.52 m²
C-1 (1.5x1.5): 2					40.32 m³	107.52 m²
Total general: 23					463.68 m³	1236.48 m²

<Metrado sectorizado Losas>						
A	B	C	D	E	F	G
SECTOR	Tipo	Área	Volumen	Anchur	Longitud	Espesor
S-1	Losa de Piso h=0.20m	921.90 m ²	184.38 m ³	13.30	34.66	0.20
S-1: 2		921.90 m ²	184.38 m ³			
S-2	Losa de Piso h=0.20m	930.94 m ²	186.19 m ³	13.30	35.00	0.20
S-2: 2		930.94 m ²	186.19 m ³			
S-3	Losa de Piso h=0.20m	672.94 m ²	134.59 m ³	13.30	25.30	0.20
S-3: 2		672.94 m ²	134.59 m ³			
S-4	Losa de Piso h=0.20m	914.85 m ²	182.97 m ³	13.30	34.40	0.20
S-4: 2		914.85 m ²	182.97 m ³			
S-5	Losa de Piso h=0.20m	672.49 m ²	134.50 m ³	13.30	25.32	0.20
S-5: 2		672.49 m ²	134.50 m ³			
S-6	Losa de Piso h=0.20m	1312.70 m ²	262.54 m ³			0.20
S-6: 2		1312.70 m ²	262.54 m ³			
S-7	Losa de Piso h=0.20m	1077.52 m ²	215.50 m ³	21.99	24.50	0.20
S-7: 2		1077.52 m ²	215.50 m ³			
S-8	Losa de Piso h=0.20m	879.60 m ²	175.92 m ³	21.99	20.00	0.20
S-8: 2		879.60 m ²	175.92 m ³			
S-9	Losa de Piso h=0.20m	1053.33 m ²	210.67 m ³			0.20
S-9: 2		1053.33 m ²	210.67 m ³			
Total general: 18		8436.27 m ²	1687.25 m ³			

Nº Veces	Nº DE ELEMENTOS	LONG. POR PIEZA	LONGITUD (M) POR DIAMETRO			
			3/8"	1/2"	5/8"	3/4"
			0.56	0.93	1.55	2.24
TOTAL POR VARILLA			6,738.87	192,870.00	2,557.17	40,080.73
DESPERDICIO 7%			7,210.59	206,370.91	2,736.17	42,886.38
PESO X VARILLA			5.04	8.95	13.97	20.12
Nº VARILLAS			1,431.00	23,069.00	196.00	2,132.00

Ilustración 20: Metrados sectorizados – Programación Last Planner System (Fuente propia)

El modelo 3D no solo nos ayudara con la obtención de metrados de concreto y encofrado, sino también con el listado de actividades necesarias para ejecutar la obra, es decir, el WBS (Work Break Down Structure) con el cual se facilita la comprensión del proyecto.

Dimensionamiento de Cuadrillas

Una vez listadas y secuenciadas las actividades a realizarse según criterios estructurales y constructivos, y con los metrados sectorizados, se procede a dimensionar las cuadrillas, teniendo en cuenta que al tener sectores con metrados parecidos, se podrá cumplir eficientemente el trabajo diario programado.

El proceso de dimensionamiento de cuadrillas será similar al realizado en la programación convencional, colocando una cantidad adecuada de cuadrillas de obreros en cada partida, y repartiendo el tiempo entre el número de sectores.

Se dimensionará las cuadrillas logrando que cada partida por sector tenga la duración de un día.

Se trabajará con los rendimientos y los mismos análisis de precios unitarios utilizados para el método de programación convencional.

Techado de zonas 02 y 03 - PROGRAMACION TRENES DE TRABAJO									
DESCRIPCION	UND	METRADO	Rendimiento	TIEMPO †	Tiempo por Sector	TE	#Cadrillas	CU	SUBTOTAL
ESTRUCTURAS									
Trabajos Preliminares									
Trazo Nivel y Replanteo Preliminar	m2	8436.27	400.00	21.09	1.00	11.00	2.00	2.77	S/ 23,368.47
Limpieza de terreno	m2	8436.27	600.00	14.06	1.00	8.00	2.00	2.40	S/ 20,247.05
Movimiento de tierra									
Excavación masiva con maquinaria	m3	3902.90	450.00	8.67	1.00	5.00	2.00	5.03	S/ 19,631.59
Carguio y eliminación de material de excavación masiva	m3	5073.77	220.00	23.06	1.00	12.00	2.00	27.87	S/ 141,405.97
Excavación localizada para zapatas	m3	2080.55	300.00	6.94	1.00	7.00	1.00	6.99	S/ 14,543.05
Carguio y eliminación de material de excavación (zapatas)	m3	2704.72	220.00	12.29	1.00	13.00	1.00	27.90	S/ 75,461.58
Relleno con over e=30cm	m3	189.14	22.00	8.60	1.00	9.00	1.00	124.23	S/ 23,496.99
Relleno controlado con material afirmado compactado e=1.5m	m3	945.71	22.00	42.99	1.00	11.00	4.00	86.85	S/ 82,134.48
Sub base y base con afirmado compactado e=30cm (zapatas)	m2	578.72	1000.00	0.58	1.00	1.00	1.00	14.88	S/ 8,611.35
Sub base e=20cm (losa de piso)	m2	7805.80	1200.00	6.50	1.00	7.00	1.00	14.18	S/ 110,686.24
Nivelación, conformación y compactación de Subrasantes con rodillo	m2	8436.27	1750.00	4.82	1.00	5.00	1.00	2.02	S/ 17,041.27
Concreto Armado									
Zapatas									
Concreto f'c=210 kg/cm2 IP para zapatas	m3	630.47	60.00	10.51	1.00	11.00	1.00	258.47	S/ 162,956.50
Habilitación de Acero Zapatas	kg	37076.43	250.00	148.31	1.00	10.00	15.00	3.85	S/ 142,744.26
Colocación Acero de refuerzo f'y=4,200 kg/cm2 para zapatas	kg	37076.43	1500.00	24.72	1.00	8.24	3.00	0.23	S/ 8,527.58
Columnas									
Concreto f'c=210 kg/cm2 IP para columnas	m3	463.68	35.00	13.25	1.00	7.00	2.00	310.49	S/ 143,966.61
Encofrado y desencofrado de Columnas	m2	1236.48	10.00	123.65	1.00	13.00	10.00	61.41	S/ 75,932.24
Habilitación de Acero Columnas	kg	72056.82	250.00	288.23	1.00	12.00	25.00	3.86	S/ 278,171.75
Colocación Acero de refuerzo f'y=4,200 kg/cm2 para columnas	kg	72,056.82	1500.00	48.04	1.00	13.00	4.00	0.23	S/ 16,573.07
Curado de concreto para columnas	m2	1236.48	300.00	4.12	1.00	5.00	1.00	1.89	S/ 2,336.95
Pernos de 1 1/2 ASTM A193 Gr B7 (long embebida 700mm, long total 950mm) y Anclaje epóxico de dowells	und	460.00	30.00	15.33	1.00	8.00	2.00	73.48	S/ 33,800.80
Losa de Piso									
Concreto f'c=210 kg/cm2 IP para losa	m3	1687.25	65.00	25.96	1.00	13.00	2.00	257.03	S/ 433,668.79
Encofrado y desencofrado para losa	m2	118.00	8.00	14.75	1.00	8.00	2.00	56.12	S/ 6,622.16
Habilitación de Losa de Piso	kg	192870.00	300.00	642.90	1.00	13.00	50.00	3.70	S/ 713,619.00
Colocación Acero de refuerzo f'y=4,200 kg/cm2 para losa	kg	192870.00	1500.00	128.58	1.00	13.00	10.00	0.23	S/ 44,360.10
Curado del concreto para losa	m2	8436.27	300.00	28.12	1.00	10.00	3.00	1.89	S/ 15,944.55
Juntas									
Juntas en Losa	ml	5943.62	90.00	66.04	1.00	12.00	6.00	20.87	S/ 124,043.35
Juntas de dilatación (paño de losa nuevo con paño existente)	ml	314.17	90.00	3.49	1.00	4.00	1.00	28.42	S/ 8,928.71
Sellado de juntas semirígido									
Perforación e inyección con Sikadur									
Juntas de corte (cada 4000m como máx.)	ml	4,029.28	100.00	40.29	1.00	11.00	4.00	25.88	S/ 104,277.77
Sellado de juntas (incluye poliestireno expandido 2")									
Juntas de borde (estructuras perimetrales)	ml	257.08	100.00	2.57	1.00	3.00	1.00	25.88	S/ 6,653.23
Sellado de juntas (incluye poliestireno expandido 2")									
Juntas de construcción	ml	1,343.09	80.00	16.79	1.00	9.00	2.00	3.30	S/ 4,432.20
Sellado de juntas semirígido									
									S/ 2,864,187.64

Ilustración 21: Cuadro dimensionamiento de cuadrillas – Programación Last Planner System (Fuente propia)

3.2.2.2. Diagrama Gantt

Tren de Trabajo

Para la conformación de los trenes de trabajo será necesaria la revisión de la sectorización y del correcto dimensionamiento de cuadrillas, ya que los trenes representarán a los sectores del proyecto.

El tren de actividades es una metodología similar a las líneas de producción en las fábricas, en las cuales el producto avanza a lo largo de varias estaciones transformándose en cada una de ellas. En el sector de la construcción, el cual no es una industria automatizada como las fábricas y no se tiene la posibilidad de mover el producto a lo largo de varias estaciones, se creó el concepto de tren de actividades, según el cual las cuadrillas de trabajo van avanzando unos tras otros a través de los sectores establecidos anteriormente en el proceso de sectorización, con esto se pretende tener un proceso continuo y ordenado de trabajo, además de poder identificar fácilmente los avances a través de la ubicación de las cuadrillas en un sector determinado. (Guzman Tejada, 2014)

Debe efectuarse de forma ordenada y en base a la prioridad que tiene cada actividad.

En esta programación, cada actividad será crítica, ya que los trenes dependerán el uno del otro.

Buffers

Para controlar aún más la variabilidad que traen consigo los proyectos de construcción, es necesario contar con “colchones” o “amortiguadores”, traducción al español de buffers.

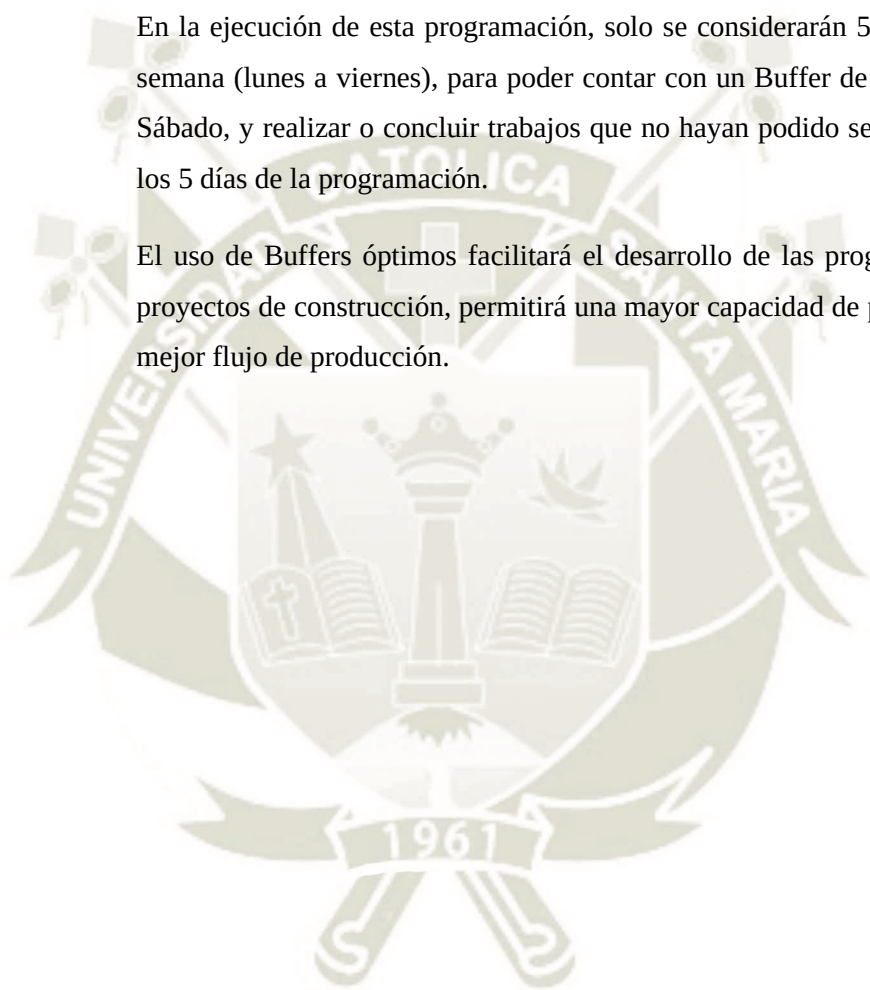
Los buffers son una herramienta que contrarresta los efectos negativos de la variabilidad que no puede ser controlada por la planificación con metodología Lean.

De los 3 tipos de Buffers existentes, para la programación por trenes de trabajo del Techado de Losa de la Zona 02 y 03, se hará uso del Buffer de Tiempo.

Este Buffer representa generar un colchón de tiempo para el proyecto. Tiempo que pueda utilizarse en caso de presentarse complicaciones que impliquen un riesgo para no cumplir con los plazos establecidos.

En la ejecución de esta programación, solo se considerarán 5 días útiles por semana (lunes a viernes), para poder contar con un Buffer de Tiempo, el día Sábado, y realizar o concluir trabajos que no hayan podido ser cumplidos en los 5 días de la programación.

El uso de Buffers óptimos facilitará el desarrollo de las programaciones de proyectos de construcción, permitirá una mayor capacidad de predicción y un mejor flujo de producción.



Cronograma de Obra

Nombre de tarea		Comienzo	Fin	Duración	Metrado	C.U.	Costo	02-Set	03-Set	04-Set	05-Set	06-Set	07-Set	08-Set	09-Set	10-Set	11-Set	12-Set	13-Set	14-Set	15-Set	16-Set	17-Set	18-Set	19-Set	20-Set	21-Set	22-Set	23-Set	24-Set	25-Set	26-Set	27-Set	28-Set	29-Set	30-Set	01-Oct	02-Oct	03-Oct	04-Oct	
CRONOGRAMA TECHADO ZONA 02 Y 03																																									
Trazo Nivel y Replanteo Preliminar																																									
S1		03/09/2021	03/09/2021	1.00	921.90	2.77	\$/2,553.67	X																																	
S2		06/09/2021	06/09/2021	1.00	930.94	2.77	\$/2,578.71					X																													
S3		07/09/2021	07/09/2021	1.00	672.94	2.77	\$/1,864.04						X																												
S4		08/09/2021	08/09/2021	1.00	914.85	2.77	\$/2,534.14							X																											
S5		09/09/2021	09/09/2021	1.00	672.49	2.77	\$/1,862.80								X																										
S6		10/09/2021	10/09/2021	1.00	1,312.70	2.77	\$/3,636.17									X																									
S7		13/09/2021	13/09/2021	1.00	1,077.52	2.77	\$/2,984.72										X																								
S8		14/09/2021	14/09/2021	1.00	879.60	2.77	\$/2,436.50											X																							
S9		15/09/2021	15/09/2021	1.00	1,053.33	2.77	\$/2,917.72												X																						
Limpieza de terreno																																									
S1		03/09/2021	03/09/2021	1.00	921.90	2.40	\$/2,212.56	X																																	
S2		06/09/2021	06/09/2021	1.00	930.94	2.40	\$/2,234.27					X																													
S3		07/09/2021	07/09/2021	1.00	672.94	2.40	\$/1,615.06						X																												
S4		08/09/2021	08/09/2021	1.00	914.85	2.40	\$/2,195.64							X																											
S5		09/09/2021	09/09/2021	1.00	672.49	2.40	\$/1,613.98								X																										
S6		10/09/2021	10/09/2021	1.00	1,312.70	2.40	\$/3,150.47									X																									
S7		13/09/2021	13/09/2021	1.00	1,077.52	2.40	\$/2,586.04										X																								
S8		14/09/2021	14/09/2021	1.00	879.60	2.40	\$/2,111.05											X																							
S9		15/09/2021	15/09/2021	1.00	1,053.33	2.40	\$/2,527.98												X																						
Excavación masiva con maquinaria																																									
S1		03/09/2021	03/09/2021	1.00	425.43	5.03	\$/2,139.92	X																																	
S2		06/09/2021	06/09/2021	1.00	429.95	5.03	\$/2,162.66					X																													
S3		07/09/2021	07/09/2021	1.00	286.83	5.03	\$/1,493.03						X																												
S4		08/09/2021	08/09/2021	1.00	421.91	5.03	\$/2,122.19							X																											
S5		09/09/2021	09/09/2021	1.00	296.60	5.03	\$/1,491.90								X																										
S6		10/09/2021	10/09/2021	1.00	637.65	5.03	\$/3,207.37									X																									
S7		13/09/2021	13/09/2021	1.00	503.24	5.03	\$/2,531.29										X																								
S8		14/09/2021	14/09/2021	1.00	400.16	5.03	\$/2,012.79											X																							
S9		15/09/2021	15/09/2021	1.00	491.14	5.03	\$/2,470.45												X																						
Carguo y eliminación de material de excavación masiva																																									
S1		03/09/2021	03/09/2021	1.00	553.06	27.87	\$/15,413.79	X																																	
S2		06/09/2021	06/09/2021	1.00	558.94	27.87	\$/15,577.59					X																													
S3		07/09/2021	07/09/2021	1.00	385.87	27.87	\$/10,754.27						X																												
S4		08/09/2021	08/09/2021	1.00	548.48	27.87	\$/15,286.08							X																											
S5		09/09/2021	09/09/2021	1.00	385.58	27.87	\$/10,746.15								X																										
S6		10/09/2021	10/09/2021	1.00	828.94	27.87	\$/23,102.62									X																									
S7		13/09/2021	13/09/2021	1.00	654.21	27.87	\$/18,232.82										X																								
S8		14/09/2021	14/09/2021	1.00	520.20	27.87	\$/14,498.09											X																							
S9		15/09/2021	15/09/2021	1.00	638.49	27.87	\$/17,794.62												X																						
Excavación localizada para zapatas																																									
S1		06/09/2021	06/09/2021	1.00	234.43	6.99	\$/1,638.68					X																													
S2		07/09/2021	07/09/2021	1.00	234.43	6.99	\$/1,638.68						X																												
S3		08/09/2021	08/09/2021	1.00	261.66	6.99	\$/1,828.98							X																											
S4		09/09/2021	09/09/2021	1.00	234.43	6.99	\$/1,638.68								X																										
S5		10/09/2021	10/09/2021	1.00	261.66	6.99	\$/1,828.98									X																									
S6		13/09/2021	13/09/2021	1.00	123.42	6.99	\$/862.71										X																								
S7		14/09/2021	14/09/2021	1.00	234.43	6.99	\$/1,638.68											X																							
S8		15/09/2021	15/09/2021	1.00	261.66	6.99	\$/1,828.98												X																						
S9		16/09/2021	16/09/2021	1.00	234.43	6.99	\$/1,638.68													X																					
Carguo y eliminación de material de excavación (zapatas)																																									
S1		06/09/2021	06/09/2021	1.00	304.76	27.90	\$/8,502.85					X																													
S2		07/09/2021	07/09/2021	1.00	304.76	27.90	\$/8,502.85						X																												
S3		08/09/2021	08/09/2021	1.00	340.15	27.90	\$/9,490.30							X																											
S4		09/09/2021	09/09/2021	1.00	304.76	27.90	\$/8,502.85								X																										
S5		10/09/2021	10/09/2021	1.00	340.15	27.90	\$/9,490.30									X																									
S6		13/09/2021	13/09/2021	1.00	160.45	27.90	\$/4,476.44										X																								
S7		14/09/2021	14/09/2021	1.00	304.76	27.90	\$/8,502.85											X																							
S8		15/09/2021	15/09/2021	1.00	340.15	27.90	\$/9,490.30												X															</							

Página | 49

S/2,864,242.1

Ilustración 22: Cronograma de obra – Programación Last Planner System (Fuente propia)

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD	Setiembre								Setiembre								Setiembre								Setiembre								Setiembre								Octubre		
	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M					
	01	02	03	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	01	02	03	04	05	06					
TECHADO ZONA 02 Y ZONA 03																																											
TRABAJOS PRELIMINARES																																											
Trazo Nivel y Replanteo Preliminar					SZ1			SZ2	SZ3	SZ4	SZ5	SZ6			SZ7	SZ8	SZ9																										
Limpieza de terreno					SZ1			SZ2	SZ3	SZ4	SZ5	SZ6			SZ7	SZ8	SZ9																										
Excavación masiva con maquinaria					SZ1			SZ2	SZ3	SZ4	SZ5	SZ6			SZ7	SZ8	SZ9																										
Carguio y eliminación de material de excavación masiva					SZ1			SZ2	SZ3	SZ4	SZ5	SZ6			SZ7	SZ8	SZ9																										
Excavación localizada para zapatas								SZ1	SZ2	SZ3	SZ4	SZ5			SZ6	SZ7	SZ8	SZ9																									
Carguio y eliminación de material de excavación (zapatas)								SZ1	SZ2	SZ3	SZ4	SZ5			SZ6	SZ7	SZ8	SZ9																									
Relleno con over e=30cm								SZ1	SZ2	SZ3	SZ4				SZ5	SZ6	SZ7	SZ8	SZ9																								
Relleno controlado con material afirmado compactado e=1.5m								SZ1	SZ2	SZ3	SZ4				SZ5	SZ6	SZ7	SZ8	SZ9																								
ZAPATAS Y COLUMNAS																																											
Habilitación de Acero Zapatas									SZ1	SZ2	SZ3	SZ4			SZ5	SZ6	SZ7	SZ8	SZ9																								
Habilitación de Acero Columnas									SZ1	SZ2	SZ3	SZ4			SZ5	SZ6	SZ7	SZ8	SZ9																								
Colocacion Acero de refuerzo f'y=4,200 kg/cm2 para zapatas										SZ1	SZ2	SZ3			SZ4	SZ5	SZ6	SZ7	SZ8		SZ9																						
Colocacion Acero de refuerzo f'y=4,200 kg/cm2 para columnas										SZ1	SZ2	SZ3			SZ4	SZ5	SZ6	SZ7	SZ8		SZ9																						
Concreto f'c=210 kg/cm2 IP para zapatas										SZ1	SZ2	SZ3			SZ4	SZ5	SZ6	SZ7	SZ8		SZ9																						
Encofrado de Columnas											SZ1	SZ2			SZ3	SZ4	SZ5	SZ6	SZ7		SZ8	SZ9																					
Concreto f'c=210 kg/cm2 IP para columnas											SZ1	SZ2			SZ3	SZ4	SZ5	SZ6	SZ7		SZ8	SZ9																					
Desencofrado de Columnas												SZ1			SZ2	SZ3	SZ4	SZ5	SZ6		SZ7	SZ8	SZ9																				
Curado de concreto para columnas												SZ1			SZ2	SZ3	SZ4	SZ5	SZ6		SZ7	SZ8	SZ9																				
Pernos de 1 1/2 ASTM A193 Gr B7															SZ1	SZ2	SZ3	SZ4	SZ5		SZ6	SZ7	SZ8	SZ9																			
LOSAS																																											
Sub base y base con afirmado compactado e=30cm (zapatas)																			SL-1		SL-2	SL-3	SL-4	SL-5	SL-6			SL-7	S-8	S-9													
Sub base e=20cm (losa de piso)																			SL-1		SL-2	SL-3	SL-4	SL-5	SL-6			SL-7	S-8	S-9													
Nivelación, conformación y compactacion de Subrasantes con rodillo																			SL-1		SL-2	SL-3	SL-4	SL-5	SL-6			SL-7	S-8	S-9													
Habilitación de acero para Losa de Piso																					SL-1	SL-2	SL-3	SL-4	SL-5			SL-6	SL-7	S-8	S-9												
Encofrado para losa																					SL-1	SL-2	SL-3	SL-4				SL-5	SL-6	SL-7	S-8	S-9											
Colocacion Acero de refuerzo f'y=4,200 kg/cm2 para losa																					SL-1	SL-2	SL-3	SL-4				SL-5	SL-6	SL-7	S-8	S-9											
Concreto f'c=210 kg/cm2 IP para losa																						SL-1	SL-2	SL-3				SL-4	SL-5	SL-6	SL-7	S-8		S-9									
Curado del concreto para losa																							SL-1	SL-2					SL-3	SL-4	SL-5	SL-6	SL-7		S-8	S-9							
Juntas en Losa																								SL-1	SL-2				SL-3	SL-4	SL-5	SL-6	SL-7		S-8	S-9							
Desencofrado para losa																								SL-1	SL-2				SL-3	SL-4	SL-5	SL-6	SL-7		S-8	S-9							

Ilustración 23: Trenes de trabajo – Programación Last Planner System (Fuente propia)

Look Ahead

Herramienta de control del Last Planner System. Es una planificación de 4-6 semanas de horizonte que permite analizar las partidas próximas a ejecutar y poder liberar restricciones.

La fecha meta propuesta de fin del proyecto no deberá pasar de la primera semana de octubre.

Por lo tanto, se iniciará la planificación desde la fecha de fin de plazo elegida (05 de octubre), logrando determinar cuáles son las actividades de mayor importancia y cuáles serán los trabajos necesarios para los trabajos siguientes cumpliendo de manera eficiente la ejecución del cronograma.

Esta planificación es conocida como la planificación por fases (Pull Planning) en la que solo se realizara el trabajo necesario para la actividad sucesora.

El look ahead tiene como finalidad prevenir los errores promoviendo actuar en el presente para conseguir buenos resultados en el futuro. Por lo tanto, se puede llevar un mejor control de las tareas y de su cumplimiento, detectando los errores anticipadamente y así impidiendo que las actividades se retrasen y generen un retraso en la programación.

Asimismo, en esta etapa se realiza el análisis de restricciones, en el que se determina con tiempo algún eventual problema para que se le pueda dar solución.

El Análisis de las Restricciones brinda alta probabilidades de que las actividades empiecen en la fecha establecida protegiendo de esta manera el cronograma.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

[illegible]

Ilustración 24: Look Ahead – Programación Last Planner System (Fuente propia)

3.2.2.3. Histograma de Mano de Obra

Permite reconocer patrones de comportamiento sobre el recurso de mano de obra utilizado en la programación. Además, permite realizar la toma de decisiones y realizar procesos de mejora para mantener los recursos utilizados de manera más uniforme y controlada.

Una vez realizada la sectorización, dimensionadas las cuadrillas y realizado el look ahead, de acuerdo al ratio de horas hombre por actividad y por sector se procedió a la elaboración del histograma por día, como se muestra a continuación:

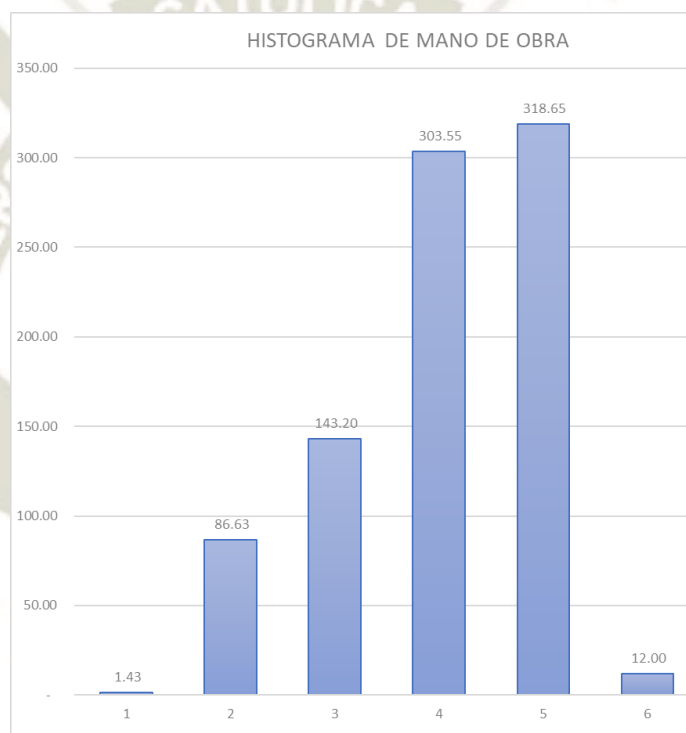


Ilustración 25: Histograma mano de obra – Programación Last Planner System (Fuente propia)

3.2.2.4. Histograma de Equipos

La capacidad de los histogramas de reflejar la distribución de las tareas, así como su uniformidad, es precisa para reflejar la cantidad de recursos necesarios por día. Así como se realizó el histograma de mano de obra, se realiza el histograma correspondiente a los equipos.

En el look ahead se calculará el metrado realizado de cada actividad por sector y se multiplicará por el ratio de horas máquina de acuerdo a los análisis de precios unitarios, de esta forma se elabora el histograma por día que se muestra a continuación.

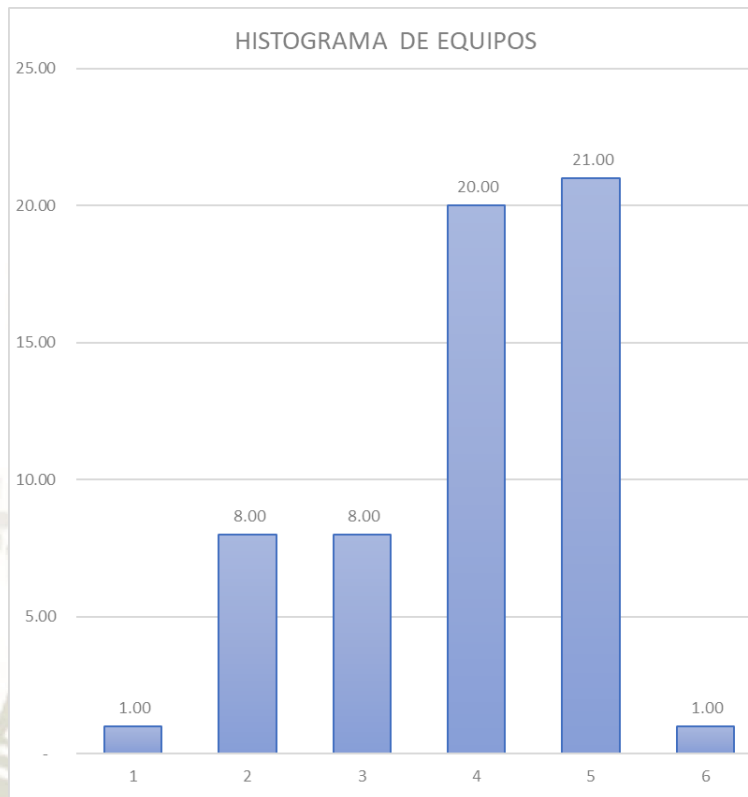


Ilustración 26: Histograma equipos – Programación Last Planner System (Fuente propia)

3.2.2.5. Cronograma de Adquisición de Materiales

El cronograma de adquisición de materiales es elaborado para tener un control adecuado de distribución de los materiales mensual o semanal programado durante todo el plazo de ejecución de obra.

El Cronograma de adquisición de materiales, debe guardar armonía con el Cronograma Valorizado, de modo que se pueda hacer el control adecuado de los materiales o insumos y del presupuesto.

Es importante este control para evitar atrasos y/o paralizaciones injustificadas causadas por falta de insumos durante la ejecución de obra. En esta programación este cronograma es más detallado al ser realizado por sectores.



Nombre de tarea		Comienzo	Fin	Duración	Costo	05-Set	12-Set	19-Set	26-Set	03-Oct	10-Oct	17-Oct
CRONOGRAMA TECHADO ZONA 02 Y 03												
Trazo Nivel y Replanteo Preliminar - PINTURA												
51		03/09/2021	03/09/2021	1.00	\$/101.41	101.41	-	-	-	-	-	-
52		06/09/2021	06/09/2021	1.00	\$/102.40	-	102.40	-	-	-	-	-
53		07/09/2021	07/09/2021	1.00	\$/74.02	-	74.02	-	-	-	-	-
54		08/09/2021	08/09/2021	1.00	\$/100.63	-	100.63	-	-	-	-	-
55		09/09/2021	09/09/2021	1.00	\$/73.97	-	73.97	-	-	-	-	-
56		10/09/2021	10/09/2021	1.00	\$/144.40	-	144.40	-	-	-	-	-
57		13/09/2021	13/09/2021	1.00	\$/118.53	-	-	118.53	-	-	-	-
58		14/09/2021	14/09/2021	1.00	\$/96.76	-	-	96.76	-	-	-	-
59		15/09/2021	15/09/2021	1.00	\$/115.87	-	-	115.87	-	-	-	-
Trazo Nivel y Replanteo Preliminar - YESO												
51		03/09/2021	03/09/2021	1.00	\$/350.32	350.32	-	-	-	-	-	-
52		06/09/2021	06/09/2021	1.00	\$/353.76	-	353.76	-	-	-	-	-
53		07/09/2021	07/09/2021	1.00	\$/255.72	-	255.72	-	-	-	-	-
54		08/09/2021	08/09/2021	1.00	\$/347.64	-	347.64	-	-	-	-	-
55		09/09/2021	09/09/2021	1.00	\$/255.55	-	255.55	-	-	-	-	-
56		10/09/2021	10/09/2021	1.00	\$/498.82	-	498.82	-	-	-	-	-
57		13/09/2021	13/09/2021	1.00	\$/409.46	-	-	409.46	-	-	-	-
58		14/09/2021	14/09/2021	1.00	\$/334.25	-	-	334.25	-	-	-	-
59		15/09/2021	15/09/2021	1.00	\$/400.26	-	-	400.26	-	-	-	-
Relleno con over es 30cm - MATERIAL DE RELLENO OVER												
51		07/09/2021	07/09/2021	1.00	\$/796.64	-	796.64	-	-	-	-	-
52		08/09/2021	08/09/2021	1.00	\$/796.64	-	796.64	-	-	-	-	-
53		09/09/2021	09/09/2021	1.00	\$/889.16	-	889.16	-	-	-	-	-
54		10/09/2021	10/09/2021	1.00	\$/796.64	-	796.64	-	-	-	-	-
55		13/09/2021	13/09/2021	1.00	\$/889.16	-	-	889.16	-	-	-	-
56		14/09/2021	14/09/2021	1.00	\$/419.40	-	-	419.40	-	-	-	-
57		15/09/2021	15/09/2021	1.00	\$/796.64	-	-	796.64	-	-	-	-
58		16/09/2021	16/09/2021	1.00	\$/889.16	-	-	889.16	-	-	-	-
59		17/09/2021	17/09/2021	1.00	\$/796.64	-	-	796.64	-	-	-	-
Relleno con over es 30cm -AGUA												
51		07/09/2021	07/09/2021	1.00	\$/12.79	-	12.79	-	-	-	-	-
52		08/09/2021	08/09/2021	1.00	\$/12.79	-	12.79	-	-	-	-	-
53		09/09/2021	09/09/2021	1.00	\$/14.27	-	14.27	-	-	-	-	-
54		10/09/2021	10/09/2021	1.00	\$/12.79	-	12.79	-	-	-	-	-
55		13/09/2021	13/09/2021	1.00	\$/14.27	-	-	14.27	-	-	-	-
56		14/09/2021	14/09/2021	1.00	\$/6.73	-	-	6.73	-	-	-	-
57		15/09/2021	15/09/2021	1.00	\$/12.79	-	-	12.79	-	-	-	-
58		16/09/2021	16/09/2021	1.00	\$/14.27	-	-	14.27	-	-	-	-
59		17/09/2021	17/09/2021	1.00	\$/12.79	-	-	12.79	-	-	-	-
Relleno controlado con material afirmado compactado es 1.5m -AGUA												
51		07/09/2021	07/09/2021	1.00	\$/63.94	-	63.94	-	-	-	-	-
52		08/09/2021	08/09/2021	1.00	\$/63.94	-	63.94	-	-	-	-	-
53		09/09/2021	09/09/2021	1.00	\$/71.36	-	71.36	-	-	-	-	-
54		10/09/2021	10/09/2021	1.00	\$/63.94	-	63.94	-	-	-	-	-
55		13/09/2021	13/09/2021	1.00	\$/71.36	-	-	71.36	-	-	-	-
56		14/09/2021	14/09/2021	1.00	\$/33.66	-	-	33.66	-	-	-	-
57		15/09/2021	15/09/2021	1.00	\$/63.94	-	-	63.94	-	-	-	-
58		16/09/2021	16/09/2021	1.00	\$/71.36	-	-	71.36	-	-	-	-
59		17/09/2021	17/09/2021	1.00	\$/63.94	-	-	63.94	-	-	-	-
Habilitación de acero Zapatas - ALAMBRE NEGRO RECODDO												
51		07/09/2021	07/09/2021	1.00	\$/456.56	-	456.56	-	-	-	-	-
52		08/09/2021	08/09/2021	1.00	\$/456.56	-	456.56	-	-	-	-	-
53		09/09/2021	09/09/2021	1.00	\$/527.02	-	527.02	-	-	-	-	-
54		10/09/2021	10/09/2021	1.00	\$/456.56	-	456.56	-	-	-	-	-
55		13/09/2021	13/09/2021	1.00	\$/527.02	-	-	527.02	-	-	-	-
56		14/09/2021	14/09/2021	1.00	\$/214.55	-	-	214.55	-	-	-	-
57		15/09/2021	15/09/2021	1.00	\$/456.56	-	-	456.56	-	-	-	-
58		16/09/2021	16/09/2021	1.00	\$/527.02	-	-	527.02	-	-	-	-
59		17/09/2021	17/09/2021	1.00	\$/456.56	-	-	456.56	-	-	-	-
Habilitación de acero Zapatas -ACERO CORRUGADO												
51		07/09/2021	07/09/2021	1.00	\$/12,451.66	-	12,451.66	-	-	-	-	-
52		08/09/2021	08/09/2021	1.00	\$/12,451.66	-	12,451.66	-	-	-	-	-
53		09/09/2021	09/09/2021	1.00	\$/14,373.26	-	14,373.26	-	-	-	-	-
54		10/09/2021	10/09/2021	1.00	\$/12,451.66	-	12,451.66	-	-	-	-	-
55		13/09/2021	13/09/2021	1.00	\$/14,373.26	-	-	14,373.26	-	-	-	-
56		14/09/2021	14/09/2021	1.00	\$/5,851.23	-	-	5,851.23	-	-	-	-
57		15/09/2021	15/09/2021	1.00	\$/12,451.66	-	-	12,451.66	-	-	-	-
58		16/09/2021	16/09/2021	1.00	\$/14,373.26	-	-	14,373.26	-	-	-	-
59		17/09/2021	17/09/2021	1.00	\$/12,451.66	-	-	12,451.66	-	-	-	-
Habilitación de acero Columnas - ALAMBRE NEGRO RECODDO												
51		07/09/2021	07/09/2021	1.00	\$/689.24	-	689.24	-	-	-	-	-
52		08/09/2021	08/09/2021	1.00	\$/689.24	-	689.24	-	-	-	-	-
53		09/09/2021	09/09/2021	1.00	\$/1,378.48	-	1,378.48	-	-	-	-	-
54		10/09/2021	10/09/2021	1.00	\$/689.24	-	689.24	-	-	-	-	-
55		13/09/2021	13/09/2021	1.00	\$/1,378.48	-	-	1,378.48	-	-	-	-
56		14/09/2021	14/09/2021	1.00	\$/344.62	-	-	344.62	-	-	-	-
57		15/09/2021	15/09/2021	1.00	\$/689.24	-	-	689.24	-	-	-	-
58		16/09/2021	16/09/2021	1.00	\$/1,378.48	-	-	1,378.48	-	-	-	-
59		17/09/2021	17/09/2021	1.00	\$/689.24	-	-	689.24	-	-	-	-
Habilitación de acero Columnas -ACERO CORRUGADO												
51		07/09/2021	07/09/2021	1.00	\$/18,797.43	-	18,797.43	-	-	-	-	-
52		08/09/2021	08/09/2021	1.00	\$/18,797.43	-	18,797.43	-	-	-	-	-
53		09/09/2021	09/09/2021	1.00	\$/37,594.86	-	37,594.86	-	-	-	-	-
54		10/09/2021	10/09/2021	1.00	\$/18,797.43	-	18,797.43	-	-	-	-	-
55		13/09/2021	13/09/2021	1.00	\$/37,594.86	-	-	37,594.86	-	-	-	-
56		14/09/2021	14/09/2021	1.00	\$/9,398.72	-	-	9,398.72	-	-	-	-
57		15/09/2021	15/09/2021	1.00	\$/18,797.43	-	-	18,7				



Nombre de tarea				Comienzo	Fin	Duración	Costo	05-Set	12-Set	19-Set	26-Set	03-Oct	10-Oct	17-Oct
CRONOGRAMA TECHADO ZONA 02 Y 03														
Pernos de 1 1/2 ASTM A193 Gr B7 (long embebida 700mm, long total 950mm) y Andaje epóxico de dowels - DOWELS														
S1	13/09/2021	13/09/2021	1.00	S/993.20	-	-	-	-	-	993.20	-	-	-	-
S2	14/09/2021	14/09/2021	1.00	S/993.20	-	-	-	-	-	993.20	-	-	-	-
S3	15/09/2021	15/09/2021	1.00	S/1,986.40	-	-	-	-	-	1,986.40	-	-	-	-
S4	16/09/2021	16/09/2021	1.00	S/993.20	-	-	-	-	-	993.20	-	-	-	-
S5	17/09/2021	17/09/2021	1.00	S/1,986.40	-	-	-	-	-	1,986.40	-	-	-	-
S6	20/09/2021	20/09/2021	1.00	S/496.60	-	-	-	-	-	-	496.60	-	-	-
S7	21/09/2021	21/09/2021	1.00	S/993.20	-	-	-	-	-	-	993.20	-	-	-
S8	22/09/2021	22/09/2021	1.00	S/1,986.40	-	-	-	-	-	-	1,986.40	-	-	-
S9	23/09/2021	23/09/2021	1.00	S/993.20	-	-	-	-	-	-	993.20	-	-	-
Sub base y base con afirmado compactado en 30cm (zapatas) - MATERIAL GRANULAR BASE														
S1	17/09/2021	17/09/2021	1.00	S/707.32	-	-	-	-	-	707.32	-	-	-	-
S2	20/09/2021	20/09/2021	1.00	S/707.32	-	-	-	-	-	-	707.32	-	-	-
S3	21/09/2021	21/09/2021	1.00	S/747.18	-	-	-	-	-	-	747.18	-	-	-
S4	22/09/2021	22/09/2021	1.00	S/707.32	-	-	-	-	-	-	707.32	-	-	-
S5	23/09/2021	23/09/2021	1.00	S/747.18	-	-	-	-	-	-	747.18	-	-	-
S6	24/09/2021	24/09/2021	1.00	S/373.64	-	-	-	-	-	-	373.64	-	-	-
S7	27/09/2021	27/09/2021	1.00	S/707.32	-	-	-	-	-	-	-	707.32	-	-
S8	28/09/2021	28/09/2021	1.00	S/747.18	-	-	-	-	-	-	-	747.18	-	-
S9	29/09/2021	29/09/2021	1.00	S/707.32	-	-	-	-	-	-	-	707.32	-	-
Sub base en 20cm (lisa de piso) - MATERIAL GRANULAR BASE														
S1	17/09/2021	17/09/2021	1.00	S/9,044.66	-	-	-	-	-	9,044.66	-	-	-	-
S2	20/09/2021	20/09/2021	1.00	S/9,140.78	-	-	-	-	-	-	9,140.78	-	-	-
S3	21/09/2021	21/09/2021	1.00	S/6,310.50	-	-	-	-	-	-	6,310.50	-	-	-
S4	22/09/2021	22/09/2021	1.00	S/8,969.72	-	-	-	-	-	-	8,969.72	-	-	-
S5	23/09/2021	23/09/2021	1.00	S/6,305.74	-	-	-	-	-	-	6,305.74	-	-	-
S6	24/09/2021	24/09/2021	1.00	S/13,556.40	-	-	-	-	-	-	13,556.40	-	-	-
S7	27/09/2021	27/09/2021	1.00	S/10,698.84	-	-	-	-	-	-	-	10,698.84	-	-
S8	28/09/2021	28/09/2021	1.00	S/8,507.34	-	-	-	-	-	-	-	8,507.34	-	-
S9	29/09/2021	29/09/2021	1.00	S/10,441.71	-	-	-	-	-	-	-	10,441.71	-	-
Habilitación de acero para losa - ALAMBRE NEGRO RECORRIDO														
S1	20/09/2021	20/09/2021	1.00	S/2,318.42	-	-	-	-	-	-	2,318.42	-	-	-
S2	21/09/2021	21/09/2021	1.00	S/2,341.16	-	-	-	-	-	-	2,341.16	-	-	-
S3	22/09/2021	22/09/2021	1.00	S/1,692.32	-	-	-	-	-	-	1,692.32	-	-	-
S4	23/09/2021	23/09/2021	1.00	S/2,300.69	-	-	-	-	-	-	2,300.69	-	-	-
S5	24/09/2021	24/09/2021	1.00	S/1,691.20	-	-	-	-	-	-	1,691.20	-	-	-
S6	27/09/2021	27/09/2021	1.00	S/3,301.19	-	-	-	-	-	-	-	3,301.19	-	-
S7	28/09/2021	28/09/2021	1.00	S/2,709.76	-	-	-	-	-	-	-	2,709.76	-	-
S8	29/09/2021	29/09/2021	1.00	S/2,212.05	-	-	-	-	-	-	-	2,212.05	-	-
S9	30/09/2021	30/09/2021	1.00	S/2,648.93	-	-	-	-	-	-	-	2,648.93	-	-
Habilitación de acero para losa - ALAMBRE NEGRO RECORRIDO														
S1	20/09/2021	20/09/2021	1.00	S/63,229.57	-	-	-	-	-	-	63,229.57	-	-	-
S2	21/09/2021	21/09/2021	1.00	S/63,849.73	-	-	-	-	-	-	63,849.73	-	-	-
S3	22/09/2021	22/09/2021	1.00	S/46,154.26	-	-	-	-	-	-	46,154.26	-	-	-
S4	23/09/2021	23/09/2021	1.00	S/62,746.04	-	-	-	-	-	-	62,746.04	-	-	-
S5	24/09/2021	24/09/2021	1.00	S/46,123.54	-	-	-	-	-	-	46,123.54	-	-	-
S6	27/09/2021	27/09/2021	1.00	S/90,032.57	-	-	-	-	-	-	-	90,032.57	-	-
S7	28/09/2021	28/09/2021	1.00	S/73,902.51	-	-	-	-	-	-	-	73,902.51	-	-
S8	29/09/2021	29/09/2021	1.00	S/60,328.52	-	-	-	-	-	-	-	60,328.52	-	-
S9	30/09/2021	30/09/2021	1.00	S/72,243.49	-	-	-	-	-	-	-	72,243.49	-	-
Encofrado de losa - CLAVOS 2"														
S1	21/09/2021	21/09/2021	1.00	S/28.97	-	-	-	-	-	-	28.97	-	-	-
S2	22/09/2021	22/09/2021	1.00	S/21.14	-	-	-	-	-	-	21.14	-	-	-
S3	23/09/2021	23/09/2021	1.00	S/15.28	-	-	-	-	-	-	15.28	-	-	-
S4	24/09/2021	24/09/2021	1.00	S/20.77	-	-	-	-	-	-	20.77	-	-	-
S5	27/09/2021	27/09/2021	1.00	S/15.29	-	-	-	-	-	-	-	15.29	-	-
S6	28/09/2021	28/09/2021	1.00	S/23.21	-	-	-	-	-	-	-	23.21	-	-
S7	29/09/2021	29/09/2021	1.00	S/14.80	-	-	-	-	-	-	-	14.80	-	-
S8	30/09/2021	30/09/2021	1.00	S/12.08	-	-	-	-	-	-	-	12.08	-	-
S9	01/10/2021	01/10/2021	1.00	S/27.96	-	-	-	-	-	-	-	27.96	-	-
Encofrado de losa - CLAVOS 3"														
S1	21/09/2021	21/09/2021	1.00	S/16.50	-	-	-	-	-	-	16.50	-	-	-
S2	22/09/2021	22/09/2021	1.00	S/12.04	-	-	-	-	-	-	12.04	-	-	-
S3	23/09/2021	23/09/2021	1.00	S/8.70	-	-	-	-	-	-	8.70	-	-	-
S4	24/09/2021	24/09/2021	1.00	S/11.83	-	-	-	-	-	-	11.83	-	-	-
S5	27/09/2021	27/09/2021	1.00	S/8.71	-	-	-	-	-	-	-	8.71	-	-
S6	28/09/2021	28/09/2021	1.00	S/13.22	-	-	-	-	-	-	-	13.22	-	-
S7	29/09/2021	29/09/2021	1.00	S/8.43	-	-	-	-	-	-	-	8.43	-	-
S8	30/09/2021	30/09/2021	1.00	S/6.88	-	-	-	-	-	-	-	6.88	-	-
S9	01/10/2021	01/10/2021	1.00	S/15.92	-	-	-	-	-	-	-	15.92	-	-
Encofrado de losa - MADERA TORNILLO LARGA														
S1	21/09/2021	21/09/2021	1.00	S/394.81	-	-	-	-	-	-	394.81	-	-	-
S2	22/09/2021	22/09/2021	1.00	S/288.12	-	-	-	-	-	-	288.12	-	-	-
S3	23/09/2021	23/09/2021	1.00	S/208.27	-	-	-	-	-	-	208.27	-	-	-
S4	24/09/2021	24/09/2021	1.00	S/283.14	-	-	-	-	-	-	283.14	-	-	-
S5	27/09/2021	27/09/2021	1.00	S/208.42	-	-	-	-	-	-	-	208.42	-	-
S6	28/09/2021	28/09/2021	1.00	S/316.29	-	-	-	-	-	-	-	316.29	-	-
S7	29/09/2021	29/09/2021	1.00	S/201.68	-	-	-	-	-	-	-	201.68	-	-
S8	30/09/2021	30/09/2021	1.00	S/164.64	-	-	-	-	-	-	-	164.64	-	-
S9	01/10/2021	01/10/2021	1.00	S/381.04	-	-	-	-	-	-	-	381.04	-	-
Concreto de losa - CONCRETO PREMEZCLADO DE 210 kgf/cm2														
S1	22/09/2021	22/09/2021	1.00	S/44,225.39	-	-	-	-	-	-	44,225.39	-	-	-
S2	23/09/2021	23/09/209												

Ilustración 27: Cronograma valorizado adquisición de materiales – Programación Last Planner System (Fuente propia)

3.2.2.6. Cronograma Valorizado

Se realizó un cronograma valorizado diario y semanal, en el que se representan los costos directos por día y por semana de acuerdo al Look Ahead.

Permite controlar el avance de la obra, verificando y comparando lo programado y ejecutado respecto a la adquisición de los diversos elementos de la obra



Cronograma Valorizado Diario

Ilustración 28: Cronograma valorizado diario – Programación Last Planner System (Fuente propia)

En su investigación no olvide referenciar esta tesis

Nombre de tarea	Comienzo	Fin	Duración	Costo	02-Sep	03-Sep	04-Sep	05-Sep	06-Sep	07-Sep	08-Sep	09-Sep	10-Sep	11-Sep	12-Sep	13-Sep	14-Sep	15-Sep	16-Sep	17-Sep	18-Sep	19-Sep	20-Sep	21-Sep	22-Sep	23-Sep	24-Sep	25-Sep	26-Sep	27-Sep	28-Sep	29-Sep	30-Sep	01-Oct	02-Oct	03-Oct	04-Oct	05-Oct	06-Oct	
CRONOGRAMA TECHADO ZONA 02 Y 03																																								
Habilitación de acero Zapatas			-																																					
S1	07/09/2021	07/09/2021	1.00	5/15,979.63						15980																														
S2	08/09/2021	08/09/2021	1.00	5/15,979.63						15980																														
S3	09/09/2021	09/09/2021	1.00	5/18,445.69								18446																												
S4	10/09/2021	10/09/2021	1.00	5/15,979.63									15980																											
S5	13/09/2021	13/09/2021	1.00	5/18,445.69												18446																								
S6	14/09/2021	14/09/2021	1.00	5/7,509.08													7509																							
S7	15/09/2021	15/09/2021	1.00	5/15,979.63														15980																						
S8	16/09/2021	16/09/2021	1.00	5/18,445.69															18446																					
S9	17/09/2021	17/09/2021	1.00	5/15,979.63																15980																				
Habilitación de acero Columnas			-																																					
S1	07/09/2021	07/09/2021	1.00	5/24,188.85						24189																														
S2	08/09/2021	08/09/2021	1.00	5/24,188.85							24189																													
S3	09/09/2021	09/09/2021	1.00	5/48,377.70								48378																												
S4	10/09/2021	10/09/2021	1.00	5/24,188.85									24189																											
S5	13/09/2021	13/09/2021	1.00	5/48,377.70													48378																							
S6	14/09/2021	14/09/2021	1.00	5/12,094.42														12094																						
S7	15/09/2021	15/09/2021	1.00	5/24,188.85															24189																					
S8	16/09/2021	16/09/2021	1.00	5/48,377.70																48378																				
S9	17/09/2021	17/09/2021	1.00	5/24,188.85																	24189																			
Colocación de acero Zapatas			-																																					
S1	08/09/2021	08/09/2021	1.00	5/954.63						954.6																														
S2	09/09/2021	09/09/2021	1.00	5/954.63							954.6																													
S3	10/09/2021	10/09/2021	1.00	5/1,101.95								1102																												
S4	13/09/2021	13/09/2021	1.00	5/954.63												954.6																								
S5	14/09/2021	14/09/2021	1.00	5/1,101.95													1102																							
S6	15/09/2021	15/09/2021	1.00	5/448.59														448.6																						
S7	16/09/2021	16/09/2021	1.00	5/954.63															954.6																					
S8	17/09/2021	17/09/2021	1.00	5/1,101.95																1102																				
S9	20/09/2021	20/09/2021	1.00	5/954.63																		954.6																		
Colocación de acero Columnas			-																																					
S1	08/09/2021	08/09/2021	1.00	5/1,441.14						1441																														
S2	09/09/2021	09/09/2021	1.00	5/1,441.14							1441																													
S3	10/09/2021	10/09/2021	1.00	5/2,882.27								2882																												
S4	13/09/2021	13/09/2021	1.00	5/1,441.14												1441																</								

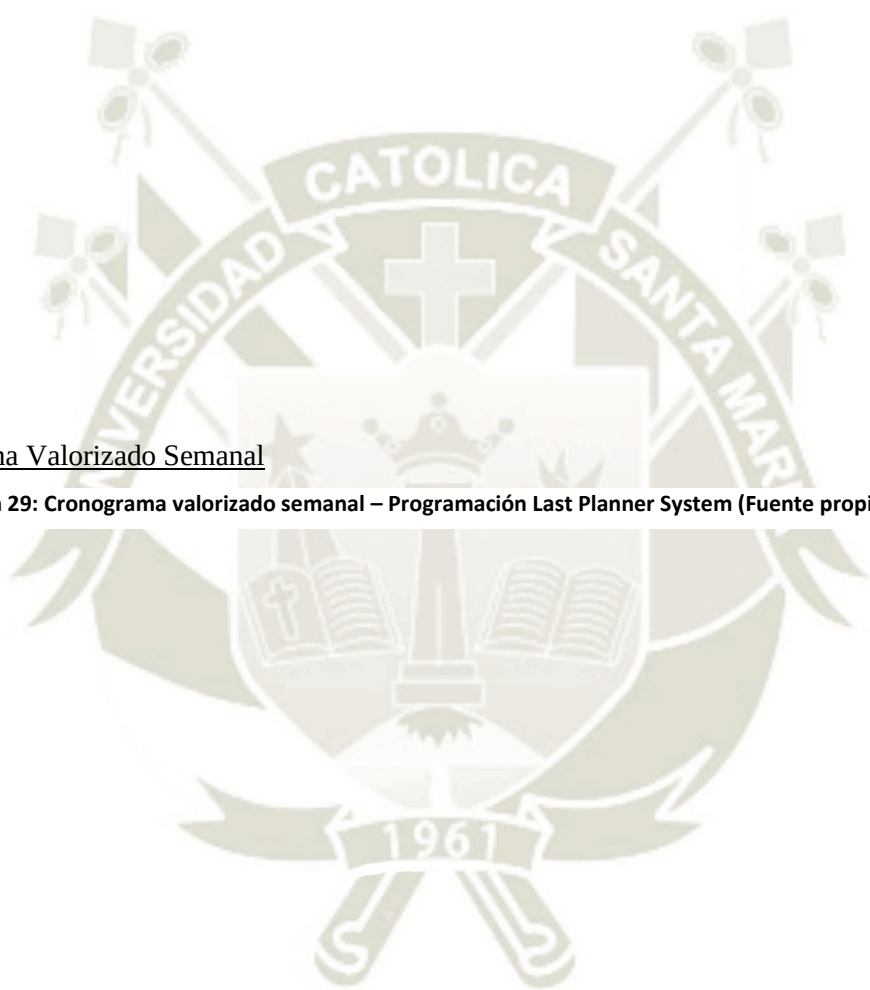
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

Nombre de tarea	Comienzo	Fin	Duración	Costo	02-Sep	03-Sep	04-Sep	05-Sep	06-Sep	07-Sep	08-Sep	09-Sep	10-Sep	11-Sep	12-Sep	13-Sep	14-Sep	15-Sep	16-Sep	17-Sep	18-Sep	19-Sep	20-Sep	21-Sep	22-Sep	23-Sep	24-Sep	25-Sep	26-Sep	27-Sep	28-Sep	29-Sep	30-Sep	01-Oct	02-Oct	03-Oct	04-Oct	05-Oct	06-Oct	
CRONOGRAMA TECHADO ZONA 02 Y 03																																								
Concreto de losa			-																																					
S1	22/09/2021	22/09/2021	1.00	5/47.390.64																					47391															
S2	23/09/2021	23/09/2021	1.00	5/47.855.86																						47856														
S3	24/09/2021	24/09/2021	1.00	5/34.593.26																							34593													
S4	27/09/2021	27/09/2021	1.00	5/47.028.23																											47028									
S5	28/09/2021	28/09/2021	1.00	5/34.570.13																												34570								
S6	29/09/2021	29/09/2021	1.00	5/67.479.87																													67480							
S7	30/09/2021	30/09/2021	1.00	5/55.389.32																														55389						
S8	01/10/2021	01/10/2021	1.00	5/45.216.19																														45216						
S9	04/10/2021	04/10/2021	1.00	5/54.147.88																																	54148			
Curado de losa			-																																					
S1	23/09/2021	23/09/2021	1.00	5/1.742.39																							1742													
S2	24/09/2021	24/09/2021	1.00	5/1.759.48																								1759												
S3	27/09/2021	27/09/2021	1.00	5/1.271.86																																				
S4	28/09/2021	28/09/2021	1.00	5/1.729.07																																				
S5	29/09/2021	29/09/2021	1.00	5/1.271.01																																				
S6	30/09/2021	30/09/2021	1.00	5/2.481.00																																				
S7	01/10/2021	01/10/2021	1.00	5/2.036.51																																				
S8	04/10/2021	04/10/2021	1.00	5/1.662.45																																				
S9	05/10/2021	05/10/2021	1.00	5/1.990.79																																				
Juntas			-																																					
S1	23/09/2021	23/09/2021	1.00	5/27.592.81																								27593												
S2	24/09/2021	24/09/2021	1.00	5/27.592.81																									27593											
S3	27/09/2021	27/09/2021	1.00	5/27.592.81																																				
S4	28/09/2021	28/09/2021	1.00	5/27.592.81																																				
S5	29/09/2021	29/09/2021	1.00	5/27.592.81																																				
S6	30/09/2021	30/09/2021	1.00	5/27.592.81																																				
S7	01/10/2021	01/10/2021	1.00	5/27.592.81																																				
S8	04/10/2021	04/10/2021	1.00	5/27.592.81																																				
S9	05/10/2021	05/10/2021	1.00	5/27.592.81																																				
Desenclavado de losas			-																																					
S1	23/09/2021	23/09/2021	1.00	5/538.30																																				
S2	24/09/2021	24/09/2021	1.00	5/392.84																																				
S3	27/09/2021	27/09/2021	1.00	5/283.97																																				
S4	28/09/2021	28/09/2021	1.00	5/386.05																																				
S5	29/09/2021	29/09/2021	1.00	5/284.17																																				
S6	30/09/2021	30/09/2021	1.00	5/431.25																																				
S7	01/10/2021	01/10/2021	1.00	5/274.99																																				
S8	04/10/2021	04/10/2021	1.00	5/224.48																																				
S9	05/10/2021	05/10/2021	1.00	5/519.53																																				



Cronograma Valorizado Semanal

Ilustración 29: Cronograma valorizado semanal – Programación Last Planner System (Fuente propia)



Nombre de tarea	Comienzo	Fin	Duración	Costo	05-Set	12-Set	19-Set	26-Set	03-Oct	10-Oct	17-Oct
CRONOGRAMA TECHADO ZONA 02 Y 03											
Trazo Nivel y Replanteo Preliminar			-								
S1	03/09/2021	03/09/2021	1.00	S/2,553.67	2,553.67	-	-	-	-	-	-
S2	06/09/2021	06/09/2021	1.00	S/2,578.71	-	2,578.71	-	-	-	-	-
S3	07/09/2021	07/09/2021	1.00	S/1,864.04	-	1,864.04	-	-	-	-	-
S4	08/09/2021	08/09/2021	1.00	S/2,534.14	-	2,534.14	-	-	-	-	-
S5	09/09/2021	09/09/2021	1.00	S/1,862.80	-	1,862.80	-	-	-	-	-
S6	10/09/2021	10/09/2021	1.00	S/3,636.17	-	3,636.17	-	-	-	-	-
S7	13/09/2021	13/09/2021	1.00	S/2,984.72	-	-	2,984.72	-	-	-	-
S8	14/09/2021	14/09/2021	1.00	S/2,436.50	-	-	2,436.50	-	-	-	-
S9	15/09/2021	15/09/2021	1.00	S/2,917.72	-	-	2,917.72	-	-	-	-
Limpieza de terreno			-								
S1	03/09/2021	03/09/2021	1.00	S/2,212.56	2,212.56	-	-	-	-	-	-
S2	06/09/2021	06/09/2021	1.00	S/2,234.27	-	2,234.27	-	-	-	-	-
S3	07/09/2021	07/09/2021	1.00	S/1,615.06	-	1,615.06	-	-	-	-	-
S4	08/09/2021	08/09/2021	1.00	S/2,195.64	-	2,195.64	-	-	-	-	-
S5	09/09/2021	09/09/2021	1.00	S/1,613.98	-	1,613.98	-	-	-	-	-
S6	10/09/2021	10/09/2021	1.00	S/3,150.47	-	3,150.47	-	-	-	-	-
S7	13/09/2021	13/09/2021	1.00	S/2,586.04	-	-	2,586.04	-	-	-	-
S8	14/09/2021	14/09/2021	1.00	S/2,111.05	-	-	2,111.05	-	-	-	-
S9	15/09/2021	15/09/2021	1.00	S/2,527.98	-	-	2,527.98	-	-	-	-
Excavación masiva con maquinaria			-								
S1	03/09/2021	03/09/2021	1.00	S/2,139.92	2,139.92	-	-	-	-	-	-
S2	06/09/2021	06/09/2021	1.00	S/2,162.66	-	2,162.66	-	-	-	-	-
S3	07/09/2021	07/09/2021	1.00	S/1,493.03	-	1,493.03	-	-	-	-	-
S4	08/09/2021	08/09/2021	1.00	S/2,122.19	-	2,122.19	-	-	-	-	-
S5	09/09/2021	09/09/2021	1.00	S/1,491.90	-	1,491.90	-	-	-	-	-
S6	10/09/2021	10/09/2021	1.00	S/3,207.37	-	3,207.37	-	-	-	-	-
S7	13/09/2021	13/09/2021	1.00	S/2,531.29	-	-	2,531.29	-	-	-	-
S8	14/09/2021	14/09/2021	1.00	S/2,012.79	-	-	2,012.79	-	-	-	-
S9	15/09/2021	15/09/2021	1.00	S/2,470.45	-	-	2,470.45	-	-	-	-
Carguo y eliminación de material de excavación masiva			-								
S1	03/09/2021	03/09/2021	1.00	S/15,413.79	15,413.79	-	-	-	-	-	-
S2	06/09/2021	06/09/2021	1.00	S/15,577.59	-	15,577.59	-	-	-	-	-
S3	07/09/2021	07/09/2021	1.00	S/10,754.27	-	10,754.27	-	-	-	-	-
S4	08/09/2021	08/09/2021	1.00	S/15,286.08	-	15,286.08	-	-	-	-	-
S5	09/09/2021	09/09/2021	1.00	S/10,746.15	-	10,746.15	-	-	-	-	-
S6	10/09/2021	10/09/2021	1.00	S/23,102.62	-	23,102.62	-	-	-	-	-
S7	13/09/2021	13/09/2021	1.00	S/18,232.82	-	-	18,232.82	-	-	-	-
S8	14/09/2021	14/09/2021	1.00	S/14,498.09	-	-	14,498.09	-	-	-	-
S9	15/09/2021	15/09/2021	1.00	S/17,794.62	-	-	17,794.62	-	-	-	-
Excavación localizada para zapatas			-								
S1	06/09/2021	06/09/2021	1.00	S/1,638.68	-	1,638.68	-	-	-	-	-
S2	07/09/2021	07/09/2021	1.00	S/1,638.68	-	1,638.68	-	-	-	-	-
S3	08/09/2021	08/09/2021	1.00	S/1,828.98	-	1,828.98	-	-	-	-	-
S4	09/09/2021	09/09/2021	1.00	S/1,638.68	-	1,638.68	-	-	-	-	-
S5	10/09/2021	10/09/2021	1.00	S/1,828.98	-	1,828.98	-	-	-	-	-
S6	13/09/2021	13/09/2021	1.00	S/862.71	-	-	862.71	-	-	-	-
S7	14/09/2021	14/09/2021	1.00	S/1,638.68	-	-	1,638.68	-	-	-	-
S8	15/09/2021	15/09/2021	1.00	S/1,828.98	-	-	1,828.98	-	-	-	-
S9	16/09/2021	16/09/2021	1.00	S/1,638.68	-	-	1,638.68	-	-	-	-
Carguo y eliminación de material de excavación (zapatas)			-								
S1	06/09/2021	06/09/2021	1.00	S/8,502.85	-	8,502.85	-	-	-	-	-
S2	07/09/2021	07/09/2021	1.00	S/8,502.85	-	8,502.85	-	-	-	-	-
S3	08/09/2021	08/09/2021	1.00	S/9,490.30	-	9,490.30	-	-	-	-	-
S4	09/09/2021	09/09/2021	1.00	S/8,502.85	-	8,502.85	-	-	-	-	-
S5	10/09/2021	10/09/2021	1.00	S/9,490.30	-	9,490.30	-	-	-	-	-
S6	13/09/2021	13/09/2021	1.00	S/4,476.44	-	-	4,476.44	-	-	-	-
S7	14/09/2021	14/09/2021	1.00	S/8,502.85	-	-	8,502.85	-	-	-	-
S8	15/09/2021	15/09/2021	1.00	S/9,490.30	-	-	9,490.30	-	-	-	-
S9	16/09/2021	16/09/2021	1.00	S/8,502.85	-	-	8,502.85	-	-	-	-

Nombre de tarea	Comienzo	Fin	Duración	Costo	05-Set	12-Set	19-Set	26-Set	03-Oct	10-Oct	17-Oct
CRONOGRAMA TECHADO ZONA 02 Y 03											
Relleno con over e=30cm			-		-	-	-	-	-	-	-
S1	07/09/2021	07/09/2021	1.00	S/2,647.59	-	2,647.59	-	-	-	-	-
S2	08/09/2021	08/09/2021	1.00	S/2,647.59	-	2,647.59	-	-	-	-	-
S3	09/09/2021	09/09/2021	1.00	S/2,955.06	-	2,955.06	-	-	-	-	-
S4	10/09/2021	10/09/2021	1.00	S/2,647.59	-	2,647.59	-	-	-	-	-
S5	13/09/2021	13/09/2021	1.00	S/2,955.06	-	-	2,955.06	-	-	-	-
S6	14/09/2021	14/09/2021	1.00	S/1,393.86	-	-	1,393.86	-	-	-	-
S7	15/09/2021	15/09/2021	1.00	S/2,647.59	-	-	2,647.59	-	-	-	-
S8	16/09/2021	16/09/2021	1.00	S/2,955.06	-	-	2,955.06	-	-	-	-
S9	17/09/2021	17/09/2021	1.00	S/2,647.59	-	-	2,647.59	-	-	-	-
Relleno controlado con material afirmado compactado e=1.5m			-		-	-	-	-	-	-	-
S1	07/09/2021	07/09/2021	1.00	S/9,254.74	-	9,254.74	-	-	-	-	-
S2	08/09/2021	08/09/2021	1.00	S/9,254.74	-	9,254.74	-	-	-	-	-
S3	09/09/2021	09/09/2021	1.00	S/10,329.50	-	10,329.50	-	-	-	-	-
S4	10/09/2021	10/09/2021	1.00	S/9,254.74	-	9,254.74	-	-	-	-	-
S5	13/09/2021	13/09/2021	1.00	S/10,329.50	-	-	10,329.50	-	-	-	-
S6	14/09/2021	14/09/2021	1.00	S/4,872.29	-	-	4,872.29	-	-	-	-
S7	15/09/2021	15/09/2021	1.00	S/9,254.74	-	-	9,254.74	-	-	-	-
S8	16/09/2021	16/09/2021	1.00	S/10,329.50	-	-	10,329.50	-	-	-	-
S9	17/09/2021	17/09/2021	1.00	S/9,254.74	-	-	9,254.74	-	-	-	-
Habilitación de acero Zapatas			-		-	-	-	-	-	-	-
S1	07/09/2021	07/09/2021	1.00	S/15,979.63	-	15,979.63	-	-	-	-	-
S2	08/09/2021	08/09/2021	1.00	S/15,979.63	-	15,979.63	-	-	-	-	-
S3	09/09/2021	09/09/2021	1.00	S/18,445.69	-	18,445.69	-	-	-	-	-
S4	10/09/2021	10/09/2021	1.00	S/15,979.63	-	15,979.63	-	-	-	-	-
S5	13/09/2021	13/09/2021	1.00	S/18,445.69	-	-	18,445.69	-	-	-	-
S6	14/09/2021	14/09/2021	1.00	S/7,509.08	-	-	7,509.08	-	-	-	-
S7	15/09/2021	15/09/2021	1.00	S/15,979.63	-	-	15,979.63	-	-	-	-
S8	16/09/2021	16/09/2021	1.00	S/18,445.69	-	-	18,445.69	-	-	-	-
S9	17/09/2021	17/09/2021	1.00	S/15,979.63	-	-	15,979.63	-	-	-	-
Habilitación de acero Columnas			-		-	-	-	-	-	-	-
S1	07/09/2021	07/09/2021	1.00	S/24,188.85	-	24,188.85	-	-	-	-	-
S2	08/09/2021	08/09/2021	1.00	S/24,188.85	-	24,188.85	-	-	-	-	-
S3	09/09/2021	09/09/2021	1.00	S/48,377.70	-	48,377.70	-	-	-	-	-
S4	10/09/2021	10/09/2021	1.00	S/24,188.85	-	24,188.85	-	-	-	-	-
S5	13/09/2021	13/09/2021	1.00	S/48,377.70	-	-	48,377.70	-	-	-	-
S6	14/09/2021	14/09/2021	1.00	S/12,094.42	-	-	12,094.42	-	-	-	-
S7	15/09/2021	15/09/2021	1.00	S/24,188.85	-	-	24,188.85	-	-	-	-
S8	16/09/2021	16/09/2021	1.00	S/48,377.70	-	-	48,377.70	-	-	-	-
S9	17/09/2021	17/09/2021	1.00	S/24,188.85	-	-	24,188.85	-	-	-	-
Colocación de acero Zapatas			-		-	-	-	-	-	-	-
S1	08/09/2021	08/09/2021	1.00	S/954.63	-	954.63	-	-	-	-	-
S2	09/09/2021	09/09/2021	1.00	S/954.63	-	954.63	-	-	-	-	-
S3	10/09/2021	10/09/2021	1.00	S/1,101.95	-	1,101.95	-	-	-	-	-
S4	13/09/2021	13/09/2021	1.00	S/954.63	-	-	954.63	-	-	-	-
S5	14/09/2021	14/09/2021	1.00	S/1,101.95	-	-	1,101.95	-	-	-	-
S6	15/09/2021	15/09/2021	1.00	S/448.59	-	-	448.59	-	-	-	-
S7	16/09/2021	16/09/2021	1.00	S/954.63	-	-	954.63	-	-	-	-
S8	17/09/2021	17/09/2021	1.00	S/1,101.95	-	-	1,101.95	-	-	-	-
S9	20/09/2021	20/09/2021	1.00	S/954.63	-	-	-	954.63	-	-	-
Colocación de acero Columnas			-		-	-	-	-	-	-	-
S1	08/09/2021	08/09/2021	1.00	S/1,441.14	-	1,441.14	-	-	-	-	-
S2	09/09/2021	09/09/2021	1.00	S/1,441.14	-	1,441.14	-	-	-	-	-
S3	10/09/2021	10/09/2021	1.00	S/2,882.27	-	2,882.27	-	-	-	-	-
S4	13/09/2021	13/09/2021	1.00	S/1,441.14	-	-	1,441.14	-	-	-	-
S5	14/09/2021	14/09/2021	1.00	S/2,882.27	-	-	2,882.27	-	-	-	-
S6	15/09/2021	15/09/2021	1.00	S/720.57	-	-	720.57	-	-	-	-
S7	16/09/2021	16/09/2021	1.00	S/1,441.14	-	-	1,441.14	-	-	-	-
S8	17/09/2021	17/09/2021	1.00	S/2,882.27	-	-	2,882.27	-	-	-	-
S9	20/09/2021	20/09/2021	1.00	S/1,441.14	-	-	-	1,441.14	-	-	-

Nombre de tarea	Comienzo	Fin	Duración	Costo	05-Set	12-Set	19-Set	26-Set	03-Oct	10-Oct	17-Oct
CRONOGRAMA TECHADO ZONA 02 Y 03											
Concreto Zapatas			-		-	-	-	-	-	-	-
S1	08/09/2021	08/09/2021	1.00	S/18,361.71	-	18,361.71	-	-	-	-	-
S2	09/09/2021	09/09/2021	1.00	S/18,361.71	-	18,361.71	-	-	-	-	-
S3	10/09/2021	10/09/2021	1.00	S/20,494.09	-	20,494.09	-	-	-	-	-
S4	13/09/2021	13/09/2021	1.00	S/18,361.71	-	-	18,361.71	-	-	-	-
S5	14/09/2021	14/09/2021	1.00	S/20,494.09	-	-	20,494.09	-	-	-	-
S6	15/09/2021	15/09/2021	1.00	S/9,666.78	-	-	9,666.78	-	-	-	-
S7	16/09/2021	16/09/2021	1.00	S/18,361.71	-	-	18,361.71	-	-	-	-
S8	17/09/2021	17/09/2021	1.00	S/20,494.09	-	-	20,494.09	-	-	-	-
S9	20/09/2021	20/09/2021	1.00	S/18,361.71	-	-	-	18,361.71	-	-	-
Encofrado Columnas			-		-	-	-	-	-	-	-
S1	09/09/2021	09/09/2021	1.00	S/3,301.40	-	3,301.40	-	-	-	-	-
S2	10/09/2021	10/09/2021	1.00	S/3,301.40	-	3,301.40	-	-	-	-	-
S3	13/09/2021	13/09/2021	1.00	S/6,602.80	-	-	6,602.80	-	-	-	-
S4	14/09/2021	14/09/2021	1.00	S/3,301.40	-	-	3,301.40	-	-	-	-
S5	15/09/2021	15/09/2021	1.00	S/6,602.80	-	-	6,602.80	-	-	-	-
S6	16/09/2021	16/09/2021	1.00	S/1,650.70	-	-	1,650.70	-	-	-	-
S7	17/09/2021	17/09/2021	1.00	S/3,301.40	-	-	3,301.40	-	-	-	-
S8	20/09/2021	20/09/2021	1.00	S/6,602.80	-	-	-	6,602.80	-	-	-
S9	21/09/2021	21/09/2021	1.00	S/3,301.40	-	-	-	3,301.40	-	-	-
Concreto Columnas			-		-	-	-	-	-	-	-
S1	09/09/2021	09/09/2021	1.00	S/12,518.96	-	12,518.96	-	-	-	-	-
S2	10/09/2021	10/09/2021	1.00	S/12,518.96	-	12,518.96	-	-	-	-	-
S3	13/09/2021	13/09/2021	1.00	S/25,037.91	-	-	25,037.91	-	-	-	-
S4	14/09/2021	14/09/2021	1.00	S/12,518.96	-	-	12,518.96	-	-	-	-
S5	15/09/2021	15/09/2021	1.00	S/25,037.91	-	-	25,037.91	-	-	-	-
S6	16/09/2021	16/09/2021	1.00	S/6,259.48	-	-	6,259.48	-	-	-	-
S7	17/09/2021	17/09/2021	1.00	S/12,518.96	-	-	12,518.96	-	-	-	-
S8	20/09/2021	20/09/2021	1.00	S/25,037.91	-	-	-	25,037.91	-	-	-
S9	21/09/2021	21/09/2021	1.00	S/12,518.96	-	-	-	12,518.96	-	-	-
Desencofrado Columnas			-		-	-	-	-	-	-	-
S1	10/09/2021	10/09/2021	1.00	S/3,301.40	-	3,301.40	-	-	-	-	-
S2	13/09/2021	13/09/2021	1.00	S/3,301.40	-	-	3,301.40	-	-	-	-
S3	14/09/2021	14/09/2021	1.00	S/6,602.80	-	-	6,602.80	-	-	-	-
S4	15/09/2021	15/09/2021	1.00	S/3,301.40	-	-	3,301.40	-	-	-	-
S5	16/09/2021	16/09/2021	1.00	S/6,602.80	-	-	6,602.80	-	-	-	-
S6	17/09/2021	17/09/2021	1.00	S/1,650.70	-	-	1,650.70	-	-	-	-
S7	20/09/2021	20/09/2021	1.00	S/3,301.40	-	-	-	3,301.40	-	-	-
S8	21/09/2021	21/09/2021	1.00	S/6,602.80	-	-	-	6,602.80	-	-	-
S9	22/09/2021	22/09/2021	1.00	S/3,301.40	-	-	-	3,301.40	-	-	-
Curado Columnas			-		-	-	-	-	-	-	-
S1	10/09/2021	10/09/2021	1.00	S/203.21	-	203.21	-	-	-	-	-
S2	13/09/2021	13/09/2021	1.00	S/203.21	-	-	203.21	-	-	-	-
S3	14/09/2021	14/09/2021	1.00	S/406.43	-	-	406.43	-	-	-	-
S4	15/09/2021	15/09/2021	1.00	S/203.21	-	-	203.21	-	-	-	-
S5	16/09/2021	16/09/2021	1.00	S/406.43	-	-	406.43	-	-	-	-
S6	17/09/2021	17/09/2021	1.00	S/101.61	-	-	101.61	-	-	-	-
S7	20/09/2021	20/09/2021	1.00	S/203.21	-	-	-	203.21	-	-	-
S8	21/09/2021	21/09/2021	1.00	S/406.43	-	-	-	406.43	-	-	-
S9	22/09/2021	22/09/2021	1.00	S/203.21	-	-	-	203.21	-	-	-
Pernos de 1 1/2 ASTM A193 Gr B7 (long embebida 700mm, long total 950mm) y Anclaje epóxico de dowells			-		-	-	-	-	-	-	-
S1	13/09/2021	13/09/2021	1.00	S/2,939.20	-	-	2,939.20	-	-	-	-
S2	14/09/2021	14/09/2021	1.00	S/2,939.20	-	-	2,939.20	-	-	-	-
S3	15/09/2021	15/09/2021	1.00	S/5,878.40	-	-	5,878.40	-	-	-	-
S4	16/09/2021	16/09/2021	1.00	S/2,939.20	-	-	2,939.20	-	-	-	-
S5	17/09/2021	17/09/2021	1.00	S/5,878.40	-	-	5,878.40	-	-	-	-
S6	20/09/2021	20/09/2021	1.00	S/1,469.60	-	-	-	1,469.60	-	-	-
S7	21/09/2021	21/09/2021	1.00	S/2,939.20	-	-	-	2,939.20	-	-	-
S8	22/09/2021	22/09/2021	1.00	S/5,878.40	-	-	-	5,878.40	-	-	-
S9	23/09/2021	23/09/2021	1.00	S/2,939.20	-	-	-	2,939.20	-	-	-

Nombre de tarea	Comienzo	Fin	Duración	Costo	05-Set	12-Set	19-Set	26-Set	03-Oct	10-Oct	17-Oct
CRONOGRAMA TECHADO ZONA 02 Y 03											
Sub base y base con afirmado compactado e=30cm (zapatas)			-		-	-	-	-	-	-	-
S1	17/09/2021	17/09/2021	1.00	S/990.12	-	-	990.12	-	-	-	-
S2	20/09/2021	20/09/2021	1.00	S/990.12	-	-	-	990.12	-	-	-
S3	21/09/2021	21/09/2021	1.00	S/1,045.92	-	-	-	1,045.92	-	-	-
S4	22/09/2021	22/09/2021	1.00	S/990.12	-	-	-	990.12	-	-	-
S5	23/09/2021	23/09/2021	1.00	S/1,045.92	-	-	-	1,045.92	-	-	-
S6	24/09/2021	24/09/2021	1.00	S/523.03	-	-	-	523.03	-	-	-
S7	27/09/2021	27/09/2021	1.00	S/990.12	-	-	-	-	990.12	-	-
S8	28/09/2021	28/09/2021	1.00	S/1,045.92	-	-	-	-	1,045.92	-	-
S9	29/09/2021	29/09/2021	1.00	S/990.12	-	-	-	-	990.12	-	-
Sub base e=20cm (losa de piso)			-		-	-	-	-	-	-	-
S1	17/09/2021	17/09/2021	1.00	S/12,065.22	-	-	12,065.22	-	-	-	-
S2	20/09/2021	20/09/2021	1.00	S/12,193.44	-	-	-	12,193.44	-	-	-
S3	21/09/2021	21/09/2021	1.00	S/8,417.96	-	-	-	8,417.96	-	-	-
S4	22/09/2021	22/09/2021	1.00	S/11,965.25	-	-	-	11,965.25	-	-	-
S5	23/09/2021	23/09/2021	1.00	S/8,411.60	-	-	-	8,411.60	-	-	-
S6	24/09/2021	24/09/2021	1.00	S/18,083.70	-	-	-	18,083.70	-	-	-
S7	27/09/2021	27/09/2021	1.00	S/14,271.83	-	-	-	-	14,271.83	-	-
S8	28/09/2021	28/09/2021	1.00	S/11,348.45	-	-	-	-	11,348.45	-	-
S9	29/09/2021	29/09/2021	1.00	S/13,928.83	-	-	-	-	13,928.83	-	-
Nivelación, conformación y compactacion de Subrasantes con rodillo			-		-	-	-	-	-	-	-
S1	17/09/2021	17/09/2021	1.00	S/1,862.24	-	-	1,862.24	-	-	-	-
S2	20/09/2021	20/09/2021	1.00	S/1,880.51	-	-	-	1,880.51	-	-	-
S3	21/09/2021	21/09/2021	1.00	S/1,359.34	-	-	-	1,359.34	-	-	-
S4	22/09/2021	22/09/2021	1.00	S/1,848.00	-	-	-	1,848.00	-	-	-
S5	23/09/2021	23/09/2021	1.00	S/1,358.43	-	-	-	1,358.43	-	-	-
S6	24/09/2021	24/09/2021	1.00	S/2,651.65	-	-	-	2,651.65	-	-	-
S7	27/09/2021	27/09/2021	1.00	S/2,176.58	-	-	-	-	2,176.58	-	-
S8	28/09/2021	28/09/2021	1.00	S/1,776.80	-	-	-	-	1,776.80	-	-
S9	29/09/2021	29/09/2021	1.00	S/2,127.72	-	-	-	-	2,127.72	-	-
Habilitación de acero para losa			-		-	-	-	-	-	-	-
S1	20/09/2021	20/09/2021	1.00	S/77,983.14	-	-	-	77,983.14	-	-	-
S2	21/09/2021	21/09/2021	1.00	S/78,747.99	-	-	-	78,747.99	-	-	-
S3	22/09/2021	22/09/2021	1.00	S/56,923.59	-	-	-	56,923.59	-	-	-
S4	23/09/2021	23/09/2021	1.00	S/77,386.78	-	-	-	77,386.78	-	-	-
S5	24/09/2021	24/09/2021	1.00	S/56,885.69	-	-	-	56,885.69	-	-	-
S6	27/09/2021	27/09/2021	1.00	S/111,040.17	-	-	-	-	111,040.17	-	-
S7	28/09/2021	28/09/2021	1.00	S/91,146.43	-	-	-	-	91,146.43	-	-
S8	29/09/2021	29/09/2021	1.00	S/74,405.17	-	-	-	-	74,405.17	-	-
S9	30/09/2021	30/09/2021	1.00	S/89,100.30	-	-	-	-	89,100.30	-	-
Encofrado de losa			-		-	-	-	-	-	-	-
S1	21/09/2021	21/09/2021	1.00	S/538.30	-	-	-	538.30	-	-	-
S2	22/09/2021	22/09/2021	1.00	S/392.84	-	-	-	392.84	-	-	-
S3	23/09/2021	23/09/2021	1.00	S/283.97	-	-	-	283.97	-	-	-
S4	24/09/2021	24/09/2021	1.00	S/386.05	-	-	-	386.05	-	-	-
S5	27/09/2021	27/09/2021	1.00	S/284.17	-	-	-	-	284.17	-	-
S6	28/09/2021	28/09/2021	1.00	S/431.25	-	-	-	-	431.25	-	-
S7	29/09/2021	29/09/2021	1.00	S/274.99	-	-	-	-	274.99	-	-
S8	30/09/2021	30/09/2021	1.00	S/224.48	-	-	-	-	224.48	-	-
S9	01/10/2021	01/10/2021	1.00	S/519.53	-	-	-	-	519.53	-	-
Colocación de acero para losa			-		-	-	-	-	-	-	-
S1	21/09/2021	21/09/2021	1.00	S/4,847.60	-	-	-	4,847.60	-	-	-
S2	22/09/2021	22/09/2021	1.00	S/4,895.15	-	-	-	4,895.15	-	-	-
S3	23/09/2021	23/09/2021	1.00	S/3,538.49	-	-	-	3,538.49	-	-	-
S4	24/09/2021	24/09/2021	1.00	S/4,810.53	-	-	-	4,810.53	-	-	-
S5	27/09/2021	27/09/2021	1.00	S/3,536.14	-	-	-	-	3,536.14	-	-
S6	28/09/2021	28/09/2021	1.00	S/6,902.50	-	-	-	-	6,902.50	-	-
S7	29/09/2021	29/09/2021	1.00	S/5,665.86	-	-	-	-	5,665.86	-	-
S8	30/09/2021	30/09/2021	1.00	S/4,625.19	-	-	-	-	4,625.19	-	-
S9	01/10/2021	01/10/2021	1.00	S/5,538.67	-	-	-	-	5,538.67	-	-

Nombre de tarea	Comienzo	Fin	Duración	Costo	05-Set	12-Set	19-Set	26-Set	03-Oct	10-Oct	17-Oct
CRONOGRAMA TECHADO ZONA 02 Y 03											
Concreto de losa			-		-	-	-	-	-	-	-
S1	22/09/2021	22/09/2021	1.00	S/47,390.64	-	-	-	47,390.64	-	-	-
S2	23/09/2021	23/09/2021	1.00	S/47,855.86	-	-	-	47,855.86	-	-	-
S3	24/09/2021	24/09/2021	1.00	S/34,593.26	-	-	-	34,593.26	-	-	-
S4	27/09/2021	27/09/2021	1.00	S/47,028.23	-	-	-	-	47,028.23	-	-
S5	28/09/2021	28/09/2021	1.00	S/34,570.13	-	-	-	-	34,570.13	-	-
S6	29/09/2021	29/09/2021	1.00	S/67,479.87	-	-	-	-	67,479.87	-	-
S7	30/09/2021	30/09/2021	1.00	S/55,389.32	-	-	-	-	55,389.32	-	-
S8	01/10/2021	01/10/2021	1.00	S/45,216.19	-	-	-	-	45,216.19	-	-
S9	04/10/2021	04/10/2021	1.00	S/54,147.88	-	-	-	-	-	54,147.88	-
Curado de losa			-		-	-	-	-	-	-	-
S1	23/09/2021	23/09/2021	1.00	S/1,742.39	-	-	-	1,742.39	-	-	-
S2	24/09/2021	24/09/2021	1.00	S/1,759.48	-	-	-	1,759.48	-	-	-
S3	27/09/2021	27/09/2021	1.00	S/1,271.86	-	-	-	-	1,271.86	-	-
S4	28/09/2021	28/09/2021	1.00	S/1,729.07	-	-	-	-	1,729.07	-	-
S5	29/09/2021	29/09/2021	1.00	S/1,271.01	-	-	-	-	1,271.01	-	-
S6	30/09/2021	30/09/2021	1.00	S/2,481.00	-	-	-	-	2,481.00	-	-
S7	01/10/2021	01/10/2021	1.00	S/2,036.51	-	-	-	-	2,036.51	-	-
S8	04/10/2021	04/10/2021	1.00	S/1,662.45	-	-	-	-	-	1,662.45	-
S9	05/10/2021	05/10/2021	1.00	S/1,990.79	-	-	-	-	-	1,990.79	-
Juntas			-		-	-	-	-	-	-	-
S1	23/09/2021	23/09/2021	1.00	S/27,592.81	-	-	-	27,592.81	-	-	-
S2	24/09/2021	24/09/2021	1.00	S/27,592.81	-	-	-	27,592.81	-	-	-
S3	27/09/2021	27/09/2021	1.00	S/27,592.81	-	-	-	-	27,592.81	-	-
S4	28/09/2021	28/09/2021	1.00	S/27,592.81	-	-	-	-	27,592.81	-	-
S5	29/09/2021	29/09/2021	1.00	S/27,592.81	-	-	-	-	27,592.81	-	-
S6	30/09/2021	30/09/2021	1.00	S/27,592.81	-	-	-	-	27,592.81	-	-
S7	01/10/2021	01/10/2021	1.00	S/27,592.81	-	-	-	-	27,592.81	-	-
S8	04/10/2021	04/10/2021	1.00	S/27,592.81	-	-	-	-	-	27,592.81	-
S9	05/10/2021	05/10/2021	1.00	S/27,592.81	-	-	-	-	-	27,592.81	-
Desencofrado de losas			-		-	-	-	-	-	-	-
S1	23/09/2021	23/09/2021	1.00	S/538.30	-	-	-	538.30	-	-	-
S2	24/09/2021	24/09/2021	1.00	S/392.84	-	-	-	392.84	-	-	-
S3	27/09/2021	27/09/2021	1.00	S/283.97	-	-	-	-	283.97	-	-
S4	28/09/2021	28/09/2021	1.00	S/386.05	-	-	-	-	386.05	-	-
S5	29/09/2021	29/09/2021	1.00	S/284.17	-	-	-	-	284.17	-	-
S6	30/09/2021	30/09/2021	1.00	S/431.25	-	-	-	-	431.25	-	-
S7	01/10/2021	01/10/2021	1.00	S/274.99	-	-	-	-	274.99	-	-
S8	04/10/2021	04/10/2021	1.00	S/224.48	-	-	-	-	-	224.48	-
S9	05/10/2021	05/10/2021	1.00	S/519.53	-	-	-	-	-	519.53	-
TOTAL				2,864,242.10	22,319.94	499,751.23	662,684.50	725,306.89	840,448.81	113,730.73	-

	05-Set	12-Set	19-Set	26-Set	03-Oct	10-Oct	17-Oct
monto por semana	22,319.94	499,751.23	662,684.50	725,306.89	840,448.81	113,730.73	-
monto acumulado	22,319.94	522,071.17	1,184,755.67	1,910,062.56	2,750,511.37	2,864,242.10	2,864,242.10
porcentaje semanal	0.78%	18.23%	41.36%	66.69%	96.03%	100.00%	100.00%

3.2.2.7. Análisis de riesgos

Los análisis de riesgos existen diferentes técnicas para identificar los mismos en las diferentes disciplinas en las siguientes categorías:

CATEGORÍA	RIESGO IDENTIFICADO
Riesgo Contractual	Variación de costo por acuerdos con la comunidad debido a la ubicación del proyecto.
Riesgo por diseño	Contratista no participa en la etapa de diseño
	Variación y posibles incongruencias de los planos – inicio de emisión de RFI's
Riesgo del cliente	Demora en la respuesta de consultas de diseño (RFI's)
Riesgo de gestión	Deficiencia en la logística y procura de materiales críticos; incluido el proceso de almacenamiento
Riesgo Social	Presencia de sindicatos informales.

Ilustración 30: Cuadro de riesgos – Programación Last Planner System (Fuente propia)

En el análisis de riesgos realizado para la programación mediante metodología Lean construction, se identifican los eventos que pudieran afectar al proyecto.

Este analiza la factibilidad del proyecto y permite la definición de estrategias o planes de trabajo que permitan minimizar impactos negativos.

En la metodología Lean Construction, los conceptos de Construcción y Plazo contarán con mayor puntaje a comparación de la metodología convencional.

PROYECTO:	TECHADO ZONA 02 Y 03
METODOLOGÍA LEAN CONSTRUCTION	
CONCEPTO	EVAL.
1. Cliente	4.00
1.1 Solidez económica	4.00
1.2 Nivel de Supervisión	4.00
1.3 Cumplimiento de compromisos	4.00
1.4 Percepción de satisfacción del cliente	4.00
2. Ingeniería	4.00
2.1 Calidad de la ingeniería final del proyecto	4.00
2.2 Exigencias en especificaciones técnicas	4.00
2.3 Confiabilidad de metrados	4.00
2.4 Presupuesto Base	4.00
3. Construcción	4.00
3.1 Procedimientos constructivos utilizados adecuadamente	4.00
3.2 Errores de ejecución	4.00
3.3 Productividad global de obra	4.00
4. Contrato	4.00
4.1 Idioma oficial	4.00
4.2 Modalidad de contrato	4.00
4.3 Forma de pago	4.00
4.4 Obligaciones del contratista	4.00
4.6 Cambios y trabajos adicionales	4.00
4.6 Garantía solicitadas	4.00
4.7 Seguros solicitados	4.00
4.8 Exigencias en seguridad	4.00
4.9 Jurisdicción	4.00
4.10 Multas/penalizaciones	4.00
4.11 Exigencias en medio ambiente	4.00
4.12 Fuerza mayor y suspensión de trabajos	4.00
5. Plazo	4.00
5.1 Cumplimiento de plazo	4.00
5.2 Retrasos por el cliente	4.00
5.3 Retrasos por el contratista	4.00
6. Calidad del proyecto	4.00
6.1 Cantidad de NCR del cliente	4.00
6.2 Cantidad de SR del cliente	4.00
6.3 Cantidad de observaciones de NO Calidad del cliente	4.00
6.4 Satisfacción final del cliente con respecto a la calidad.	4.00
7. Seguridad en el proyecto	4.00
7.1 Accidentabilidad	4.00
7.2 Severidad	4.00
7.3 Frecuencia	4.00
7.3 Satisfacción final del cliente con respecto a la seguridad	4.00
8. Calidad de los sub-contratistas	4.00
8.1 Calidad de los subcontratistas	4.00
9. Ubicación	2.50
9.1 Ubicación geográfica	2.00
9.2 Clima en el periodo de ejecución	2.00
9.3 Facilidades logísticas	3.00
9.4 Entorno social	3.00
PUNTAJE DEL PROYECTO	3.81

Ilustración 31: Cuadro evaluación de riesgos – Programación Last Planner System (Fuente propia)

En cuanto a construcción, los proyectos ejecutados mediante el Last Planner cuentan con buenos procedimientos constructivos, y mayor control sobre errores que serán identificados con tiempo.

Se contará con una mayor productividad al dividir el trabajo por sectores y emplear cuadrillas dedicadas a una misma actividad, ya que mejorarán los rendimientos y la calidad de las unidades de construcción.

Una planificación con cronogramas proyectados a futuro según reuniones con los involucrados, para poder evitar llevar una mejor organización y dividir el trabajo evitará situaciones que originen contratiempos, por lo que tiende a tener menor cantidad de errores de ejecución.

La productividad de la obra mejorará debido a que se contará con mayores tiempos productivos al considerar todas las actividades como críticas.

En cuanto al plazo, al hacer uso de una programación por trenes de trabajo se tendrán menores plazos por actividad y globalmente.

Por tanto, con el índice alcanzado en el análisis de riesgos; podemos deducir que el del costo directo puede verse afectado en S/.136,049.91; un total del 4.75% del costo directo.

Entre las causas de incumplimiento del look ahead, se encuentran las siguientes representadas en el siguiente cuadro:

PROGRAMACION(PROG)	LOGISTICA (LOG)	ADMINISTRATIVOS (ADM)	EQUIPOS (EQ)	CLIENTE/SUPERVISIÓN (CLI)
Todas las causas que implican: *Errores o cambios en la programación. *Inadecuada utilización de las Herramientas de Programación. *Mala asignación de recursos. *Cualquier restricción que no fue identificada de manera oportuna.	Todas las causas que implican: *Falta de equipos, herramientas o materiales en obra, que han sido requeridos oportunamente por Producción.	Todas las causas que implican: *No llegada del personal especializado (incluido subcontratos). *Falta de permisos y licencias.	Todas las causas que implican averías o fallas en los equipos que no permitieron el cumplimiento de las actividades del Plan Semanal. Están incluidos los mantenimientos no programados de equipos.	Todas las causas que implican Responsabilidad del Cliente (Falta de información, cambio de prioridades, cambios o errores en la ingeniería, falta de liberación de estructuras, etc).
DOCUMENTACIÓN TÉCNICA	ACTIVIDADES PREVIAS	SEGURIDAD	EXTERNOS (EXT)	SUBCONTRATAS (SC)
Todas las causas que implican: *Indefinición de diseño. *Error en diseño. *Falta de planos para construcción.	Todas las causas que implican: *Falta de revisión en actividades precedentes. *Falta de especialidades previas.*Falta de coordinación.	Todas las causas que implican: *Condiciones inseguras. *Accidentes.	Todas las causas que implican: *Retrasos por razones climáticas extraordinarias. *Eventos extraordinarios como marchas sindicales sin previo aviso, huelgas, accidentes, etc.	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.
ERRORES DE EJECUCIÓN (EJEC)	CONTROL DE CALIDAD (QA/QC)	ERRORES DEL PROYECTO		
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.	Todas las causas que implican: *La entrega oportuna de información a producción (planos, procedimientos, etc) *Cambios o errores en la ingeniería durante el desarrollo de las actividades del Plan Semanal.	Todas las causas que implican: *Incongruencia de planos con campo.		

Ilustración 32: Cuadro causas de incumplimiento – Programación Last Planner System (Fuente propia)

CAPITULO IV

4 ANALISIS COMPARATIVO DE LAS MODALIDADES DE TRABAJO DEL PROYECTO

4.1. Análisis de plazos de entrega

Se planteo para ambas modalidades de trabajo el día 03 de septiembre del 2021 como fecha de inicio; sin embargo, al realizar la planificación con la modalidad tradicional la obra tuvo una duración de 69 días, siendo el último día de plazo el 23 de noviembre del mismo año; mientras que, en la modalidad de programación mediante el uso de trenes de trabajo, la obra tuvo una duración de 28 días y se tuvo como último día de plazo el 05 de octubre.

PROGRAMACION CONVENCIONAL	FECHA DE INICIO	FECHA FINAL
	03/09/2021	23/11/2021
PROGRAMACION LAST PLANNER SYSTEM	FECHA DE INICIO	FECHA FINAL
	03/09/2021	05/10/2021

Ilustración 33: Cuadro comparativo fechas inicio y fin de obra (Fuente propia)

La modalidad de trabajo utilizando la filosofía de Lean Construction, consigue un plazo de entrega menor en un 60% al obtenido con la planificación tradicional.

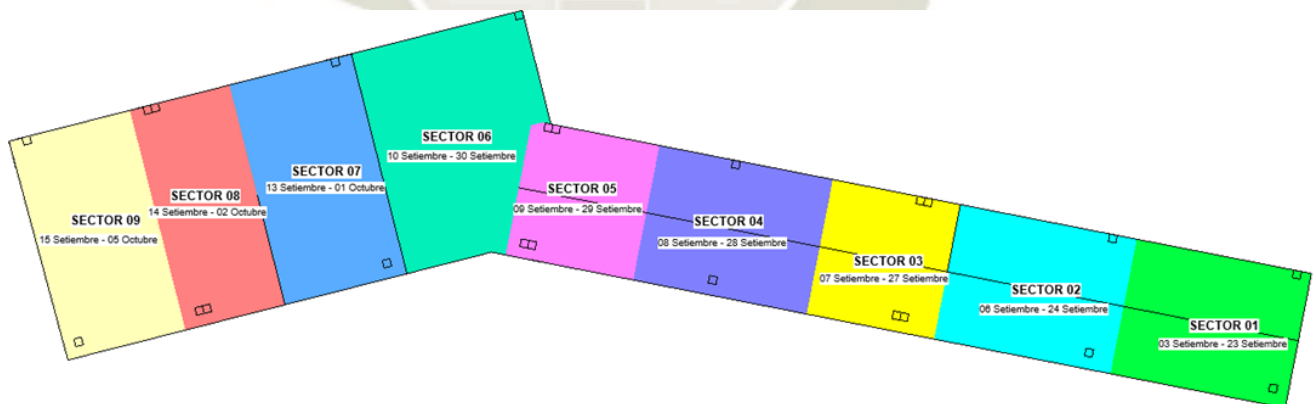


Ilustración 34: Gráfico calendarizado – Programación Last Planner System (Fuente propia)

De acuerdo al grafico calendarizado, calculamos un tiempo total de 20 días por sector; sin embargo, al contar con trenes de trabajo, las cuadrillas rotarán respecto a los sectores empleando un día por actividad, logrando así finalizar la obra en aproximadamente 5 semanas (03/09 – 05/10).

Gráfico Calendarizado:

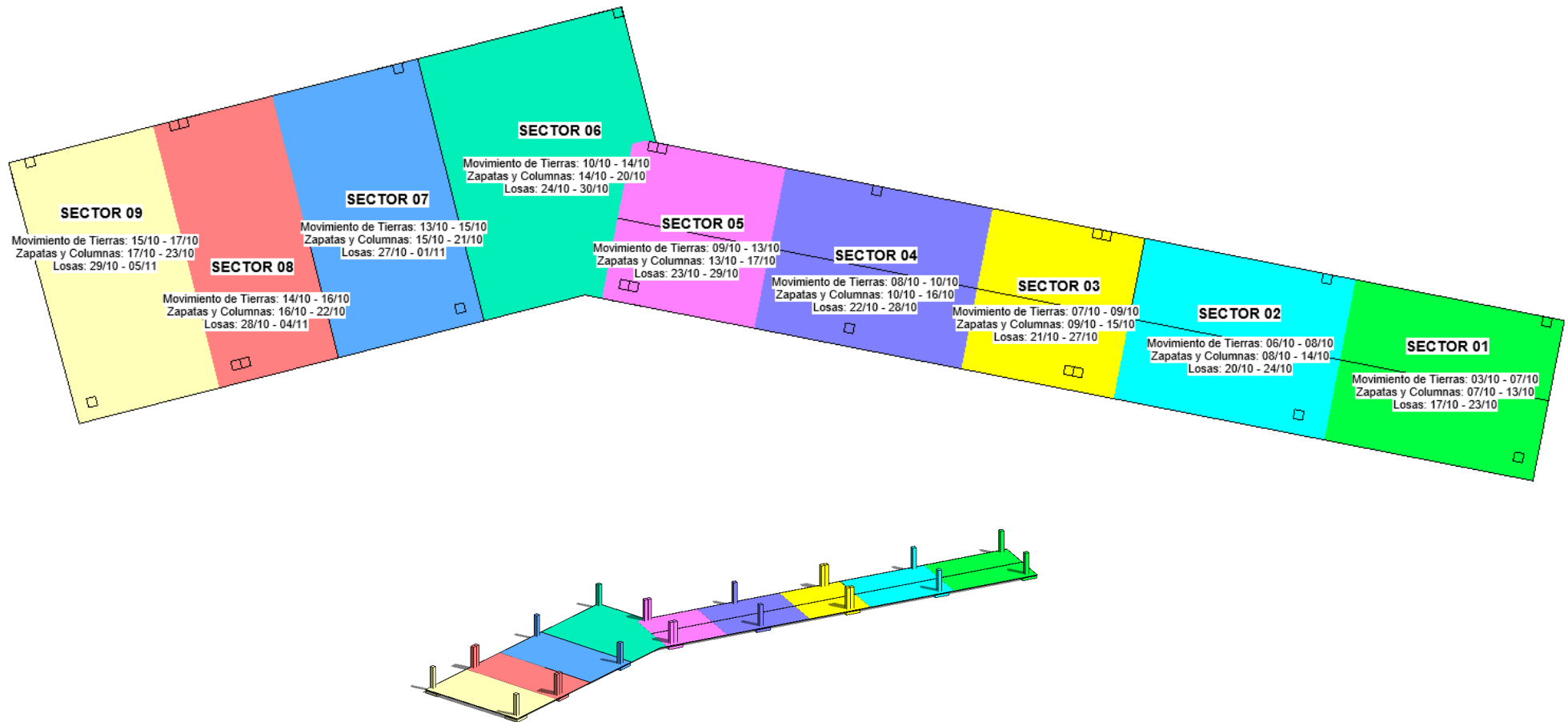


Ilustración 35. Modelo gráfico calendarizado detallado – Programación Last Planner System (Fuente propia)

4.2. Evaluación de costo a través de tiempo de trabajo

Al observar los resultados de los cronogramas, se identifica una mayor uniformidad en la programación por trenes de trabajo, al tener menor tiempo de plazo de ejecución, no se tendrá la variabilidad mostrada de la modalidad tradicional, en la que, por ejemplo, en la semana 11, del 08 de noviembre al 14 de noviembre se tiene un costo directo menor al máximo en un 97%.

Costo por semana según cronograma valorizado de metodología tradicional:

	30-Ago	06-Set	13-Set	20-Set	27-Set	04-Oct	11-Oct
	05-Set	12-Set	19-Set	26-Set	03-Oct	10-Oct	17-Oct
semana	1	2	3	4	5	6	7
COSTO	S/ 21,105.00	S/ 91,277.47	S/ 61,204.15	S/ 127,121.40	S/ 152,135.06	S/ 230,877.51	S/ 175,148.43

	18-Oct	25-Oct	01-Nov	08-Nov	15-Nov	22-Nov
	24-Oct	31-Oct	07-Nov	14-Nov	21-Nov	28-Nov
semana	8	9	10	11	12	13
COSTO	S/ 466,495.43	S/ 599,555.51	S/ 319,644.44	S/ 20,980.12	S/ 363,311.49	S/ 235,331.77

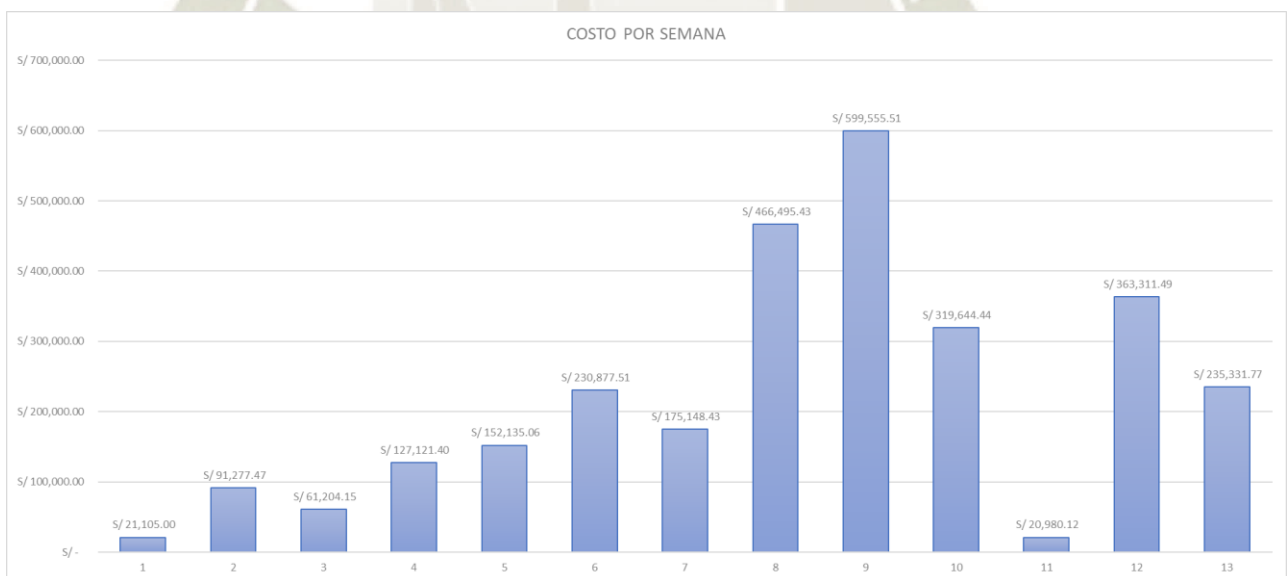


Ilustración 36: Cuadro y gráfico de barras de costo por semana – Programación convencional (Fuente propia)

Costo por semana según cronograma valorizado de metodología de planificación aplicando filosofía de Lean Construction:

	30-Ago	06-Set	13-Set	20-Set	27-Set	04-Oct
	05-Set	12-Set	19-Set	26-Set	03-Oct	10-Oct
semana	1	2	3	4	5	6
COSTO	22,319.94	499,751.23	662684.501	725306.89	840448.809	113730.73

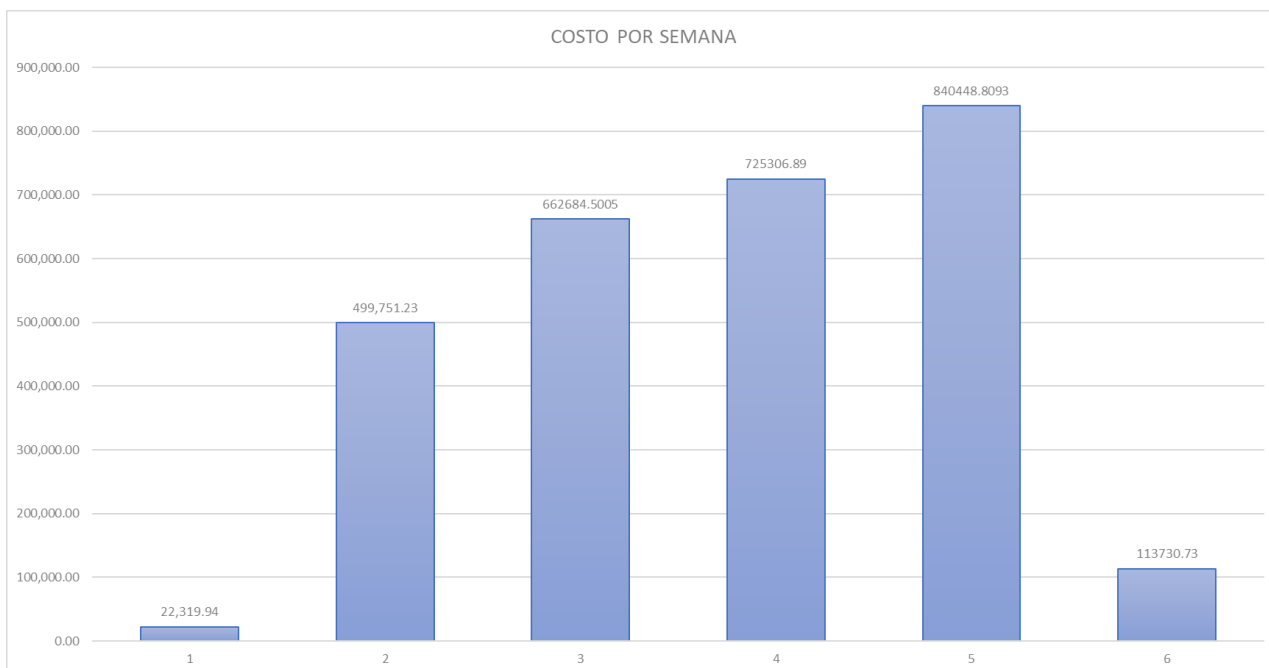


Ilustración 37: Cuadro y gráfico de barras de costo por semana – Programación Last Planner System (Fuente propia)

4.3. Estudio Comparativo de los Análisis de Riesgos

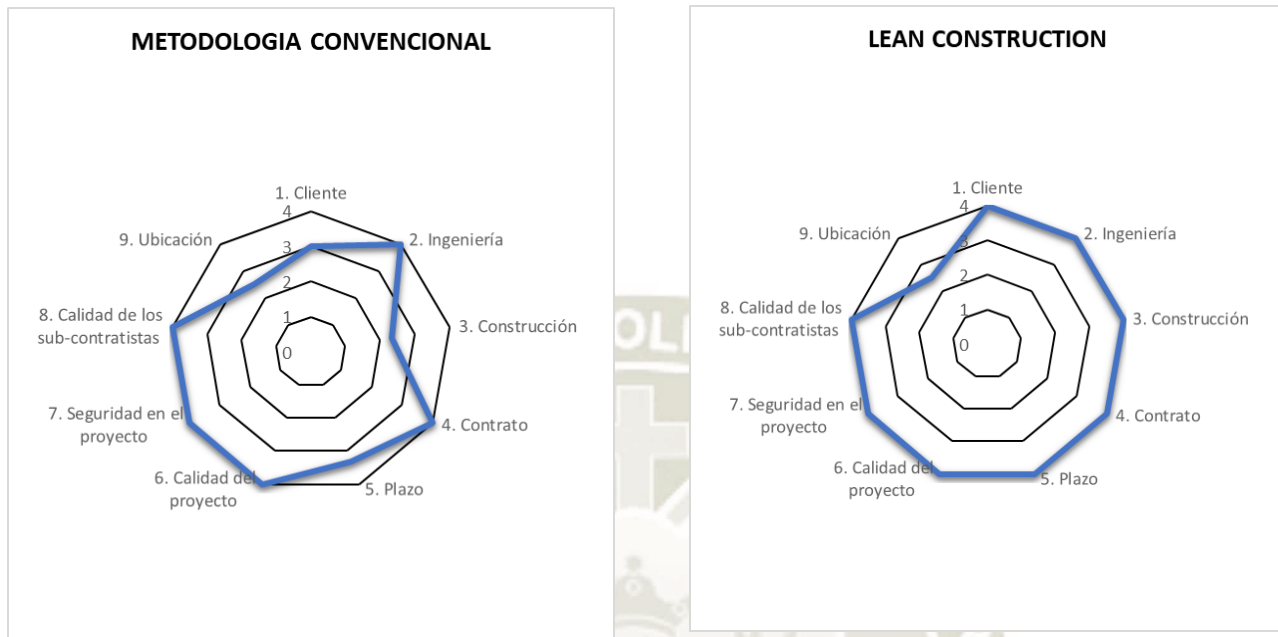


Ilustración 38: Gráficos comparativos análisis de riesgo (Fuente propia)

Cuadro resumen de puntajes obtenidos según análisis de riesgo por modalidad de programación de obra:

CONCEPTO	CONVENCIONAL	LEAN CONSTRUCTION
1. Cliente	3.00	4.00
2. Ingeniería	4.00	4.00
3. Construcción	2.33	4.00
4. Contrato	4.00	4.00
5. Plazo	3.33	4.00
6. Calidad del proyecto	4.00	4.00
7. Seguridad en el proyecto	4.00	4.00
8. Calidad de los sub-contratistas	4.00	4.00
9. Ubicación	2.50	2.50
PUNTAJE DEL PROYECTO	3.60	3.81

Ilustración 39: Cuadro resumen análisis de riesgo (Fuente propia)

Al aplicar un análisis de riesgo a cada metodología, se asegura que los problemas potenciales hayan sido considerados y abordados a lo largo del proceso de planificación de un proyecto.

La falta de un análisis de riesgo incidirá en no lograr los objetivos estratégicos de la empresa, así como los objetivos de mejora continua.

Según el análisis de riesgo realizado a ambas metodologías, la planificación convencional logra un puntaje de 3.6, mientras que la planificación por trenes de trabajo logra un puntaje de 3.81.

El rango de la calificación va desde 1 a 4 siendo 1 el mayor índice de riesgo para el proyecto:

Riesgos	
Nivel de Riesgo	Peso
Alto	1.00
Medio alto	2.00
Medio bajo	3.00
Bajo	4.00

Ilustración 40: Valores para realizar el análisis de riesgo (Fuente propia)

Y según los gráficos obtenidos por los puntajes asignados a cada metodología se observa fácilmente una mayor uniformidad en la metodología por Lean Construction, ya que cuenta con mayor puntaje.

Cabe resaltar que al ser una evaluación cuantitativa subjetiva y única de acuerdo a cada proyecto, tiende a variar de acuerdo a distintas perspectivas; sin embargo, es claro que los puntajes de construcción en cuanto a productividad, de cumplimiento de plazo y de calidad serán más altos al aplicar una metodología basada en la filosofía Lean Construction.

Cuantificando la calificación obtenida por el análisis de riesgos de ambas modalidades; podemos concluir que la planificación convencional puede verse afectado en un 10%, un total de S/. 286,148.76 del costo directo; en tanto, la planificación mediante lean puede verse afectado en un 4.75% un total de S/. 136,048.91 del costo directo; se obtiene un 5.25% (S/. 150,369.85) de diferencia entre ambas modalidades

El análisis de riesgos tiene por finalidad establecer un Plan de Acción (PDA) que contiene las acciones preventivas y/o correctivas que se deben tomar cuando ocurran los efectos esperados o estimados de los riesgos analizados. Hay 4 posiciones que se pueden adoptar frente a las consecuencias que ocasionan los riesgos: Eludir – Transferir – Reducir – Asumir, cada posición explica una de las estrategias que la empresa debe llevar a cabo para afrontar los impactos positivos y/o negativos que los riesgos ocasionan en la gestión diaria de la empresa.

4.4. Estudio Comparativo de Costos del Proyecto

Analizando los gastos generales del proyecto para ambas modalidades de programación, se advierte la diferencia entre los costos indirectos que tiene cada una debido a la diferencia en cuanto a los plazos.

Los gastos generales se dividen entre gastos fijos y gastos variables. Para ambos estudios, los gastos fijos tendrán el mismo valor:



OBRA: TECHADO ZONA 02 Y 03							
B) GASTOS FIJOS							
GASTOS DE LICITACIÓN Y CONTRATACIÓN							8,000.00
CODIGO	DESCRIPCION	UND	CANTIDAD	MESES	P.U. (S/.)	PARCIAL (S/.)	TOTAL (S/.)
01	Gastos Legales, permisos	Glb	1.00	1.00	2000.00	2000.00	2,000.00
02	Gastos de contratación	Glb	1.00	1.00	1500.00	1500.00	1,500.00
03	Gastos asesorías	Glb	1.00	1.00	2500.00	2500.00	2,500.00
04	Gastos Varios	Glb	1.00	1.00	2000.00	2000.00	2,000.00
TOTAL							8,000.00
GASTOS DE LIQUIDACION DE OBRA							5,268.69
CODIGO	DESCRIPCION	UND	CANTIDAD	MESES	P.U. (S/.)	PARCIAL (S/.)	TOTAL (S/.)
01	Copias, planos y documentos	Glb	1.00	1.00	2000.00	2000.00	2,000.00
02	Dossier de calidad	Glb	1.00	1.00	2500.00	2500.00	2,500.00
03	Comunicaciones	Glb	1.00	1.00	200.00	200.00	200.00
04	Utiles de Oficina	Glb	1.00	1.00	568.69	568.69	568.69
TOTAL							5,268.69
TRIBUTOS							0.02
CODIGO	DESCRIPCION	UND	%	CANTIDAD	P.U. (S/.)	PARCIAL (S/.)	TOTAL (S/.)
01	(0.2% Presupuesto sin IGV)	%	0.20%	1.00	9.00	0.02	0.02
TOTAL							0.02
TOTAL S/.							13,268.71

Ilustración 41: Resumen gastos fijos del proyecto (Fuente propia)

Sin embargo, al contar con distintas duraciones, los gastos variables serán distintos.

Gastos Variables – Programación con metodología convencional

OBRA: TECHADO ZONA 02 Y 03										
PRE-CONSTRUCCIÓN			0 meses		0 días		INICIO		FIN	
CONSTRUCCIÓN			1 meses		69 días		03-Set-21		05-Oct-21	
POST-CONSTRUCCIÓN			0 meses		0 días					
A) GASTOS VARIABLES										
PERSONAL DE OBRA									244,125.00	
CODIGO	DESCRIPCION	und	Personas	% Part.	Tiempo	Monto Mensual	PARCIAL	TOTAL		
DIRECCION TECNICA										
01	Gerente de proyecto	mes	1.00	100%	3.00	15,000.00	45,000.00			
02	Ingeniero Residente	mes	1.00	100%	3.00	8,000.00	24,000.00			
03	Ingeniero de oficina técnica	mes	1.00	100%	3.00	7,000.00	21,000.00			
04	Ingeniero de producción civil	mes	1.00	100%	3.00	6,500.00	19,500.00			
05	Supervisor SSOMA	mes	1.00	100%	3.00	6,000.00	18,000.00			
								127,500.00		
PERSONAL ASISTENTE										
01	Asistente social	mes	1.00	50%	3.00	2,000.00	3,000.00			
								3,000.00		
PERSONAL TÉCNICO										
01	Maestro de obra	mes	1.00	100%	3.00	4,000.00	12,000.00			
								12,000.00		
PERSONAL ADMINISTRATIVO ASISTENTE										
01	Administrador de obra	mes	1.00	100%	3.00	3,000.00	9,000.00			
02	Almacenero	mes	1.00	100%	3.00	2,500.00	7,500.00			
								16,500.00		
PERSONAL AUXILIAR										
01	Mantenimiento	mes	1.00	50%	3.00	2,500.00	3,750.00			
03	Personal Paz Social	mes	1.00	100%	3.00		0.00			
								3,750.00		
Factor beneficios						1.50				
EQUIPOS DE MENORES Y DE APOYO									8,550.00	
CODIGO	DESCRIPCION	UND	CANTIDAD	MESES	P.U. (\$/.)	ARCIAL (\$/	TOTAL (\$/.)			
01	Alquiler de Camioneta 4x2	mes	0.50	3.00	2000.00	3000.00	3,000.00			
02	Camión baranda 2 Ton	mes	0.50	3.00	2200.00	3300.00	3,300.00			
03	Combustible	mes	1.00	3.00	500.00	1500.00	1,500.00			
04	Mantenimiento de vehiculos	mes	1.00	3.00	250.00	750.00	750.00			
TOTAL										8,550.00

UTILES Y EQUIPOS DE OFICINA	10,410.00
------------------------------------	------------------

CODIGO	DESCRIPCION	UND	CANTIDAD	MESES	P.U. (S/.)	ARCIAL (S/)	TOTAL (S/.)
	ECONOMATOS						
01	UTILES DE OFICINAS	und	1.00	3.00	150.00	450.00	450.00
02	COPIAS Y PLOTEOS	glb	1.00	3.00	150.00	450.00	450.00
03	PAPELERIA	glb	1.00	3.00	80.00	240.00	240.00
05	PLANOS DE REPLANTEO	glb	1.00	3.00	200.00	600.00	600.00

TOTAL	1,740.00
--------------	-----------------

	EQUIPAMIENTO DE OFICINAS	UND	CANTIDAD	MESES	P.U. (S/.)	ARCIAL (S/)	TOTAL (S/.)
01	Caja de agua (consumo staff)	caja/mes	5.00	3.00	17.00	255.00	255.00
	Sistema de gestión						
02	Alquiler ERP	glb	1.00	3.00	320.00	960.00	960.00

TOTAL	1,215.00
--------------	-----------------

	EQUIPOS DE COMPUTACIÓN Y COMUNICACIÓN	UND	CANTIDAD	MESES	P.U. (S/.)	ARCIAL (S/)	TOTAL (S/.)
01	Laptops	und	7.00	3.00	30.00	630.00	630.00
02	Impresora láser A4 -A3	glb	1.00	3.00	950.00	2850.00	2,850.00
03	cartuchos de tinta para impresora	glb	1.00	3.00	75.00	225.00	225.00
04	Gasto telefónico - Comunicaciones	glb	1.00	3.00	50.00	150.00	150.00
05	Servicio de internet	glb	1.00	3.00	300.00	900.00	900.00
06	Instalación de red	glb	1.00	3.00	900.00	2700.00	2,700.00

TOTAL	7,455.00
--------------	-----------------

SEGUROS	2,400.00
----------------	-----------------

DESCRIPCION	UND	CANTIDAD	P.U. (S/.)	PARCIAL (S/)	TOTAL (S/.)
Accidentes Laborales y Responsabilidad Civil	mes	3.00	400.00	1,200.00	1,200.00
Complementario Trabajo Riesgo (Salud y Pensión)	mes	3.00	400.00	1,200.00	1,200.00
TOTAL					2,400.00

GASTOS FINANCIEROS	27,470.19
---------------------------	------------------

						Tasa Anua	2.50%
DESCRIPCION		%	Monto total	Monto fianza	Tiempo (d)	TOTAL (\$./.)	
Carta fianza FIEL CUMPLIMIENTO		10%	4,493,093.7	449,309.37	395.00	12,339.67	
Carta fianza GARANTÍA		5%	4,493,093.7	224,654.69	180.00	2,790.85	
Carta fianza ADELANTO		10%	4,493,093.7	449,309.37	395.00	12,339.67	
Costo Financiero							
TOTAL						27,470.19	

TOTAL	S/.	292,955.19
--------------	------------	-------------------

Ilustración 42: Resumen gastos variables del proyecto – Programación convencional (Fuente propia)

Gastos Variables – Programación con metodología Lean Construction

OBRA: TECHADO ZONA 02 Y 03								
	PRE-CONSTRUCCIÓN	0 meses	0 días		INICIO	FIN		
	CONSTRUCCIÓN	1 meses	30 días		03-Set-21	05-Oct-21		
	POST-CONSTRUCCIÓN	0 meses	0 días					
A) GASTOS VARIABLES								
PERSONAL DE OBRA								81,375.00
CODIGO	DESCRIPCION	und	Personas	% Part.	Tiempo	Monto Mensual	PARCIAL	TOTAL
DIRECCION TECNICA								
01	Gerente de proyecto	mes	1.00	100%	1.00	15,000.00	15,000.00	
02	Ingeniero Residente	mes	1.00	100%	1.00	8,000.00	8,000.00	
03	Ingeniero de oficina técnica	mes	1.00	100%	1.00	7,000.00	7,000.00	
04	Ingeniero de producción civil	mes	1.00	100%	1.00	6,500.00	6,500.00	
05	Supervisor SSOMA	mes	1.00	100%	1.00	6,000.00	6,000.00	
								42,500.00
PERSONAL ASISTENTE								
01	Asistente social	mes	1.00	50%	1.00	2,000.00	1,000.00	
								1,000.00
PERSONAL TÉCNICO								
01	Maestro de obra	mes	1.00	100%	1.00	4,000.00	4,000.00	
								4,000.00
PERSONAL ADMINISTRATIVO ASISTENTE								
01	Administrador de obra	mes	1.00	100%	1.00	3,000.00	3,000.00	
02	Almacenero	mes	1.00	100%	1.00	2,500.00	2,500.00	
								5,500.00
PERSONAL AUXILIAR								
01	Mantenimiento	mes	1.00	50%	1.00	2,500.00	1,250.00	
								1,250.00
Factor beneficios 1.50								
EQUIPOS DE MENORES Y DE APOYO								2,850.00
CODIGO	DESCRIPCION	UND	CANTIDAD	MESES	P.U. (\$/.)	PARCIAL (\$/.)	TOTAL (\$/.)	
01	Alquiler de Camioneta 4x2	mes	0.50	1.00	2000.00	1000.00	1,000.00	
02	Camión baranda 2 Ton	mes	0.50	1.00	2200.00	1100.00	1,100.00	
03	Combustible	mes	1.00	1.00	500.00	500.00	500.00	
04	Mantenimiento de vehiculos	mes	1.00	1.00	250.00	250.00	250.00	
TOTAL								2,850.00

UTILES Y EQUIPOS DE OFICINA							3,470.00
CODIGO	DESCRIPCION	UND	CANTIDAD	MESES	P.U. (S./.)	PARCIAL (S./.)	TOTAL (S./.)
	ECONOMATOS						
01	UTILES DE OFICINAS	und	1.00	1.00	150.00	150.00	150.00
02	COPIAS Y PLOTEOS	glb	1.00	1.00	150.00	150.00	150.00
03	PAPELERIA	glb	1.00	1.00	80.00	80.00	80.00
05	PLANOS DE REPLANTEO	glb	1.00	1.00	200.00	200.00	200.00
TOTAL							580.00
	EQUIPAMIENTO DE OFICINAS	UND	CANTIDAD	MESES	P.U. (S./.)	PARCIAL (S./.)	TOTAL (S./.)
01	Caja de agua (consumo staff)	caja/mes	5.00	1.00	17.00	85.00	85.00
	Sistema de gestión						
02	Alquiler ERP	glb	1.00	1.00	320.00	320.00	320.00
TOTAL							405.00
	EQUIPOS DE COMPUTACIÓN Y COMUNICACIÓN	UND	CANTIDAD	MESES	P.U. (S./.)	PARCIAL (S./.)	TOTAL (S./.)
01	Laptops	und	7.00	1.00	30.00	210.00	210.00
02	Impresora láser A4 -A3	glb	1.00	1.00	950.00	950.00	950.00
03	cartuchos de tinta para impresora	glb	1.00	1.00	75.00	75.00	75.00
04	Gasto telefónico - Comunicaciones	glb	1.00	1.00	50.00	50.00	50.00
05	Servicio de internet	glb	1.00	1.00	300.00	300.00	300.00
06	Instalación de red	glb	1.00	1.00	900.00	900.00	900.00
07	Radios	und	5.00		100.00	0.00	0.00
TOTAL							2,485.00
SEGUROS							800.00

DESCRIPCION		UND	CANTIDAD	P.U. (S./.)	PARCIAL (S./.)	TOTAL (S./.)
Accidentes Laborales y Responsabilidad Civil		mes	1.00	400.00	400.00	400.00
Complementario Trabajo Riesgo (Salud y Pensión)		mes	1.00	400.00	400.00	400.00
TOTAL						800.00
GASTOS FINANCIEROS						27,470.19
Tasa Anual						2.50%
DESCRIPCION		%	Monto total	Monto fianza	Tiempo (d)	TOTAL (S./.)
Carta fianza FIEL CUMPLIMIENTO		10%	#####	449,309.37	395.00	12,339.67
Carta fianza GARANTÍA		5%	#####	224,654.69	180.00	2,790.85
Carta fianza ADELANTO		10%	#####	449,309.37	395.00	12,339.67
Costo Financiero						
TOTAL						27,470.19
TOTAL						S/. 115,965.19

Ilustración 43: Resumen gastos variables del proyecto – Programación Last Planner System (Fuente propia)

Al emplear una metodología basada en la filosofía de lean construcción, se reduce el plazo por lo tanto los costos directos y se mejora la calidad de la programación de obra.

PROYECTO : TECHADO ZONA 02 Y 03			
MODALIDAD: Programación Convencional			
COSTO DIRECTO:		S/.	2,864,187.64
GASTOS GENERALES FIJOS	0.46%	S/.	13,268.71
GASTOS DE LICITACIÓN Y CONTRATACIÓN	0.28%	S/.	8,000.00
GASTOS DE LIQUIDACION DE OBRA	0.18%	S/.	5,268.69
TRIBUTOS	0.00%	S/.	0.02
GASTOS GENERALES VARIABLES	10.23%	S/.	292,955.19
PERSONAL DE OBRA	8.52%	S/.	244,125.00
EQUIPOS DE MENORES Y DE APOYO	0.30%	S/.	8,550.00
UTILES Y EQUIPOS DE OFICINA	0.36%	S/.	10,410.00
SEGUROS	0.08%	S/.	2,400.00
GASTOS FINANCIEROS	0.96%	S/.	27,470.19
COSTOS INDIRECTOS	10.69%	S/.	306,223.90
UTILIDAD	8.00%	S/.	229,135.01
SUBTOTAL SIN I.G.V.		S/.	3,399,546.56
I.G.V.	18.00%	S/.	611,918.38
PRESUPUESTO TOTAL		S/.	4,011,464.94

PROYECTO : TECHADO ZONA 02 Y 03			
MODALIDAD: LEAN CONSTRUCTION			
COSTO DIRECTO:		S/.	2,864,187.64
GASTOS GENERALES FIJOS	0.46%	S/.	13,268.71
GASTOS DE LICITACIÓN Y CONTRATACIÓ	0.28%	S/.	8,000.00
GASTOS DE LIQUIDACION DE OBRA	0.18%	S/.	5,268.69
TRIBUTOS	0.00%	S/.	0.02
GASTOS GENERALES VARIABLES	4.05%	S/.	115,965.19
PERSONAL DE OBRA	2.84%	S/.	81,375.00
EQUIPOS DE MENORES Y DE APOYO	0.10%	S/.	2,850.00
UTILES Y EQUIPOS DE OFICINA	0.12%	S/.	3,470.00
SEGUROS	0.03%	S/.	800.00
GASTOS FINANCIEROS	0.96%	S/.	27,470.19
COSTOS INDIRECTOS	4.51%	S/.	129,233.90
UTILIDAD	8.00%	S/.	229,135.01
SUBTOTAL SIN I.G.V.		S/.	3,222,556.56
I.G.V.	18.00%	S/.	580,060.18
PRESUPUESTO TOTAL		S/.	3,802,616.74

Ilustración 44: Resumen presupuestal (Fuente propia)

		AHORRO	
MODALIDAD CONVENCIONAL	S/ 4,011,464.94		
MODALIDAD POR TRENES DE TRABAJO	S/ 3,802,616.74	S/ 208,848.20	5.21%

Ilustración 45: Cuadro resumen ahorro proyecto (Fuente propia)

Debido a la diferencia de costos indirectos, se observa una diferencia de S/. 208, 848.20 entre ambas modalidades, lo cual significa un ahorro de un 5.21% en la modalidad de programación por trenes de trabajo.

En merito a lo mencionado, el incremento de la productividad debido a la aplicación de buenas herramientas de control tiene como resultado la optimización del costo final del proyecto.

La falta de herramientas de gestión para la planificación de la obra es un riesgo potencial, ya que puede verse afectada directamente en el plazo, así como en el costo final de la obra.

Lean Construction se define como una herramienta de optimización de actividades de valor en el proyecto, y eliminación de actividades que no aportan valor; permite una mejor calidad de obra y un menor costo.

4.5. Comparación del Cronograma Final del Proyecto

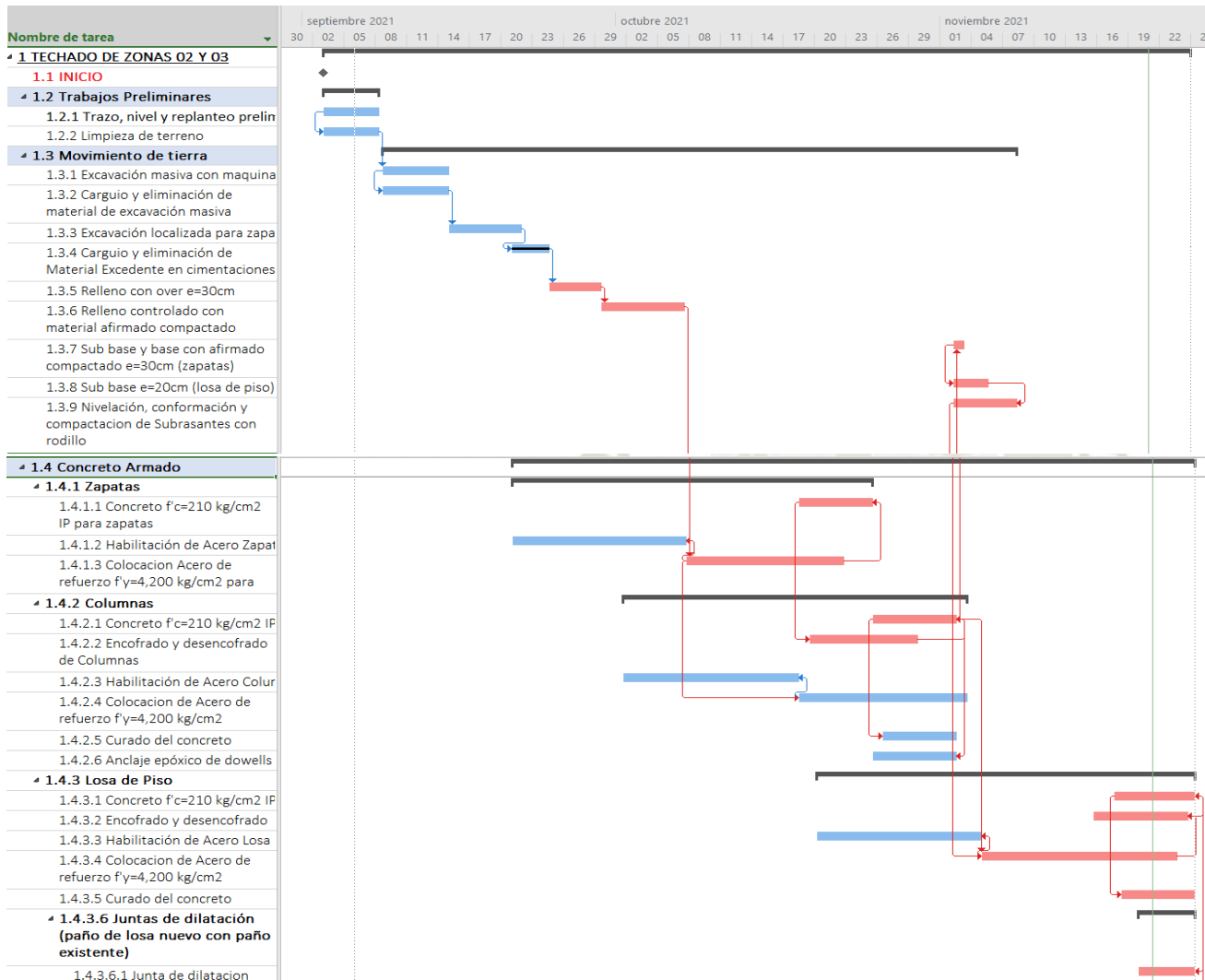


Ilustración 46: Cronograma final proyecto (Fuente propia)

La principal diferencia entre el diagrama Gantt obtenido de la programación convencional con la programación por trenes de trabajo, es que en la segunda, todas las actividades son críticas, mientras que en la primera solo se tiene una ruta crítica; lo cual puede entenderse como un riesgo ya que si una actividad se retrasa todo el cronograma se retrasará; sin embargo, una correcta implementación de LEAN permitirá controlar y evitar retrasos, al predecirlos con anticipación, creando buffers, etc.

Ilustración 47: Cronograma sectorizado – trenes de trabajo (Fuente propia)

Asimismo, permite la realización del Análisis de las Restricciones, el cual, busca la mejora continúa identificando las limitaciones o restricciones que puedan presentarse, otorgando altas probabilidades de que las actividades puedan empezar en la fecha establecida y cumplirse en el plazo dado, protegiendo así la programación.

4.6. Resumen General de la Investigación

Para la ejecución del proyecto se propuso la división del proyecto en 9 sectores, los cuales al tener un área similar permiten un avance continuo de los trenes de trabajo.

La sectorización fue realizada de acuerdo a criterios constructivos y estructurales, buscando en la medida de lo posible el mismo o similar metrado para lograr que cada sector tenga la misma duración.

Una vez realizado este paso y obtenidos los metrados sectorizados, se procede a la elaboración del look ahead Planning a 5 semanas en base a la estructura de desglose de trabajo. Para esto fue necesario el dimensionamiento de cuadrillas por actividad para definir el tiempo que tomara cada actividad por cada sector. De acuerdo al dimensionamiento de cuadrillas y teniendo en cuenta los rendimientos adecuados a este tipo de proyecto, se definió una duración por actividad de un día, obteniendo de este modo, una correcta estructura del tren de trabajo.

Para el adecuado control de los recursos a utilizarse en el proyecto “Techado de Zonas 02 y 03” se realizó el cronograma valorizado con el ratio de mano de obra y equipos por partida, para obtener el valor por día o semana y elaborar el histograma respectivo. Estos gráficos representaran el costo en el tiempo de mano de obra y equipos a utilizarse, y posibilitaran un mejor control y cuidado de recursos al definir la fecha que demandará una mayor o menor cantidad.

Posteriormente se elaboró el cronograma valorizado total para conocer el costo en relación al tiempo, en este caso, el costo por semana.

Asimismo, se realizó el cronograma de adquisición de materiales, que nos permitirá poder gestionar de manera más eficiente la compra de materiales en el tiempo preciso para evitar pérdidas.

Posteriormente se elaboró el análisis de riesgo correspondiente a la aplicación de esta metodología, en la cual se define la efectividad y la factibilidad del proyecto.

Finalmente se desarrollaron las comparaciones respectivas con el objetivo de determinar la ventaja que implica la programación de obras por trenes de trabajo, haciendo una comparación de los resultados obtenidos con la programación de obras convencional, demostrándose una optimización del tiempo reflejada en los cronogramas y una optimización del costo reflejada en los costos indirectos obtenidos del presupuesto elaborado.

CAPITULO V

5. APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE TRENES DE TRABAJO EN PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN CIVIL

5.1. Aplicación de la metodología en proyectos de construcción civil

El sector de la construcción es un sistema de producción en el que se produce gran incertidumbre en la programación, ya que convencionalmente sólo se visualiza como un modelo de transformación. La metodología Lean Construction, garantiza buenos sistemas de producción, en los que no solo se analice el proceso de transformación; sino también, el proceso de flujo y de generar valor.

Actualmente en nuestro país, aun se siguen utilizando metodologías de trabajo que no garantizan una mejora de la productividad en los proyectos de construcción civil; no obstante, en el sector privado se ha incrementado el uso de metodología Lean Construction para la planificación de obras ya que se busca implementar la teoría de la construcción sin pérdidas.

En el año 2011 se fundó el capítulo peruano del Lean Construction Institute por las empresas peruanas: GRAÑA Y MONTEO, COINSA, COPRACSA, EDIFICA, MARCAN Y MOTIVA, las cuales han aplicado las técnicas de la filosofía de Lean Construction en la gestión de sus proyectos desde años atrás. Este capítulo pretende difundir los principios de mejora continua en la industria de la construcción en nuestro país, incrementando el profesionalismo, la eficiencia y calidad de nuestro sector.

El sector construcción es gran influyente en la economía de nuestro país, y aporta un porcentaje significativo al PBI; en consecuencia, es imprescindible adaptarse a las nuevas herramientas, metodologías y técnicas que permitan una mejora en la productividad y calidad de nuestros proyectos.

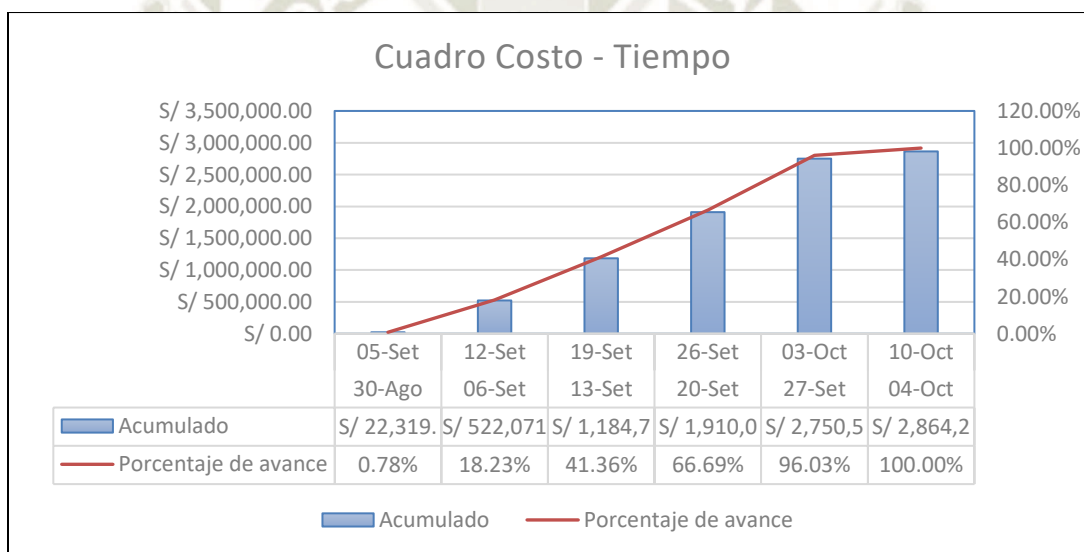
5.2. Análisis de Tiempo – Costo

El uso de la metodología de Lean Construction permite una disminución en el plazo de ejecución, por lo tanto, una optimización del costo.

Al contar con sectores similares que tienen un mismo tiempo de duración, se obtiene un avance proporcional; es decir, un porcentaje de gasto semanal similar.

En el gráfico a continuación se percibe la variación porcentual del costo semanalmente

TOTAL	30-Ago	06-Set	13-Set	20-Set	27-Set	04-Oct
	05-Set	12-Set	19-Set	26-Set	03-Oct	10-Oct
S/ 2,864,242.10	S/ 22,319.94	S/ 499,751.23	S/ 662,684.50	S/ 725,306.89	S/ 840,448.81	S/ 113,730.73
Acumulado	S/ 22,319.94	S/ 522,071.17	S/ 1,184,755.67	S/ 1,910,062.56	S/ 2,750,511.37	S/ 2,864,242.10
Porcentaje de avance	0.78%	18.23%	41.36%	66.69%	96.03%	100.00%



PROYECTO:				TECHADO ZONAS 02 Y 03												
SEMANAS				Sem 01	Sem 02	Sem 03	Sem 04	Sem 05	Sem 06	Sem 07	Sem 08	Sem 09	Sem 10	Sem 11	Sem 12	Sem 13
INICIO				30 Ago.	6 Set.	13 Set.	20 Set.	27 Set.	4 Oct.	11 Oct.	18 Oct.	25 Oct.	1 Nov.	8 Nov.	15 Nov.	22 Nov.
FIN				5 Set.	12 Set.	19 Set.	26 Set.	3 Oct.	10 Oct.	17 Oct.	24 Oct.	31 Oct.	7 Nov.	14 Nov.	21 Nov.	28 Nov.
Planificación Lean Construction				03/09 → 05/10												
Planificación Tradicional				03/09 → 23/11												
Sector	Área (m2)	Inicio	Fin													
S1	921.90	vie. 3 Set. 21	jue. 23 Set. 21	11%	11%	11%	11%									
S2	930.94	sáb. 4 Set. 21	vie. 24 Set. 21		11%	11%	11%									
S3	672.94	mar. 7 Set. 21	lun. 27 Set. 21		8%	8%	8%	8%								
S4	914.85	mié. 8 Set. 21	mar. 28 Set. 21		11%	11%	11%	11%								
S5	672.49	jue. 9 Set. 21	mié. 29 Set. 21		8%	8%	8%	8%								
S6	1,312.70	vie. 10 Set. 21	jue. 30 Set. 21		16%	16%	16%	16%								
S7	1,077.52	lun. 13 Set. 21	dom. 3 Oct. 21			13%	13%	13%								
S8	879.60	mar. 14 Set. 21	lun. 4 Oct. 21			10%	10%	10%	10%							
S9	1,053.33	mié. 15 Set. 21	mar. 5 Oct. 21			12%	12%	12%	12%							
Planificación Lean Construction				Área en ejecución	11%	64%	100%	100%	78%	23%						
Planificación Tradicional				Área a disposición del cliente	89%	36%			22%	77%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Actividades de Trabajo (Área de ejecución 100%)				Trabajos Preliminares	Excavación Masiva	Excavación Zapatas	Relevo y eliminación	Relevo afirmado zap	Trabajos acero Zap. Y Col.	Trabajos acero Zap. Y Col.	Vaciado Zap y Encofrado Col.	Encofrado y Vaciado Col.	Relevo Base Colocación As Losa	Colocación Acero Losa	Acero, Encofrado y Vaciado Losa	Vaciado Losa y Sello de juntas

Ilustración 48. Análisis tiempo - costo (Fuente propia)

5.3. Análisis de Costo Beneficio

El fundamento de la metodología de Lean Construction es la mejora continua, la optimización de recursos para una producción más eficiente. Por lo tanto, la definición del impacto de los costos en la producción del proyecto es necesaria para una mejora de la toma de decisiones.

La elaboración del presupuesto y la estimación de costos directos e indirectos es esencial en la planificación de una obra.

Un presupuesto de obra servirá de base para las futuras valorizaciones y avances físicos de obra (Carazas Cotrina, 2014).

Los costos directos son aquellos gastos que se pueden aplicar a una partida determinada y los costos indirectos son todos aquellos gastos que no pueden aplicarse a una partida determinada, sino al conjunto de la obra (CAPECO, 2014).

Según CAPECO, 2014: Dentro de los costos indirectos tenemos los Gastos Generales y la Utilidad.

- Gastos Generales: Son aquellos gastos que debe efectuar el Contratista durante la construcción, derivados de la propia actividad empresarial del mismo, por lo cual no pueden ser incluidos dentro de las partidas de la obra

A su vez los Gastos Generales se subdividen en:

Gastos Generales no relacionados con el tiempo de ejecución de obra:

- Gastos necesarios para presentación a la licitación y todos los derivados del proceso de contratación y que en general son aplicables a la obra a contratarse propiamente dicha.
- Gastos de toda índole que en general pueden considerarse como relativo a la(s) oficina(s) principal(es).
- Obligaciones laborales de suma fija sean contractuales o legales, como traslado de personal.

Gastos Generales relacionados con el tiempo de ejecución de obra.

- Gatos de administración de obra, de administración de oficina como sueldos, alquileres, servicio de agua, eléctrico, depreciación de vehículos, etc.; financieros relativos a la obra como intereses.
- Utilidad: Es un monto percibido por el contratista, porcentaje del Costo Directo del Presupuesto, y que forma parte del movimiento económico general de la empresa con el objeto de dar dividendos, capitalizar, reinvertir, pagar impuestos relativos a la misma utilidad e incluso cubrir pérdidas de otras obras.

Si bien el costo directo sería el mismo en ambas programaciones, el costo indirecto determinaría cual de ambas metodologías es más viable, ya que al reducir los costos se incrementarían los beneficios de la ejecución de un proyecto.

5.4. Recomendaciones para la modalidad de trabajo estudiado

- Para la correcta aplicación de la filosofía de Lean Construction, se recomienda la capacitación de los trabajadores sobre el concepto de mejora continua y construcción sin pérdidas
- Para alcanzar las metas propuestas en un tiempo óptimo es necesaria la retroalimentación, el intercambio de información entre las personas encargadas de la programación y el registro de los nuevos aprendizajes que se obtengan en cada reunión de los involucrados.
- Se recomienda utilizar distintos buffers, no sólo de tiempo, para aminorar la variabilidad que se pueda presentar.
- Se recomienda que todas las áreas de trabajo involucradas en el proyecto, trabajen según el flujo de Lean Construction.
- Para una mayor comprensión de las ventajas proporcionadas por esta metodología y siendo parte de la mejora continua, se recomienda el uso de indicadores diagramas, matrices o gráficos visuales que permitan medir el nivel de implementación del Lean Construction en la empresa.
- Se recomienda potenciar las herramientas de gestión visual como modelos BIM para llevar a cabo la programación con un mejor entendimiento del alcance y mayor eficiencia de entregables.

- Se recomienda una adecuada gestión en obra para un adecuado control de los recursos, ya sea de mano de obra, materiales o equipos.
- Es fundamental detectar las pérdidas, desperdicios y proponer alternativas de mejora; por lo tanto, será importante identificar a tiempo las actividades que generen y que no generen valor y esto se conseguirá con una adecuada gestión de las actividades del tren de trabajo.



CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

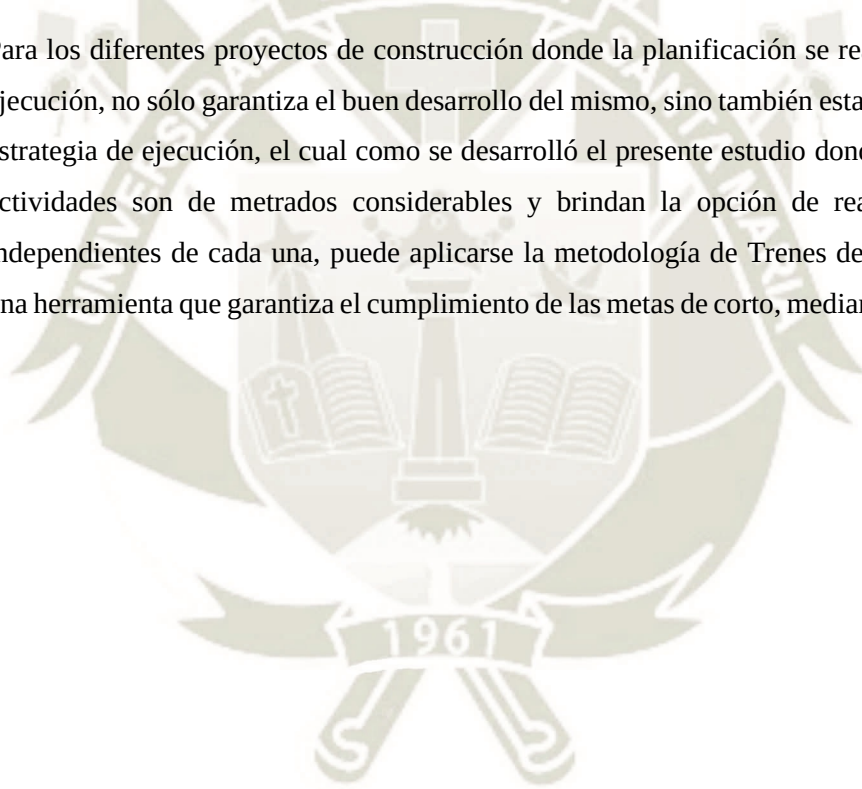
- Se realizó el estudio comparativo entre la planificación tradicional y la filosofía Lean Construction bajo la modalidad de trenes de trabajo; dando por resultado que la planificación desarrollada empleando Lean Construction garantiza una optimización del costo, generando una mayor utilidad del 5%; garantizando la calidad y el cumplimiento del alcance en un menor plazo de ejecución del 60% con respecto a la planificación tradicional, cumpliendo con el objetivo general del presente estudio; obteniendo un porcentaje de optimización total del 19% entre ambas modalidades de trabajo.
- Uno de los objetivos específicos para el estudio del presente proyecto, es emplear las herramientas Lean, las cuales replantean totalmente la manera de trabajar pasando de un sistema push a un sistema pull (Pons, J., 2014); acortan tiempos de ejecución de los proyectos gracias a la superposición de actividades y brindan mejoras en la productividad debido a que se designa cuadrillas específicas para cada tipo de trabajo en forma consecutiva.
- En el presente proyecto de obras civiles mediante el sistema del último planificador (Last Planer), considerando que demanda un volumen total de concreto armado de 2,781.40 m³ (zapatas 630.47m³, columnas 463.68m³ y losas 1,687.25); pudimos obtener en el desarrollo de la planificación tradicional una ejecución de 49,160.11 HH, obteniendo un ratio de productividad de 0.057 m³ / HH; en tanto en la planificación bajo la modalidad de Trenes de Trabajo asciende a 46,660.70 HH, obteniendo un ratio de productividad de 0.060 m³ / HH; superando al método tradicional en un 3% de productividad cumpliendo con el objetivo del presente estudio.
- Entre los objetivos específicos del presente estudio comparativo realizado, podemos acotar que, al hacer uso de una planificación tradicional, se concluye que la variabilidad es alta y hay factores determinantes que no se previenen correctamente, lo que genera incertidumbre, tiempos improductivos y riesgos que incurren directamente en el plazo y el costo final de la obra. Según el análisis de riesgos de ambas modalidades podemos obtener que la planificación empleando el Lean Construction alcanza un 5.25% mas del costo directo con respecto a la convencional; es por ello que se optaría por una planificación con metodología basada en el Lean Construction, que emplee herramientas para controlar dicha variabilidad.

- En el presente estudio comparativo, la evaluación del costo del proyecto a través del tiempo, es uno de los aspectos más importantes en el desarrollo del presente estudio; en los cuales podemos concluir que en la metodología de Lean Construction bajo la modalidad de trenes de trabajo presenta un ahorro del 5.21% del presupuesto total del proyecto con respecto a la metodología tradicional (*Ilustración 45*); en tanto el tiempo de ejecución presenta un anticipo del término de actividades de 41 días de trabajo o en su defecto 49 días calendario (*Ilustración 33*), por tanto según la evaluación y comparación de costos, da como resultado que la metodología lean presenta un correcto manejo del costo a través del tiempo, teniendo desembolsos homogéneos y planificados, a diferencia de la metodología tradicional que presenta picos en sus valores. De igual manera las fechas de entrega se vieron mejoradas y aseguradas con el uso de la metodología lean.
- De cada herramienta utilizada de la metodología Lean se concluye que la sectorización y los trenes de trabajo son dos de las herramientas más sencillas de aplicar y que a su vez son las de mayor aporte en cuanto a mejora de la productividad y los tiempos con respecto a la metodología tradicional (*Ilustración 34*).
- De acuerdo al presente estudio, la aplicación de las herramientas del Lean Construction en obras de construcción incrementa de manera significativa, la confiabilidad y eficiencia de la planificación. Se hace énfasis en la importancia e impacto de ser productivos al ejecutar proyectos, con las herramientas correctas se garantiza un ahorro en tiempo y costo. De las dos modalidades empleadas, trabajo convencional y aplicando la filosofía lean construction, se demuestra que esta última es la más eficiente a la hora de buscar una productividad correcta y que impacte positivamente en los resultados del proyecto.

RECOMENDACIONES

- El análisis de Restricciones es una herramienta de control necesaria que se emplea posteriormente a la elaboración del Look Ahead; debido que la misma anticipa las posibles restricciones que se pueden obtener durante la ejecución del proyecto y busca eliminar los retrasos proponiendo medidas de solución anticipadas.

- En el Perú es utilizado convencionalmente el método de la ruta crítica en el que se utiliza como herramienta los Diagramas Gantt; estos diagramas para la organización de actividades y el planeamiento de obra, son simples y de fácil comprensión, los cuales tienen como ventaja la posibilidad de vincular más información en su esquema representativo, como recursos, costos, etc.; sin embargo, involucra una mayor susceptibilidad al error del programador, sobre todo cuando se tienen proyectos largos y repetitivos, ya que al ser extenso se complica la visualización de la relación entre las tareas; asimismo, los recursos son asignados por tarea, no se toma en cuenta la continuidad que deben tener para garantizar la productividad del proyecto.
- Para los diferentes proyectos de construcción donde la planificación se realiza previa a la ejecución, no sólo garantiza el buen desarrollo del mismo, sino también establece una buena estrategia de ejecución, el cual como se desarrolló el presente estudio donde las diferentes actividades son de metrados considerables y brindan la opción de realizar cuadrillas independientes de cada una, puede aplicarse la metodología de Trenes de Trabajo que es una herramienta que garantiza el cumplimiento de las metas de corto, mediano y largo plazo.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Master of Project Academy. (05 de Febrero de 2017). *Project Constraints Definition | 7 Common Project Constraints*. Obtenido de Master of Project Academy:
<https://masterofproject.com/blog/7390/project-constraints-definition-7-common-project-constraints>
- Aguilar Barillas, M. A. (2010). *Estudio comparativo de la productividad de construccion de casas en serie, utilizando el método de Planificación Tradicional y el Sistema del Ultimo Planificador*. Guatemala: Universidad San Carlos de Guatemala.
- APM. (2013). *The core components of project management*. Association for Project Management.
- Botero Botero, L., & Alvarez Villa, M. (2004). *Guía de mejoramiento continuo para la productividad en la construcción*. Medellín: Universidad EAFIT.
- Bring, A. O. (2019). *¿Que es Lean Construction?* Obtenido de http://www.alphaobring.com/que-es-lean-construction_articulo-4.html
- CAPECO. (2014). *Costos y Presupuestos en Edificaciones*. Lima: Camara Peruana de Construccion.
- Carazas Cotrina, L. A. (2014). *Planificación y control del costo y plazo de construccion del proyecto de oficinas Schreiber 220*. Lima.
- Carro Paz, R., & Gonzales Gomez, D. (2012). *Control Estadistico de Procesos*. Argentina: Facultad de ciencias economico y sociales.
- Castro Encalada, J. M., & Pajares Herrera, J. E. (2014). *Propuesta e implementacion de sectorizacion y trenes de trabajo para acabados interiores bajo la filosofia Lean Construction en construccion de viviendas masivas*. Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.
- Díaz Galdoz, M. R. (2018). *Modelo Basado en el Lean Construction para proyectos de Edificacion: Caso Edificio William Morris de la UCSM*. Arequipa: Universidad Nacional de San Agustin.
- Fayek Aziz, R., & Mohamed Hafez, S. (2013). *Applying lean thinking in construction and performance*. Egipto: Structural Engineering Department, Faculty of Engineering, Alexandria University.
- Guzman Tejada, A. (2014). *APLICACIÓN DE LA FILOSOFÍA LEAN CONSTRUCTION*. Lima: PUCP.
- GyM, G. d. (2008). *Instructivo de elaboración de Tren de actividades*. Lima: Gestion de Proyectos GyM.

Herrera Magno, O., & Sanchez Rojas, J. (2016). *Analisis de Restricciones y Productividad utilizando el sistema LAST PLANNER para mejorar el flujo de trabajo*. Lima: UPC.

Lean Manufacturing 10. (Agosto de 2021). *TOC. Teoría de las restricciones: Definición y principios básicos*. Obtenido de <https://leanmanufacturing10.com/toc>

Moujib, A. (2007). *Lean project management*. Budapest: Project Management Institute.

Niebel, B. (1996). *Ingenieria Industrial: Estudio de tiempos y movimientos*. Monterrey, Mexico: Alfa Omega.

PMI. (2013). *What is Project Management?* Project Management Institute.

Serpell, A. (1999). *Productividad en la Construcción*. Chile: Pontificia Universidad Católica de Chile.

Toledano de Diego, A., Mañes Sierra, N., & García, S. (2009). *Las claves del éxito Toyota*. Vizcaya: Cuadernos de Gestión.

Tommelein, I. D., & Ballard, G. (1997). *Look Ahead Planning: Screening and Pulling*. Sao Paulo, Brazil: A.S.I Conte, Logical Systems.

TOYOTA. (2021). *Toyota Production System*. Obtenido de Just in Time: <https://global.toyota/en/company/vision-and-philosophy/production-system/>

VORNE. (2019). *Lean Production*. Obtenido de <https://www.leanproduction.com/theory-of-constraints.html>

Wallace, W. (2014). *Gestion de Proyectos*. Edimburgo: Edinburgh Business School.

ANEXOS

ANEXO 01: ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Partida	Trazo Nivel y Replanteo Preliminar				
Rendimiento	m2/DIA	400.0000	EQ. 400.0000	Costo unitario directo por : m2	2.77

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
					S/	S/
	Mano de Obra					
	OFICIAL	hh	1.0000	0.0200	15.39	0.31
	PEON	hh	3.0000	0.0600	13.84	0.83
	TOPOGRAFO	hm	1.0000	0.0200	21.48	0.43
						1.57
	Materiales					
	CLAVOS 3"	kg		0.0050	5.03	0.03
	YESO 20KG	bls		0.0250	15.34	0.38
	MADERA TORNILLO LARGA	p2		0.0260	4.90	0.13
	PINTURA LATEX	gl		0.0030	35.32	0.11
	WINCHA	und		0.0010	25.00	0.03
						0.68
	Equipos					
	TEODOLITO DE PRECISION 7	dia	1.0000	0.0030	88.48	0.27
	JALONES	hr	2.0000	0.0400	1.43	0.06
	MIRA TOPOGRAFICA	hr	1.0000	0.0200	1.66	0.03
	GPS	dia	1.0000	0.0030	37.98	0.11
	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.57	0.05
						0.52

Partida	Limpieza de terreno				
Rendimiento	m2/DIA	600.0000	EQ. 600.0000	Costo unitario directo por : m2	2.40

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
					S/	S/
	Mano de Obra					
	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0013	21.48	0.03

PEON	hh	2.0000	0.0267	13.84	0.37
					0.40

Equipos

TRACTOR SOBRE ORUGAS 100HP	hm	1.0000	0.0133	149.11	1.99
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.40	0.01
					2.00

Partida	Excavación masiva con maquinaria				
Rendimiento	m3/DIA	450.0000	EQ. 450.0000	Costo unitario directo por : m2	5.03

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
					S/	S/
Mano de Obra						
	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0018	21.48	0.04
	OPERARIO	hh	1.0000	0.0178	18.36	0.33
	PEON	hh	2.0000	0.0356	13.84	0.49
						0.86
Equipo						
	RETROEXCAVADORA DE 1/2 A 1 1/4 yd3	hm	1.0000	0.0178	228.03	4.05
						4.05
	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	4.05	0.12
						0.12

Partida	Carguio y eliminación de material de excavación masiva				
Rendimiento	m3/DIA	220.0000	EQ. 220.0000	Costo unitario directo por : m2	27.87

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
					S/	S/
Mano de Obra						
	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0036	21.48	0.08
	PEON	hh	2.0000	0.0727	13.84	1.01
						1.09

Materiales

CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 125-155 HP	hm	0.0364	186.92	6.80
3yd3		1.0000		
CAMION VOLQUETE 6X4 330HP 15m3	hm	2.0000	0.0727	19.98
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	3.0000	1.09	0.03
				26.78

Partida	Excavación localizada para zapatas			
Rendimiento	m3/DIA	300.0000	EQ. 300.0000	Costo unitario directo por : m2 6.99

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
					S/	S/

Mano de Obra

CAPATAZ	hh	0.1000	0.0027	21.48	0.06
OFICIAL	hh	1.0000	0.0267	15.39	0.41
PEON	hh	4.0000	0.1067	13.84	1.48
					1.95

Materiales

CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 125-155 HP	hm	0.0267	186.92	4.98
3yd3		1.0000		
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	3.0000	1.95	0.06
				5.04

Partida	Carguo y eliminación de material de excavación (zapatas)			
Rendimiento	m3/DIA	220.0000	EQ. 220.0000	Costo unitario directo por : m2 27.90

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
					S/	S/

Mano de Obra

CAPATAZ	hh	0.1000	0.0036	21.48	0.08
PEON	hh	2.0000	0.0727	13.84	1.01
					1.09

Materiales

CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 125-155 HP	hm	0.0364	186.92	6.80
3yd3		1.0000		

CAMION VOLQUETE 6X4 330HP 15m3	hm	2.0000	0.0727	274.67	19.98
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.09	0.03
					26.81

Partida	Relleno con over e=30cm				
Rendimiento	m3/DIA	22.0000	EQ. 22.0000	Costo unitario directo por : m2	124.23

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
					S/	S/
	Mano de Obra					
	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0364	21.48	0.78
	PEON	hh	2.0000	0.7273	13.84	10.07
	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	1.0000	0.3636	18.98	6.90
						17.75
	Materiales					
	CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 125-155 HP	hm		0.3636	186.92	67.97
	3yd3		1.0000			
	MATERIAL DE RELLENO	m3		1.0500	35.60	37.38
	AGUA	m3		0.1200	5.00	0.60
	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	17.75	0.53
						106.48

Partida	Relleno controlado con material afirmado compactado e=1.5m				
Rendimiento	m3/DIA	22.0000	EQ. 22.0000	Costo unitario directo por : m2	86.85

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
					S/	S/
	Mano de Obra					
	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0364	21.48	0.78
	PEON	hh	2.0000	0.7273	13.84	10.07
	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	1.0000	0.3636	18.98	6.90
						17.75
	Materiales					
	AGUA	m3		0.1200	5.00	0.60

CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 125-155 HP	hm	0.3636	186.92	67.97
3yd3		1.0000		
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	3.0000	17.75	0.53
				69.10

Partida	Nivelación, conformación y compactacion de Subrasantes con rodillo			
Rendimiento	m3/DIA	MO. 1,750.0000	Costo unitario directo por : m2	2.02

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
					S/	S/
	Mano de Obra					
	CAPATAZ	hh	1.0000	0.0046	21.48	0.10
	OFICIAL	hh	1.0000	0.0046	15.39	0.07
	PEON	hh	4.0000	0.0183	13.84	0.25
						0.42
	Materiales					
	RODILLO LISO VIBRATORIO AUT 70-100 HP 7-9	hm	1.0000	0.0046	103.69	0.47
	MOTONIVELADORA 125HP	hm	1.0000	0.0046	173.57	0.79
	CAMION CISTERNA 4X2(AGUA) 122HP 1500gl	hm	0.5000	0.0023	145.23	0.33
	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.42	0.01
						1.60

Partida	Sub base e=20cm (losa de piso)			
Rendimiento	m3/DIA	MO. 1,200.0000	Costo unitario directo por : m2	14.18

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
					S/	S/
	Mano de Obra					
	CAPATAZ	hh	1.0000	0.0067	21.48	0.14
	OFICIAL	hh	1.0000	0.0067	15.39	0.10
	PEON	hh	5.0000	0.0333	13.84	0.46
						0.70
	Materiales					
	MATERIAL GRANULAR BASE	m3		0.2500	42.50	10.63

10.63

Equipos

RODILLO LISO VIBRATORIO AUT 70-100 HP 7-9	hm	1.0000	0.0067	103.69	0.69
MOTONIVELADORA 125HP	hm	1.0000	0.0067	173.57	1.16
CAMION CISTERNA 4X2(AGUA) 122HP 1500gl	hm	1.0000	0.0067	145.23	0.97
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		4.0000	0.70	0.03
					2.85

Partida	Sub base y base con afirmado compactado e=30cm (zapatas)				
Rendimiento	m3/DIA	MO. 1,000.0000	Costo unitario directo por : m2		14.88

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
					S/	S/

Mano de Obra

CAPATAZ	hh	1.0000	0.0080	21.48	0.17
OFICIAL	hh	1.0000	0.0080	15.39	0.12
PEON	hh	5.0000	0.0400	13.84	0.55
					0.84

Materiales

MATERIAL GRANULAR BASE	m3		0.2500	42.50	10.63
					10.63

Equipos

RODILLO LISO VIBRATORIO AUT 70-100 HP 7-9	hm	1.0000	0.0080	103.69	0.83
MOTONIVELADORA 125HP	hm	1.0000	0.0080	173.57	1.39
CAMION CISTERNA 4X2(AGUA) 122HP 1500gl	hm	1.0000	0.0080	145.23	1.16
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		4.0000	0.84	0.03
					3.41

Partida	Concreto f'c=210 kg/cm2 IP para zapatas
---------	--

Rendimiento **m3/DIA** **60.0000** EQ. **60.0000** Costo unitario directo por : m2 **258.47**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0133	21.48	0.29
	OPERARIO	hh	2.0000	0.2667	18.36	4.90
	OFICIAL	hh	1.0000	0.1333	15.39	2.05
	PEON	hh	4.0000	0.5333	13.84	7.38
	OPERADOR DE EQUIPO MEDIANO	hh	1.0000	0.1333	18.98	2.53
						17.15
Materiales						
	CONCRETO PREMEZCLADO FC=210 KG/cm2	m3		1.02	235.16	239.86
						239.86
Equipos						
	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	17.15	0.51
	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.50"	hm	1	0.133	7.13	0.94829
						1.46

Partida **Concreto f'c=210 kg/cm2 IP para columnas**

Rendimiento **m3/DIA** **30.0000** EQ. **30.0000** Costo unitario directo por : m2 **310.49**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0267	21.48	0.57
	OPERARIO	hh	2.0000	0.5333	18.36	9.79
	OFICIAL	hh	1.0000	0.2667	15.39	4.10
	PEON	hh	4.0000	1.0667	13.84	14.76
	OPERADOR DE EQUIPO MEDIANO	hh	1.0000	0.2667	18.98	5.06
						34.28
Materiales						
	CONCRETO PREMEZCLADO FC=210 KG/cm2	m3		1.02	235.16	239.86
	SERVICIO DE BOMBA DE CONCRETO	m3		1	35.00	35.00

274.86

Equipos

HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	3.0000	15.81	0.47
VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.50"	hm	1	0.123	7.13
				0.87699
				1.35

Partida	Concreto f'c=210 kg/cm2 IP para losa				
Rendimiento	m3/DIA	65.0000	EQ. 65.0000	Costo unitario directo por : m2	257.03

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
					S/	S/

Mano de Obra

CAPATAZ	hh	0.1000	0.0123	21.48	0.26
OPERARIO	hh	2.0000	0.2462	18.36	4.52
OFICIAL	hh	1.0000	0.1231	15.39	1.89
PEON	hh	4.0000	0.4923	13.84	6.81
OPERADOR DE EQUIPO MEDIANO	hh	1.0000	0.1231	18.98	2.34
					15.82

Materiales

CONCRETO PREMEZCLADO FC=210 KG/cm2	m3	1.02	235.16	239.86
				239.86

Equipos

HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	3.0000	15.81	0.47
VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.50"	hm	1	0.123	7.13
				0.87699
				1.35

Partida	Habilitación de Acero Zapatas				
Rendimiento	m3/DIA	250.0000	EQ.	Costo unitario directo por : m2	3.87

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
					S/	S/

Mano de Obra

CAPATAZ	hh	0.1000	0.0005	21.48	0.01
---------	----	--------	--------	-------	------

OPERARIO	hh	1.0000	0.0053	18.36	0.10
OFICIAL	hh	1.0000	0.0053	15.39	0.08

0.19

Materiales

ALAMBRE NEGRO N16	kg		0.02	5.34	0.11
ACERO CORRUGADO fy=4200 kg/cm2 grado 60	kg		1.05	2.86	3.00
DOBLADURA	hm		0.01	3.78	0.04

3.15

Equipos

HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.44	0.04
CIZALLA PARA CORTAR FIERRO DE 30"	und		0.1	4.9	0.49

0.53

Partida	Colocacion Acero de refuerzo f'y=4,200 kg/cm2 para zapatas				
Rendimiento	m3/DIA	1500	EQ.	Costo unitario directo por : m2	0.23

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
					S/	S/

Mano de Obra

CAPATAZ	hh	0.1000	0.0005	21.48	0.01
OPERARIO	hh	1.0000	0.0053	18.36	0.10
OFICIAL	hh	1.0000	0.0053	15.39	0.08

0.19

Equipos

HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.44	0.04
-----------------------	-----	--	--------	------	------

0.04

Partida	Habilitación de Acero Columnas				
Rendimiento	m3/DIA	250.0000	EQ.	250.0000	Costo unitario directo por : m2
					3.87

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
					S/	S/

Mano de Obra

CAPATAZ	hh	0.1000	0.0005	21.48	0.01
---------	----	--------	--------	-------	------

OPERARIO	hh	1.0000	0.0053	18.36	0.10
OFICIAL	hh	1.0000	0.0053	15.39	0.08
					0.19

Materiales

ALAMBRE NEGRO N16	kg		0.02	5.34	0.11
ACERO CORRUGADO fy=4200 kg/cm2 grado 60	kg		1.05	2.86	3.00
DOBLADURA	hm		0.01	3.78	0.04
					3.15

Equipos

HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.44	0.04
CIZALLA PARA CORTAR FIERRO DE 30"	und		0.1	4.9	0.49
					0.53

Partida	Colocacion Acero de refuerzo f'y=4,200 kg/cm2 para columnas				
Rendimiento m3/DIA	1500	MO. 1,500.0000	Costo unitario directo por : m2		0.23

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
					S/	S/
	Mano de Obra					
	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0005	21.48	0.01
	OPERARIO	hh	1.0000	0.0053	18.36	0.10
	OFICIAL	hh	1.0000	0.0053	15.39	0.08
						0.19
	Equipos					
	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.44	0.04
						0.04

Partida	Habilitación de Losa de Piso				
Rendimiento m3/DIA	300.0000	EQ. 300.0000	Costo unitario directo por : m2		3.87

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
					S/	S/
	Mano de Obra					
	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0005	21.48	0.01

OPERARIO	hh	1.0000	0.0053	18.36	0.10
OFICIAL	hh	1.0000	0.0053	15.39	0.08
					0.19

Materiales

ALAMBRE NEGRO N16	kg		0.02	5.34	0.11
ACERO CORRUGADO fy=4200 kg/cm2 grado 60	kg		1.05	2.86	3.00
DOBLADURA	hm		0.01	3.78	0.04
					3.15

Equipos

HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.44	0.04
CIZALLA PARA CORTAR FIERRO DE 30"	und		0.1	4.9	0.49
					0.53

Partida	Colocacion Acero de refuerzo f'y=4,200 kg/cm2 para losa				
Rendimiento	m3/DIA	MO. 1,500.0000	Costo unitario directo por : m2		0.23

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
					S/	S/
	Mano de Obra					
	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0005	21.48	0.01
	OPERARIO	hh	1.0000	0.0053	18.36	0.10
	OFICIAL	hh	1.0000	0.0053	15.39	0.08
						0.19
	Equipos					
	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.44	0.04
						0.04

Partida	#¡REF!				
Rendimiento	m3/DIA	14.0000	EQ. 14.0000	Costo unitario directo por : m2	52.71

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
					S/	S/
	Mano de Obra					
	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0571	21.48	1.23

OPERARIO	hh	1.0000	0.5714	18.36	10.49
OFICIAL	hh	1.0000	0.5714	15.39	8.79
					20.51

Materiales

CLAVOS 3"	kg		0.15	5.03	0.75
MADERA TORNILLO LARGA	p2		4.03	4.90	19.75
					20.50

Equipos

HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	20.49	0.61
					0.61

Subpartidas

DESENCOFRADO	und		1	11.09	11.09
					11.09

Partida	Encofrado y desencofrado de Columnas				
Rendimiento	m3/DIA	10.0000	EQ. 10.0000	Costo unitario directo por : m2	61.41

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0800	21.48	1.72
	OPERARIO	hh	1.0000	0.8000	18.36	14.69
	OFICIAL	hh	1.0000	0.8000	15.39	12.31
						28.72
Materiales						
	CLAVOS 3"	kg		0.3	5.03	1.51
	CLAVOS 2"	kg		0.17	5.03	0.86
	MADERA TORNILLO LARGA	p2		4.2	4.90	20.58
						22.95
Equipos						
	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	28.72	0.86
						0.86

Subpartidas

DESENCOFRADO	und	1	8.88	8.88
				8.88

Partida	Encofrado y desencofrado para losa			
Rendimiento	m3/DIA	8.0000	EQ. 8.0000	Costo unitario directo por : m2 56.12

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
--------	---------------------	--------	-----------	----------	--------------	---------------

Mano de Obra

CAPATAZ	hh	0.1000	0.1000	21.48	2.15
OPERARIO	hh	1.0000	1.0000	18.36	18.36
OFICIAL	hh	1.0000	1.0000	15.39	15.39
					35.90

Materiales

CLAVOS 3"	kg		0.33	5.03	1.66
CLAVOS 2"	kg		0.15	5.03	0.75
MADERA TORNILLO LARGA	p2		2.18	4.90	4.90
					7.31

Equipos

HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	35.90	1.08
					1.08

Subpartidas

DESENCOFRADO	und	1	11.83	11.83
				11.83

Partida	Curado de concreto para columnas			
Rendimiento	m2/DIA	300.0000	EQ. 300.0000	Costo unitario directo por : m2 1.89

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
--------	---------------------	--------	-----------	----------	--------------	---------------

Mano de Obra

CAPATAZ	hh	0.1000	0.0027	21.48	0.06
---------	----	--------	--------	-------	------

PEON	hh	1.0000	0.0267	13.84	0.37
					0.43

Materiales

ADITIVO CURADOR	gl		0.07	20.30	1.42
					1.42

Equipos

HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.44	0.04
					0.04

Partida	Curado del concreto para losa				
Rendimiento	m2/DIA	300.0000	EQ. 300.0000	Costo unitario directo por : m2	1.89

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
					S/	S/

Mano de Obra

CAPATAZ	hh	0.1000	0.0027	21.48	0.06
PEON	hh	1.0000	0.0267	13.84	0.37
					0.43

Materiales

ADITIVO CURADOR	gl		0.07	20.30	1.42
					1.42

Equipos

HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.44	0.04
					0.04

Partida	Juntas de dilatación (paño de losa nuevo con paño existente)				
Rendimiento	m3/DIA	90.0000	EQ. 90.0000	Costo unitario directo por : m2	28.42

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
					S/	S/

Mano de Obra

CAPATAZ	hh	0.1000	0.0089	21.48	0.19
OPERARIO	hh	1.0000	0.0889	18.36	1.63
PEON	hh	2.0000	0.1778	13.84	2.46

4.28

Materiales

SELLADOR ELASTICO POLIURETANO	gl	0.094	185.60	17.45
IMPRIMANTE ELASTOMERICO DE POLIURETANO	gl	0.014	205.80	2.88
ESPUMA DE POLYOLEFINA D=1 1/4"	ml	1.05	3.50	3.68
				24.01

Equipos

HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	3.0000	4.28	0.13
				0.13

Partida	Juntas de corte (cada 4000m como máx.)			
Rendimiento	m3/DIA	100.0000	EQ. 100.0000	Costo unitario directo por : m2 25.88

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
--------	---------------------	--------	-----------	----------	--------------	---------------

Mano de Obra

CAPATAZ	hh	0.1000	0.0080	21.48	0.17
OPERARIO	hh	1.0000	0.0800	18.36	1.47
PEON	hh	2.0000	0.1600	13.84	2.21
					3.85

Materiales

SELLADOR ELASTICO POLIURETANO	gl	0.094	185.60	17.45
IMPRIMANTE ELASTOMERICO DE POLIURETANO	gl	0.014	205.80	2.88
ESPUMA DE POLYOLEFINA D=5/8"	ml	1.05	1.50	1.58
				21.91

Equipos

HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	3.0000	3.85	0.12
				0.12

Partida	Juntas de borde (estructuras perimetrales)			
Rendimiento	m3/DIA	100.0000	EQ. 100.0000	Costo unitario directo por : m2 25.88

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0080	21.48	0.17
	OPERARIO	hh	1.0000	0.0800	18.36	1.47
	PEON	hh	2.0000	0.1600	13.84	2.21
						3.85
Materiales						
	SELLADOR ELASTICO POLIURETANO	gl		0.094	185.60	17.45
	IMPRIMANTE ELASTOMERICO DE POLIURETANO	gl		0.014	205.80	2.88
	ESPUMA DE POLYOLEFINA D=5/8"	ml		1.05	1.50	1.58
						21.91
Equipos						
	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	3.85	0.12
						0.12
Partida	Juntas de construccion					
Rendimiento	m3/DIA	80.0000	EQ. 80.0000	Costo unitario directo por : m2		3.30

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0100	21.48	0.21
	PEON	hh	2.0000	0.2000	13.84	2.77
						2.98
Materiales						
	TEKNOPOR DE 1"X4X8"	m2		0.033	5.20	0.17
						0.17
Equipos						
	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	2.98	0.15
						0.15

Partida	Pernos de 1 1/2 ASTM A193 Gr B7 (long embebida 700mm,long total 950mm) y Anclaje epóxico de dowells				
Rendimiento	m3/DIA	30.0000	EQ. 30.0000	Costo unitario directo por : m2	73.48

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
	Mano de Obra					
	PEON	hh	1.0000	0.1000	13.84	1.38
						1.38
	Materiales					
	DOWELLS DE 1" 0.50m	kg		2.05	12.11	24.83
	PERFORACION PARA ANCLAJES	und		1	47.27	47.27
						72.10



ANEXO 02: METRADO SECTORIZADO



Techado de zonas 02 y 03

DESCRIPCION	UND	METRADO
ESTRUCTURAS		
Trabajos Preliminares		
Trazo Nivel y Replanteo Preliminar	m2	8436.27
SECTOR 1		921.90
SECTOR 2		930.94
SECTOR 3		672.94
SECTOR 4		914.85
SECTOR 5		672.49
SECTOR 6		1312.70
SECTOR 7		1077.52
SECTOR 8		879.60
SECTOR 9		1053.33
Limpieza de terreno	m2	8436.27
SECTOR 1		921.90
SECTOR 2		930.94
SECTOR 3		672.94
SECTOR 4		914.85
SECTOR 5		672.49
SECTOR 6		1312.70
SECTOR 7		1077.52
SECTOR 8		879.60
SECTOR 9		1053.33
Movimiento de tierra		
Excavación masiva con maquinaria	m3	3902.90
SECTOR 1		425.43
SECTOR 2		429.95
SECTOR 3		296.83
SECTOR 4		421.91
SECTOR 5		296.60

SECTOR 6		637.65
SECTOR 7		503.24
SECTOR 8		400.16
SECTOR 9		491.14
Carguio y eliminación de material de excavación masiva	m3	5073.77
SECTOR 1		553.06
SECTOR 2		558.94
SECTOR 3		385.87
SECTOR 4		548.48
SECTOR 5		385.58
SECTOR 6		828.94
SECTOR 7		654.21
SECTOR 8		520.20
SECTOR 9		638.49
Excavación localizada para zapatas	m3	2080.55
SECTOR 1		234.43
SECTOR 2		234.43
SECTOR 3		261.66
SECTOR 4		234.43
SECTOR 5		261.66
SECTOR 6		123.42
SECTOR 7		234.43
SECTOR 8		261.66
SECTOR 9		234.43
Carguio y eliminación de material de excavación (zapatas)	m3	2704.72
SECTOR 1		304.76
SECTOR 2		304.76
SECTOR 3		340.15
SECTOR 4		304.76
SECTOR 5		340.15
SECTOR 6		160.45
SECTOR 7		304.76

SECTOR 8		340.15
SECTOR 9		304.76
Relleno con over e=30cm	m3	189.14
SECTOR 1		21.31
SECTOR 2		21.31
SECTOR 3		23.79
SECTOR 4		21.31
SECTOR 5		23.79
SECTOR 6		11.22
SECTOR 7		21.31
SECTOR 8		23.79
SECTOR 9		21.31
Relleno controlado con material afirmado compactado e=1.5m	m3	945.71
SECTOR 1		106.56
SECTOR 2		106.56
SECTOR 3		118.94
SECTOR 4		106.56
SECTOR 5		118.94
SECTOR 6		56.10
SECTOR 7		106.56
SECTOR 8		118.94
SECTOR 9		106.56
Sub base y base con afirmado compactado e=30cm (zapatas)	m2	578.72
SECTOR 1		66.54
SECTOR 2		66.54
SECTOR 3		70.29
SECTOR 4		66.54
SECTOR 5		70.29
SECTOR 6		35.15
SECTOR 7		66.54
SECTOR 8		70.29
SECTOR 9		66.54

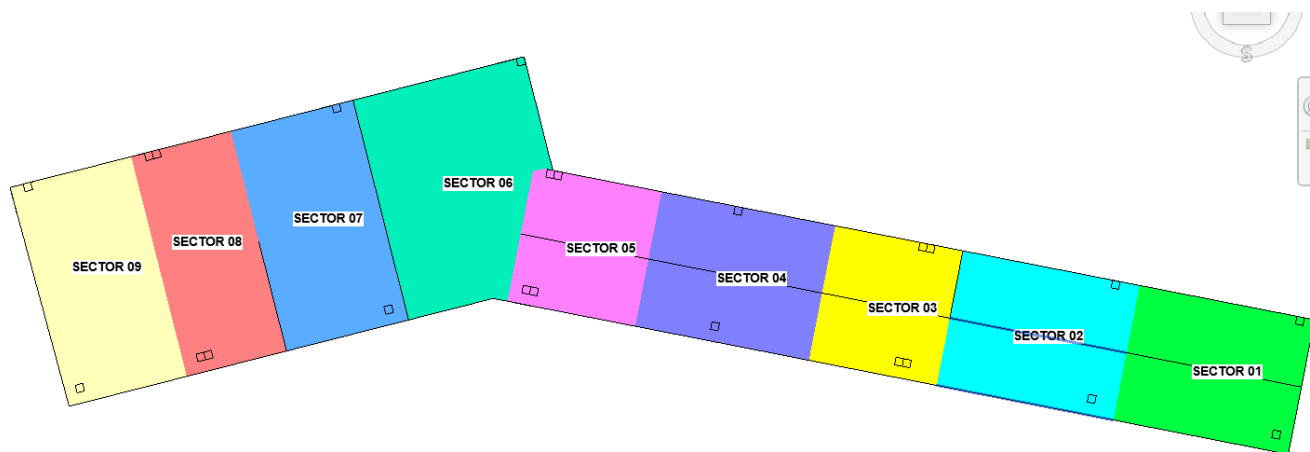
Sub base e=20cm (losa de piso)	m2	7805.80
SECTOR 1		850.86
SECTOR 2		859.90
SECTOR 3		593.65
SECTOR 4		843.81
SECTOR 5		593.20
SECTOR 6		1275.30
SECTOR 7		1006.48
SECTOR 8		800.31
SECTOR 9		982.29
Nivelación, conformación y compactacion de Subrasantes con rodillo	m2	8436.27
SECTOR 1		921.90
SECTOR 2		930.94
SECTOR 3		672.94
SECTOR 4		914.85
SECTOR 5		672.49
SECTOR 6		1312.70
SECTOR 7		1077.52
SECTOR 8		879.60
SECTOR 9		1053.33
Concreto Armado		
Zapatas		
Concreto f'c=210 kg/cm2 IP para zapatas	m3	630.47
SECTOR 1		71.04
SECTOR 2		71.04
SECTOR 3		79.29
SECTOR 4		71.04
SECTOR 5		79.29
SECTOR 6		37.40
SECTOR 7		71.04
SECTOR 8		79.29
SECTOR 9		71.04

Encofrado y desencofrado para zapatas	m2	416.00
SECTOR 1		
SECTOR 2		
SECTOR 3		
SECTOR 4		
SECTOR 5		
SECTOR 6		
SECTOR 7		
SECTOR 8		
SECTOR 9		
Acero de refuerzo $f_y=4,200$ kg/cm2 para zapatas	kg	37076.43
SECTOR 1		4150.55
SECTOR 2		4150.55
SECTOR 3		4791.09
SECTOR 4		4150.55
SECTOR 5		4791.09
SECTOR 6		1950.41
SECTOR 7		4150.55
SECTOR 8		4791.09
SECTOR 9		4150.55
Columnas		
Concreto $f'_c=210$ kg/cm2 IP para columnas	m3	463.68
SECTOR 1		40.32
SECTOR 2		40.32
SECTOR 3		80.64
SECTOR 4		40.32
SECTOR 5		80.64
SECTOR 6		20.16
SECTOR 7		40.32
SECTOR 8		80.64
SECTOR 9		40.32
Encofrado y desencofrado de Columnas	m2	1236.48

SECTOR 1		107.52
SECTOR 2		107.52
SECTOR 3		215.04
SECTOR 4		107.52
SECTOR 5		215.04
SECTOR 6		53.76
SECTOR 7		107.52
SECTOR 8		215.04
SECTOR 9		107.52
Acero de refuerzo $f_y=4,200$ kg/cm ² para columnas	kg	19492.70
SECTOR 1		6265.81
SECTOR 2		6265.81
SECTOR 3		12531.62
SECTOR 4		6265.81
SECTOR 5		12531.62
SECTOR 6		3132.91
SECTOR 7		6265.81
SECTOR 8		12531.62
SECTOR 9		6265.81
Curado de concreto para columnas	m ²	1236.48
SECTOR 1		107.52
SECTOR 2		107.52
SECTOR 3		215.04
SECTOR 4		107.52
SECTOR 5		215.04
SECTOR 6		53.76
SECTOR 7		107.52
SECTOR 8		215.04
SECTOR 9		107.52
Pernos de 1 1/2 ASTM A193 Gr B7 (long embebida 700mm,long total 950mm) y Anclaje epóxico de dowells	und	460.00
SECTOR 1		40.00

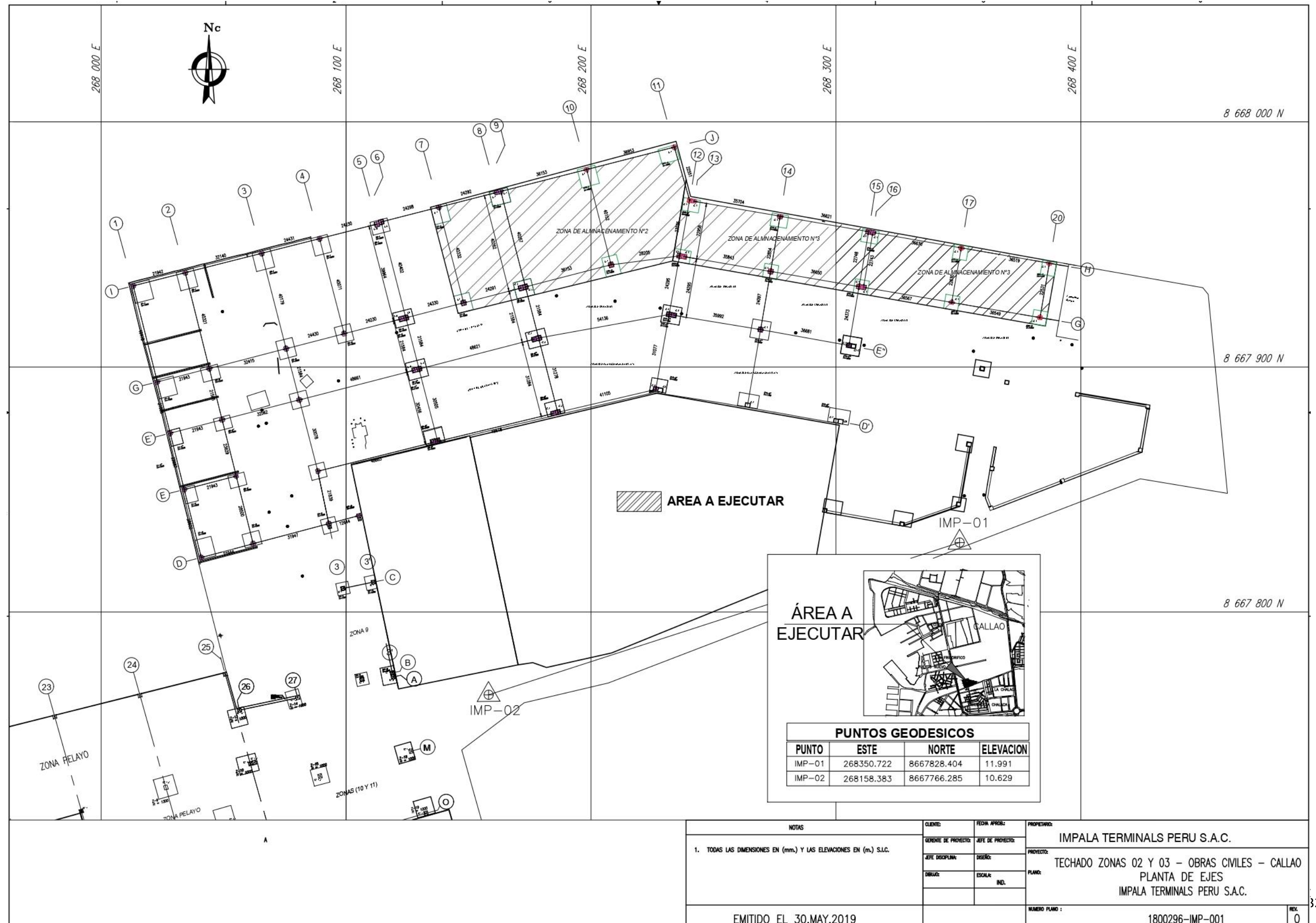
SECTOR 2		40.00
SECTOR 3		80.00
SECTOR 4		40.00
SECTOR 5		80.00
SECTOR 6		20.00
SECTOR 7		40.00
SECTOR 8		80.00
SECTOR 9		40.00
Losa de Piso		
Concreto $f'c=210$ kg/cm ² IP para losa	m ³	1687.25
SECTOR 1		184.38
SECTOR 2		186.19
SECTOR 3		134.59
SECTOR 4		182.97
SECTOR 5		134.50
SECTOR 6		262.54
SECTOR 7		215.50
SECTOR 8		175.92
SECTOR 9		210.67
Encofrado y desencofrado para losa	m ²	118.00
SECTOR 1		19.18
SECTOR 2		14.00
SECTOR 3		10.12
SECTOR 4		13.76
SECTOR 5		10.13
SECTOR 6		15.37
SECTOR 7		9.80
SECTOR 8		8.00
SECTOR 9		18.51
Acero de refuerzo $f_y=4,200$ kg/cm ² para losa	kg	192870.00
SECTOR 1		21076.52
SECTOR 2		21283.24

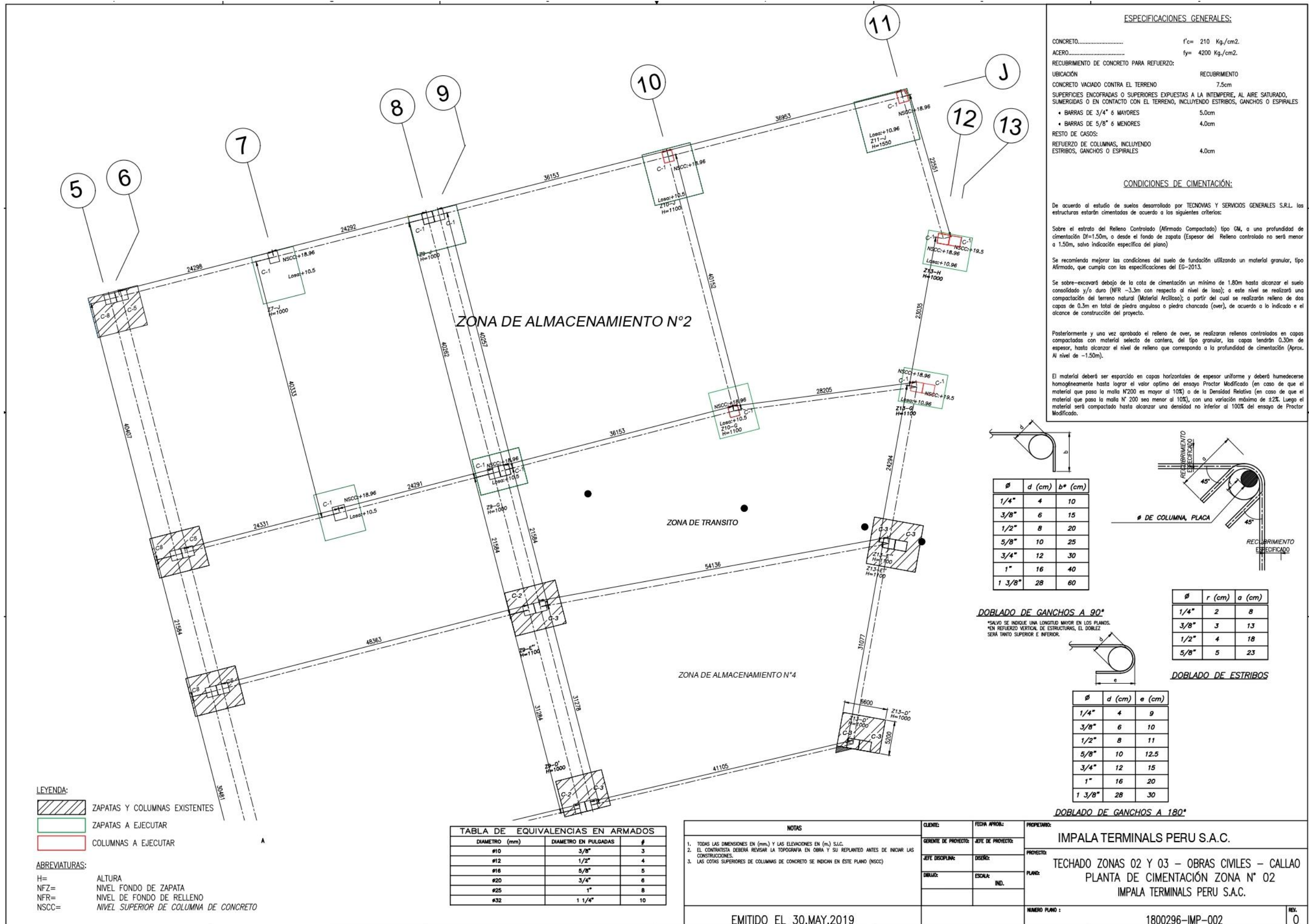
SECTOR 3		15384.75
SECTOR 4		20915.35
SECTOR 5		15374.51
SECTOR 6		30010.86
SECTOR 7		24634.17
SECTOR 8		20109.51
SECTOR 9		24081.16
Curado del concreto para losa	m2	8436.27
SECTOR 1		921.90
SECTOR 2		930.94
SECTOR 3		672.94
SECTOR 4		914.85
SECTOR 5		672.49
SECTOR 6		1312.70
SECTOR 7		1077.52
SECTOR 8		879.60
SECTOR 9		1053.33
Juntas	ml	313.15
Sellado y Perforación		
SECTOR 1	ml	1322.13
SECTOR 2	ml	1322.13
SECTOR 3	ml	1322.13
SECTOR 4	ml	1322.13
SECTOR 5	ml	1322.13
SECTOR 6	ml	1322.13
SECTOR 7	ml	1322.13
SECTOR 8	ml	1322.13
SECTOR 9	ml	1322.13

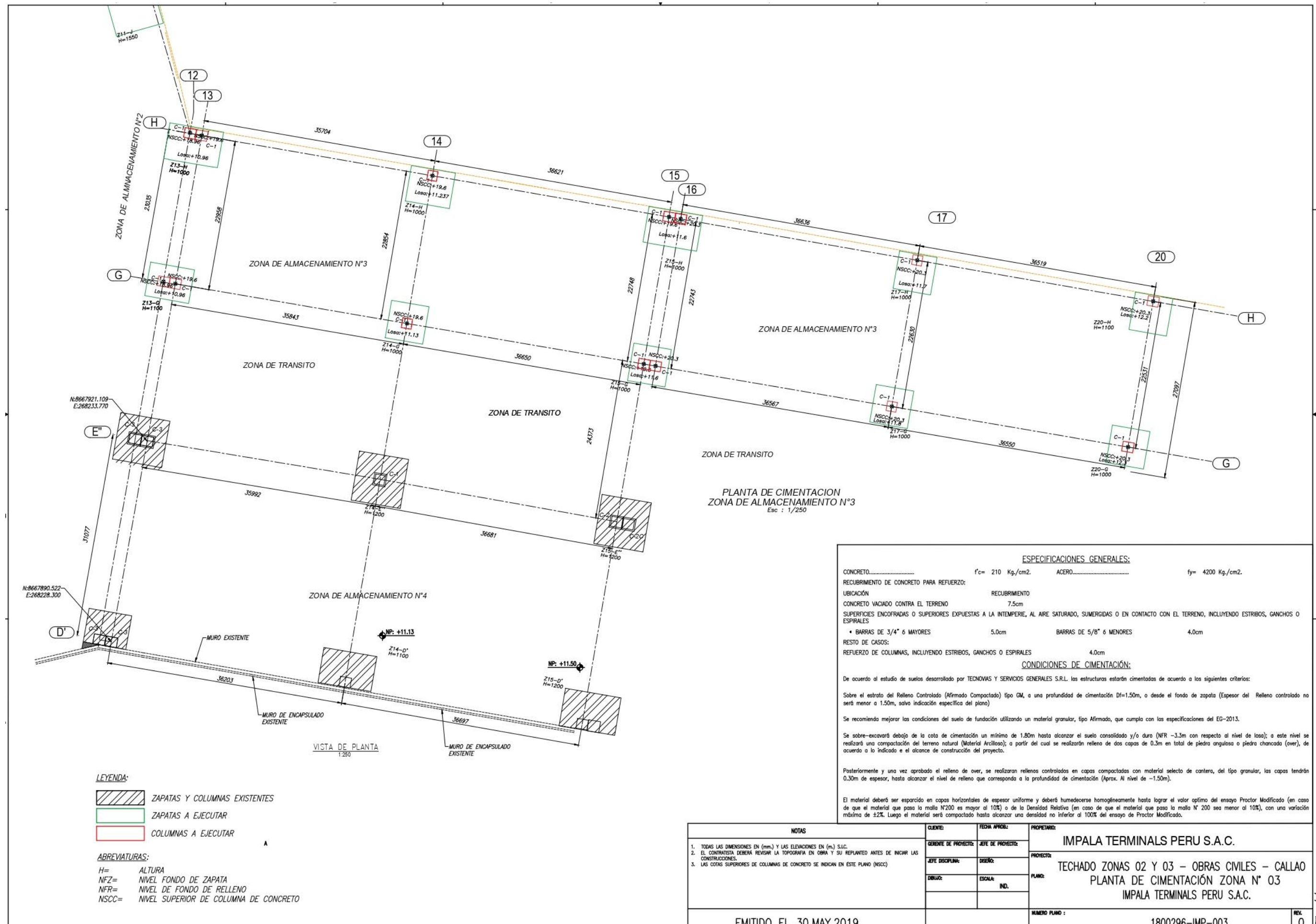


ANEXO 03: PLANOS DEL PROYECTO



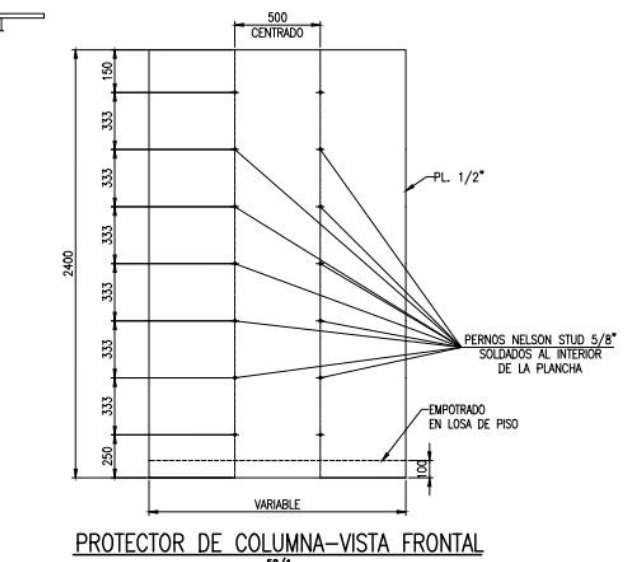
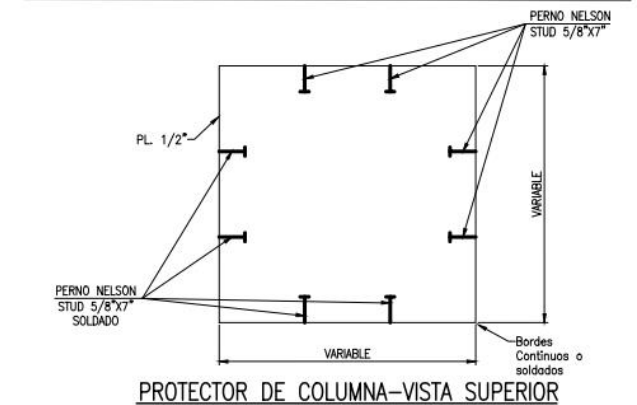
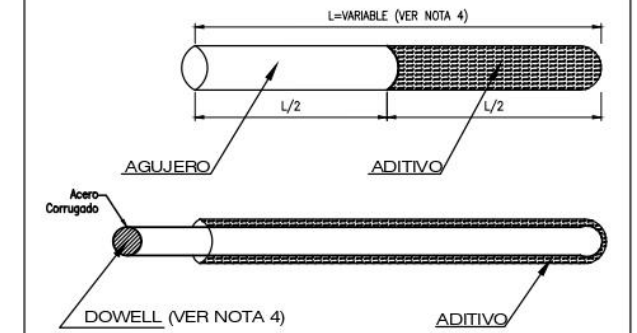




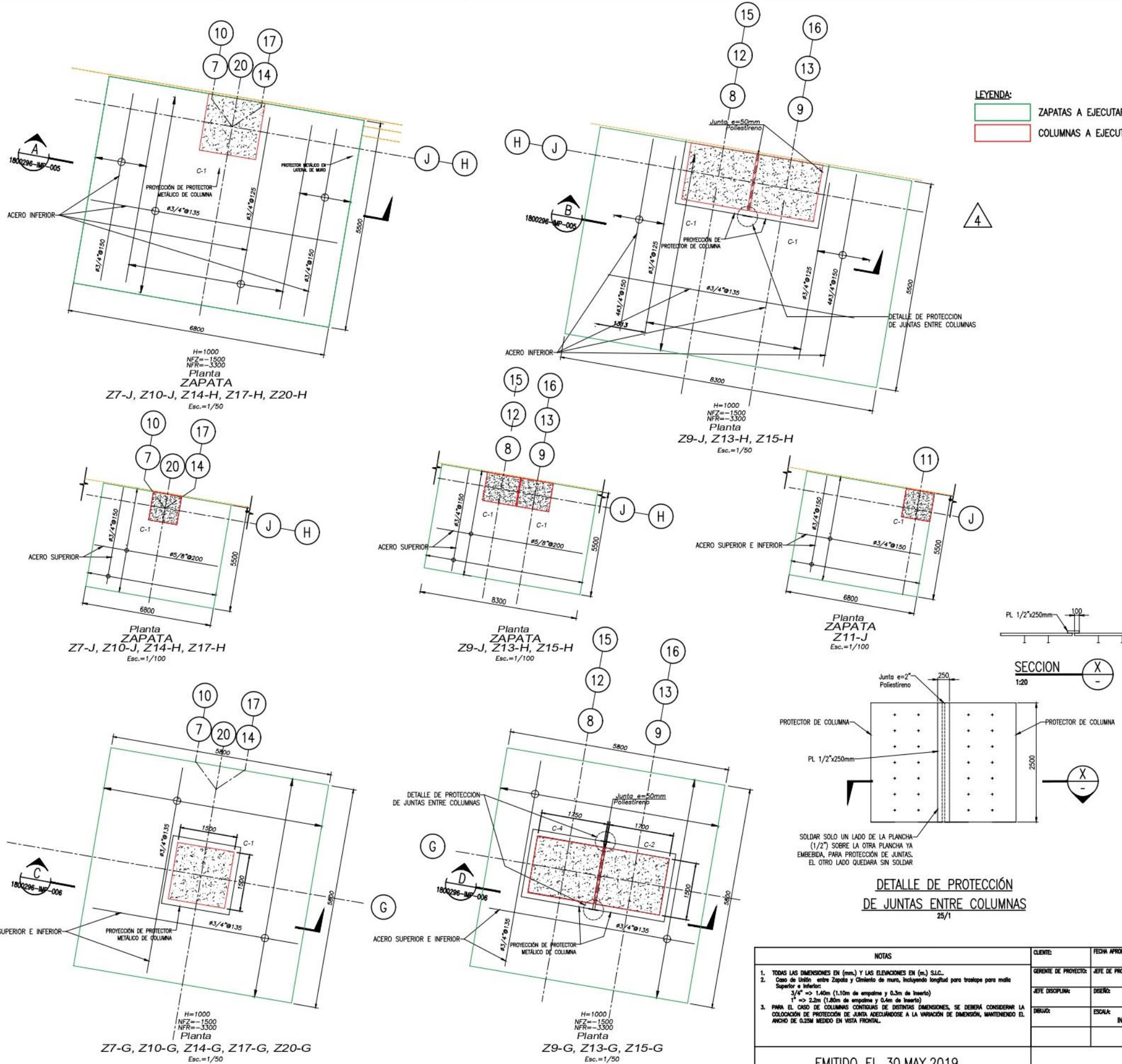


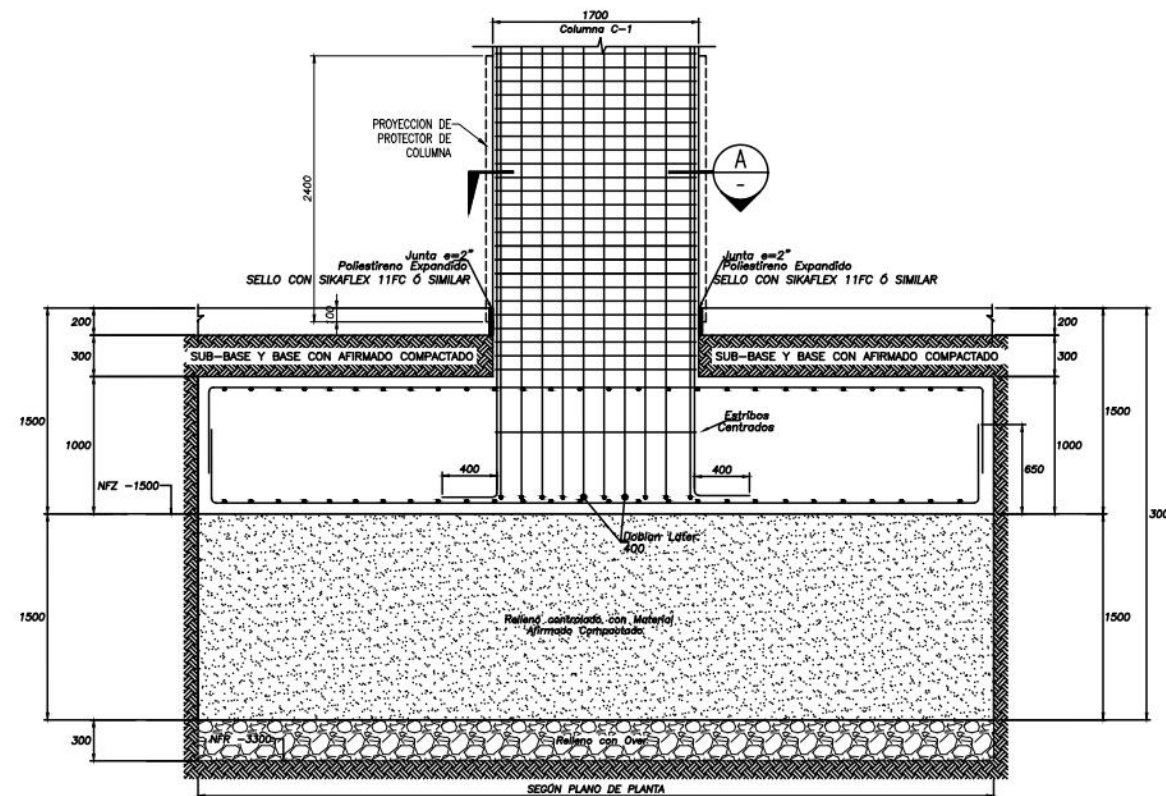
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DOWELLS PARA UNIÓN CON CIMENTACIONES EXISTENTES

- 1.0 SISTEMAS DE ANCLAJE (DOWELLS)
El sistema de anclaje está compuesto por elementos de fijación (dowells) distribuidos de acuerdo al armado de acero en los diferentes elementos estructurales.
- 2.0 MÉTODOS DE ANCLAJE CON ANCLAJE EPOXICO
2.1 APLICACION
 - Se realizarán agujeros de un diámetro cuya medida ha de ser el inmediato superior del diámetro del Dowell a usar.
 - Los agujeros ya realizados deberán ser limpiados de tal modo que no contengan polvo ni grasas.
 - Los agujeros ya limpios serán llenados con aditivo RED HEAD EPCON C6 PLUS hasta la mitad de su volumen.
 - Se introducirán los dowells a presión de modo que rebalse el aditivo de tal modo que se asegure el completo revestimiento de dowell con el aditivo.

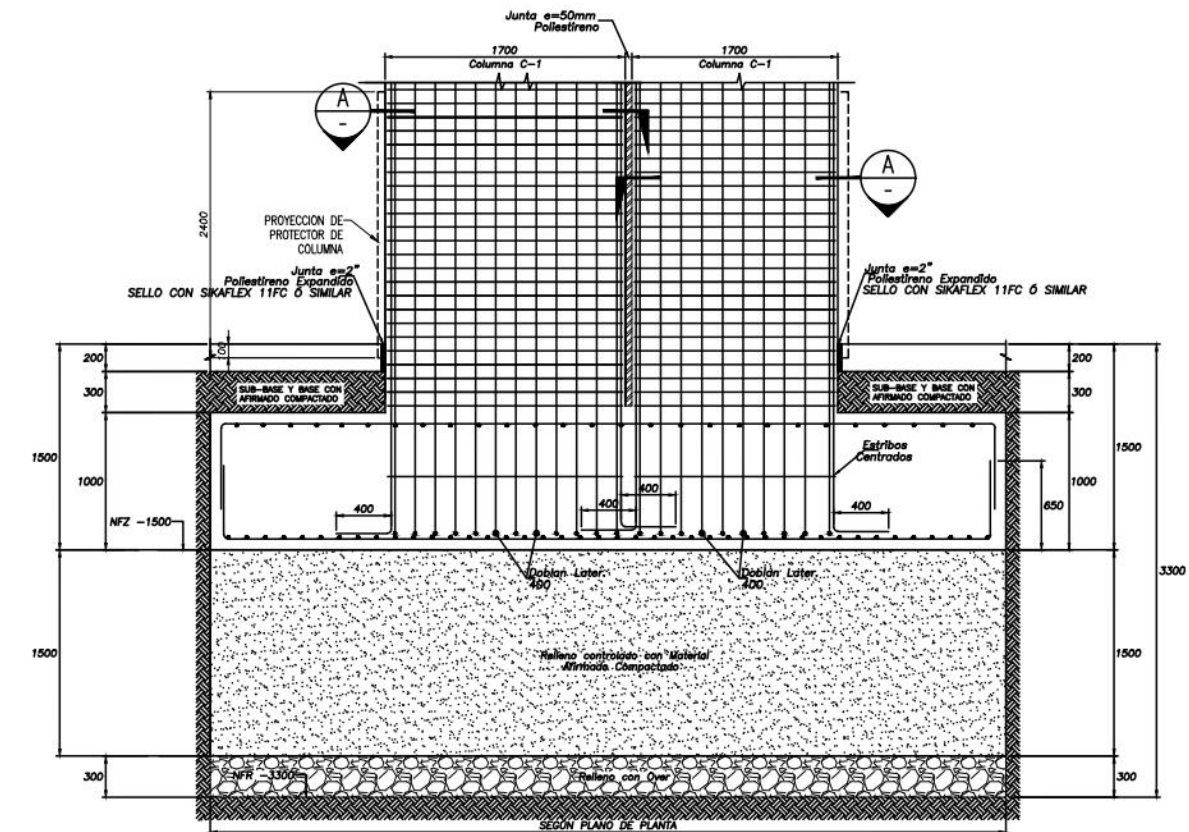


NOTAS		CLIENTE:	FECHA APROB:	PROPIETARIO:
1. TODAS LAS DIMENSIONES EN (mm.) Y LAS ELEVACIONES EN (m.) S.N.C.		GERENTE DE PROYECTO:	JEFE DE PROYECTO:	IMPALA TERMINALS PERU S.A.C.
2. Caso de Unión entre Zapata y Cimiento de muro, incluyendo longitud para trapeo para malla Superior e inferior:		JEFE DISCIPLINA:	DISEÑO:	
3/4" => 1.40m (1.10m de empalme y 0.3m de Inserto)		DIBUJO:	ESCALA:	
1" => 2.2m (1.80m de empalme y 0.4m de Inserto)			IND.	
3. PARA EL CASO DE COLUMNAS CONTIGUAS DE DISTINTAS DIMENSIONES, SE DEBERÁ CONSIDERAR LA COLOCACIÓN DE PROTECCIÓN DE JUNTA ADECUÁNDOSE A LA VARIACIÓN DE DIMENSIÓN, MANTENIENDO EL ANCHO DE 0.25M MEDIDO EN VISTA FRONTAL.				
EMITIDO EL 30.MAY.2019				NUMERO PLANO: 1800296-IMP-004

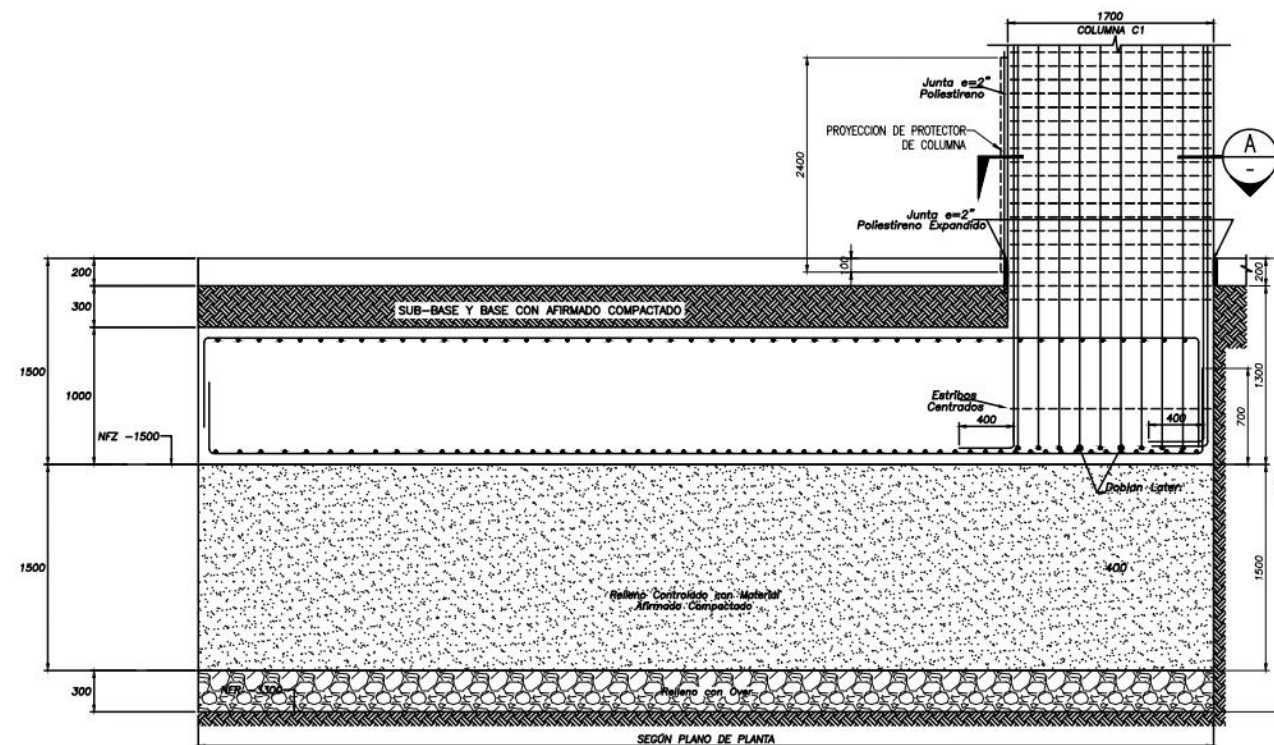




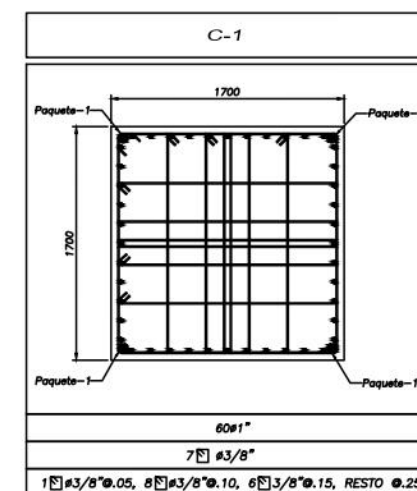
Corte - A
ZAPATA
Z7-J, Z10-J, Z14-H, Z17-H, Z20-H
Z7-G, Z10-G, Z14-G, Z17-G, Z20-G
Esc.=1/25



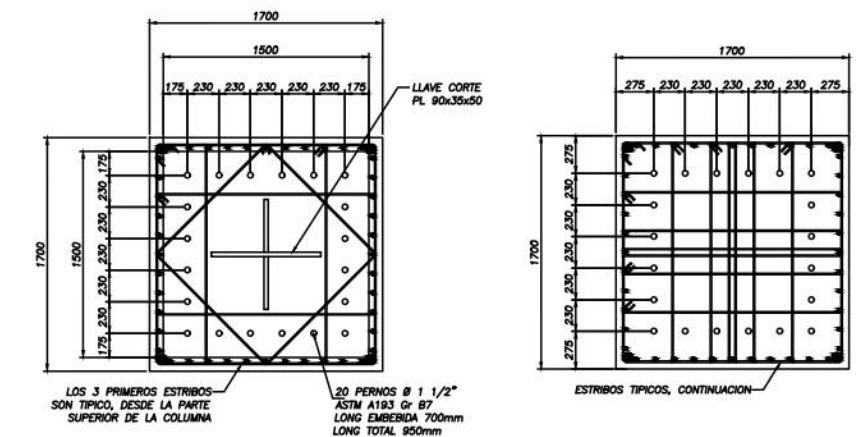
Corte - B
ZAPATA
Z9-J, Z13-H, Z15-H
Z9-G, Z13-G, Z15-G
Esc.=1/25



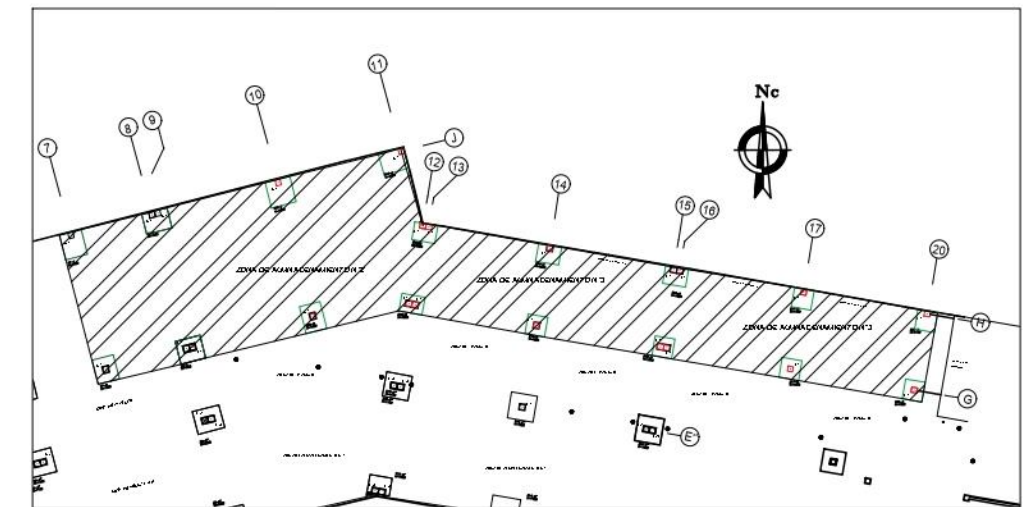
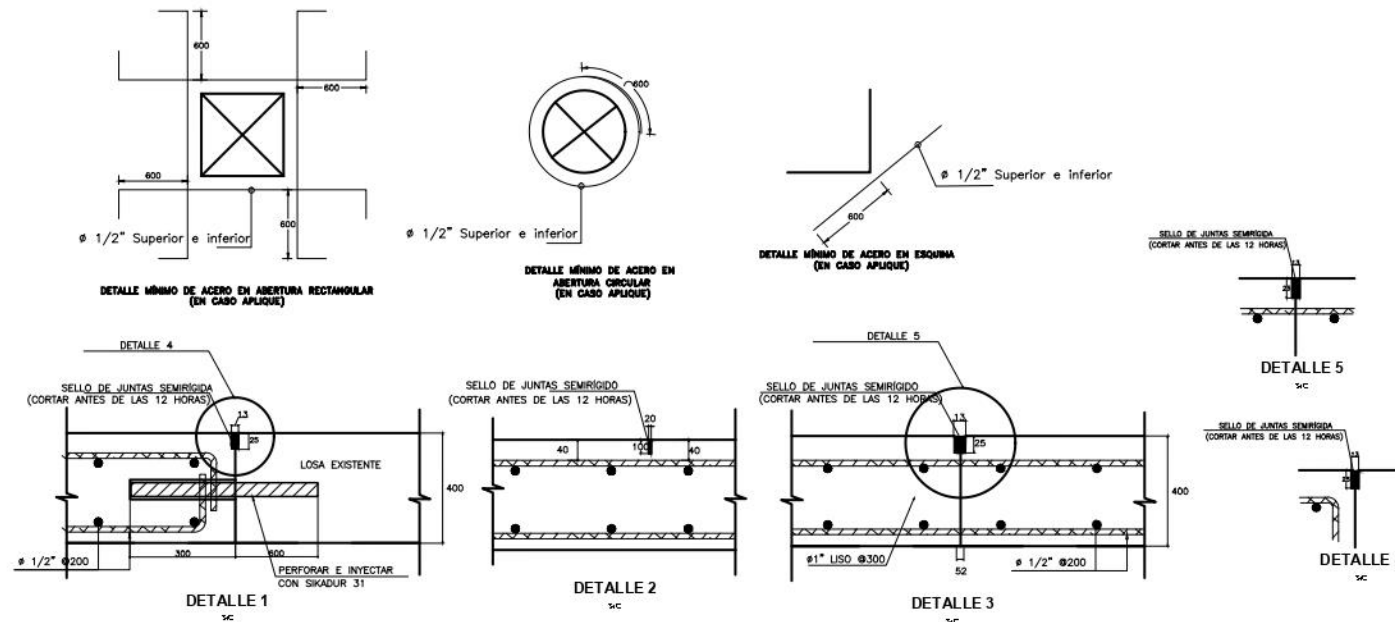
Corte - C
ZAPATA Z11-J
Esc.=1/25



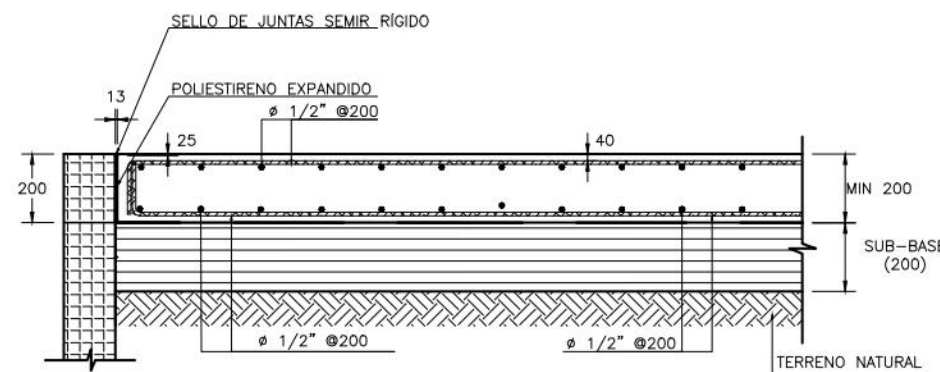
SECCION
125



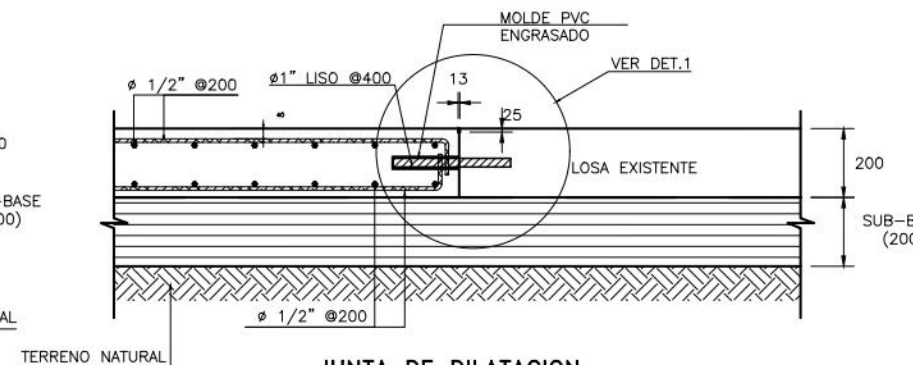
NOTAS		CLIENTE:	FECHA APROB.:	PROYECTADO:
1. TODAS LAS DIMENSIONES EN (mm) Y LAS ELEVACIONES EN (m) S.N.C.		GENENTE DE PROYECTO:	JEFE DE PROYECTO:	IMPALA TERMINALS PERU S.A.C.
2. AL LLEGAR AL NIVEL DE FONDO DE MEJORAMIENTO CON OVER ~3.3m, SE PROCEDERÁ A REALIZAR UN MEJORAMIENTO DE 0.3m CON OVER (PIEDRA ANGULOSA) DE TAMAÑO ENTRE 3"-6" EN DOS CAPAS. LUEGO DE ESE MEJORAMIENTO SE PROCEDERÁ A COLOCAR UNA CAPA DELGADA DE AFIRMADO QUE PERMITA REALIZAR DE FORMA LA PRUEBA DE PLACA DE CARGA AL NIVEL ~2.9m. DE SUPERAR EL VALOR DE DISEÑO DE CAPACIDAD PORTANTE DEL TERRENO (3.5KG/CM2) SE PROCEDERÁ A RELLENAR CON AFIRMADO, DE NO SUPERAR EL VALOR DE DISEÑO, SE CONTINUARÁ CON LA COMPACTACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LA CAPA DE PIEDRA ANGULOSA DE 0.3m HASTA ALCANZAR EL VALOR DE CAPACIDAD PORTANTE DEL TERRENO.		JEFE DISCIPLINA:	DISEÑO:	PROYECTO:
		DIBUJO:	ESCALA:	PLANO:
			IND.	
EMITIDO EL 30.MAY.2018		NÚMERO PLANO :		1800296-IMP-005
		REV.		0



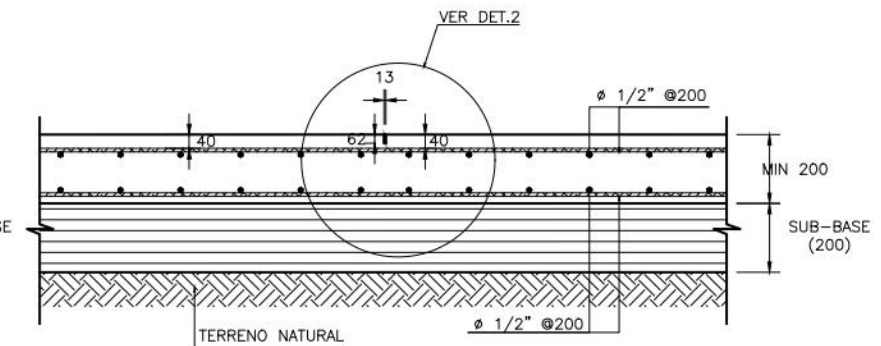
AREA A EJECUTAR 9,052.67 m²



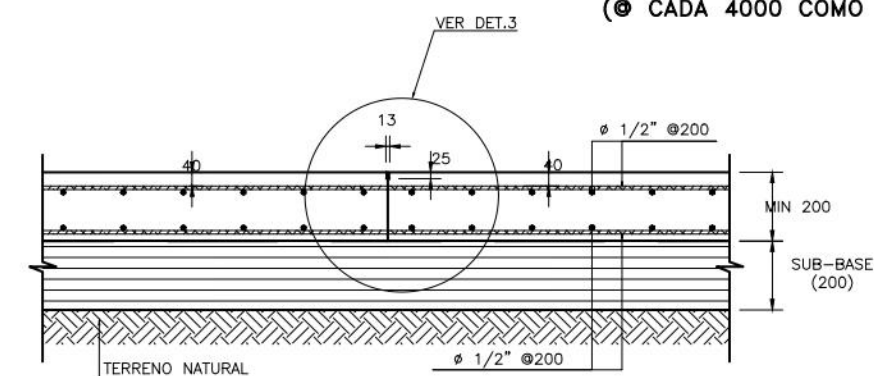
JUNTA DE BORDE
(CON MUROS O ESTRUCTURAS PERIMETRALES)



JUNTA DE DILATACION
PAÑO NUEVO CON PAÑO DE LOSA EXISTENTE



JUNTA DE CORTE
(@ CADA 4000 COMO MAXIMO)



JUNTA DE CONSTRUCCION
ENTRE PAÑOS NUEVOS DE LOSAS
(@ CADA 12000 COMO MAXIMO)

ESPECIFICACIONES TECNICAS LOSA DE PISO

PREPARACIÓN PARA EL VACIADO DE CONCRETO:

- NIVELAR ENCOFRADOS Y COLOCAR PUNTOS PARA CONTROLAR LA ALTURA DEL VACIADO.
- LA BASE DEBE SER COMPACTADA HASTA OBTENER 100% PROCTOR MODIFICADO
- EL TERRENO NATURAL DEBE SER COMPACTADO HASTA OBTENER EL 95% DE PROCTOR MODIFICADO. PARA LO CUAL EL CONTRATISTA DEBERÁ LLEVAR UNA MUESTRA PARA REALIZAR EL ENSAYO PROCTOR DEL TERRENO NATURAL EN LABORATORIO
- SE DEBERÁ BATIR EL AFIRMADO PARA ASEGURAR UNIFORMIDAD DEL MATERIAL.
- EL ACABADO SUPERFICIAL DEL RELLENO CON AFIRMADO, PREVIO A LA COLOCACIÓN DE LA MANTA, NO DEBERÁ PRESENTAR IMPERFECCIONES NI MATERIAL DESPRENDIDO.

CONCRETO ARMADO

- RESISTENCIA A LA COMPRESION SERA $f'_c = 280 \text{ KG / cm}^2$
- RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO MEDIDA A 28 DÍAS
- ACERO CORRUGADO : $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
- RECUBRIMIENTO : 40mm
- SLUMP DE 4" A 6"
- CURAR CON ARROCERA DE AGUA DURANTE TRES DÍAS UNA VEZ TERMINADO EL ALISADO DEL CONCRETO.
- ACABADO ALISADO Y PULIDO SIN IMPERFECCIONES.
- EL SELLO PARA JUNTAS SERÁ SEMIRIGIDO EUCO 800.

- * DISEÑO DE JUNTA REBAJADA PARA PROTEGER EL SELLO CONTRA CARGAS MECÁNICAS.

NOTAS	CLIENTE:	FECHA APROB:	PROPIETARIO:
1. EL MATERIAL UTILIZADO PARA SELLO DE JUNTAS DEBERÁ GARANTIZAR ADHERENCIA Y RESISTENCIA PARA UNA APLICACIÓN EN EL CONCRETO.	GERENTE DE PROYECTO:	Jefe de Proyecto:	IMPALA TERMINALS PERU S.A.C.
2. COLOCAR MANTA DE POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD (20 MICRAS) SOBRE LA BASE.	Jefe de Proyecto:	DISEÑO:	PROYECTO:
3. EL ENCOFRADO DE LAS JUNTAS DE CONSTRUCCION DEBERÁ SER TAL QUE EL CONCRETO QUEDA CON UN ACABADO EN 90° DEJANDO PASAR LA MALLA SUPERIOR E INFERIOR DEL ACERO Y SIN IMPERFECCIONES.	Jefe de Proyecto:	ESCALA:	IND.
4. LA MALLA DE ACERO SE DEBERÁ DE ASEGURAR SIN REALIZAR PERFORACIONES EN EL POLIETILENO.	Jefe de Proyecto:	ESCALA:	IND.
5. LA LONGITUD DE TRASLAPES MÍNIMO PARA ACERO DE 1/2" SERÁ DE 0.5M, EL CUAL SE UBICARÁ DE FORMA ALTERNADA.	Jefe de Proyecto:	ESCALA:	IND.
EMITIDO EL 30.MAY.2018			NUMERO PLANO : 1800296-IMP-005