

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**“APLICACIÓN DEL SISTEMA LAST PLANNER EN LA
PLANIFICACION Y CONTROL DE LA ETAPA CONSTRUCTIVA
DEL PROYECTO: URBANIZACION CONCENTRADORA
TOQUEPALA, TACNA – 2022”**

PARA OPTAR:

TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

PRESENTADO POR:

Bach. JUAN RUBEN MAMANI TORRES

TACNA – PERÚ

2022

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA

FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS

“APLICACIÓN DEL SISTEMA LAST PLANNER EN LA PLANIFICACION Y CONTROL DE LA ETAPA CONSTRUCTIVA DEL PROYECTO: URBANIZACION CONCENTRADORA TOQUEPALA, TACNA – 2022”

Tesis sustentada y aprobada el 02 de julio del 2022; estando el jurado calificador integrado por:

PRESIDENTE: Mtra. DINA MARLENE COTRADO FLORES

SECRETARIO: Mag. MARTÍN PAUCARA ROJAS

VOCAL: Mtro. SANTOS TITO GÓMEZ CHOQUEJAHUA

ASESOR: Mag. YVAN MANUEL AROSQUIPA NINA

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Yo Juan Rubén Mamani Torres, en calidad de Bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la facultada de Ingeniería de la Universidad Privada de Tacna, identificado con DNI 46981762.

Declaro bajo juramento que:

1. Soy autor de la tesis titulada:

“Aplicación del Sistema Last Planner en la Planificación y Control de la Etapa Constructiva del Proyecto: Urbanización Concentradora Toquepala, Tacna – 2022”

La misma que presento para optar:

Título Profesional de Ingeniero Civil

2. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
3. La tesis presentada no atenta contra derechos de terceros.
4. La tesis no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
5. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados.

Por lo expuesto, mediante la presente asumo frente a *la Universidad* cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la tesis, así como por los derechos sobre la obra y/o invención presentada. En consecuencia, me hago responsable frente a *la Universidad* y a terceros, de cualquier daño que pudiera ocasionar, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar como causa del trabajo presentado, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello en favor de terceros con motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontrasen causa en el contenido de la tesis, libro y/o invento.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente, asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Privada de Tacna.

Lugar y fecha: Tacna, 02 de Julio del 2022.

Firma:

A handwritten signature in black ink, consisting of stylized initials and a surname, positioned to the right of the 'Firma:' label.

Nombres y apellidos: Juan Rubén Mamani Torres

DNI: 46981762

DEDICATORIA

La presente tesis va dedicada:

A mis padres Rubén Mamani, Julia Yufra y Teresa Torres quienes con su amor, entrega, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy una meta más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo, perseverancia y valentía, de no temer las adversidades, puesto que me enseñaron a tener fe, porque Dios está conmigo siempre.

A mi compañera de vida y madre de mis hijos, Nely Solis, por estar a mi lado en todo momento a pesar de las adversidades, quienes ahora son el motor e impulso en mi vida para obrar bien a través del ejemplo y la enseñanza.

A mi hermano, Rubén Darío, quien es un ejemplo a seguir para mí y me motivo siempre a alcanzar este objetivo. A toda mi familia porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas.

AGRADECIMIENTO

A los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Privada de Tacna, por haber compartido sus conocimientos a lo largo de la preparación de nuestra profesión.

A mi asesor Ing. Yvan Manuel Arosquipa Nina por su apoyo brindado en el desarrollo de la presente tesis y por ser parte de mi crecimiento profesional.

Al equipo de trabajo CyM Vizcarra Contratistas por su incondicional apoyo y poder compartir sus conocimientos en las diferentes áreas, en especial al Ingeniero Cesar Vizcarra por creer en mí y permitirme crecer profesionalmente, ya que ha sido apoyo fundamental para el desarrollo de mi tesis.

A mi familia por el apoyo incondicional a lo largo del desarrollo de esta investigación, en especial a mi esposa por incentivarme todos los días a seguir adelante y lograr nuestros objetivos. Y a todas las personas que de una u otra forma contribuyeron al desarrollo del proyecto.

ÍNDICE GENERAL

PAGINA DE JURADO.....	ii
DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD.....	iii
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
ÍNDICE GENERAL.....	vii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT.....	xv
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.1 Descripción del problema.....	2
1.2 Formulación del problema.....	3
1.3 Justificación del problema.....	3
1.4 Objetivos	4
1.4.1 Objetivo general.....	4
1.4.2 Objetivos específicos.....	4
1.5 Hipótesis	4
1.5.1 Hipótesis general.....	4
1.5.2 Hipótesis específica.....	4
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	5
2.1 Antecedentes del estudio.....	5
2.1.1 En el ámbito local.....	5
2.1.2 En el ámbito nacional.....	5
2.1.3 En el ámbito internacional.....	6
2.2 Bases teóricas	7
2.2.1. Planificación en el proyecto.....	7
2.2.2. Objetivos de la planificación en el proyecto.....	7
2.2.2.1. Recolección de información.....	7
2.2.2.2. Anticipación.....	7
2.2.2.3. Programación de recursos.....	8
2.2.2.4. Coordinación y control.....	8
2.2.2.5. Recopilación de datos.....	8
2.2.3. Niveles de la planificación en el proyecto.....	8

2.2.4.	Control en el proyecto.....	9
2.2.5.	Etapas de proceso de control en el proyecto.....	9
2.2.5.1.	Especificación.....	9
2.2.5.2.	Ejecución.....	9
2.2.5.3.	Inspección.....	9
2.2.6.	Tipos de control en el proyecto.....	9
2.2.6.1.	Control preliminar.....	9
2.2.6.2.	Control concurrente.....	10
2.2.6.3.	Control de retroalimentación.....	10
2.2.7.	Objetivo de control en el proyecto.....	10
2.2.8.	Planificación y control (ciclo de vida) en el proyecto.....	10
2.2.9.	Gestión de procura en la construcción.....	12
2.2.10.	Gestión de valor ganado (EVM por sus siglas en ingles).....	13
2.2.11.	Gestión de valor ganado (EVM) en el proyecto.....	13
2.2.12.	Indicadores de gestión de valor ganado (EVM) en el proyecto.....	14
2.2.12.1.	Valor planificado (planned value – PV).....	14
2.2.12.2.	Valor ganado (earned value - EV).....	14
2.2.12.3.	Costo real (actual cost - AC).....	14
2.2.12.4.	Variación de cronograma (schedule variance - SV).....	14
2.2.12.5.	Variación de costo (cost variance - CV).....	15
2.2.12.6.	Índice de desempeño de cronograma (SPI).....	15
2.2.12.7.	Índice de desempeño de costo (cost performance index - CPI).....	16
2.2.13.	Last planner system (LPS) o sistema del último planificador (SUP)...	16
2.2.14.	Planificación general o programa maestro.....	17
2.2.15.	Planificación intermedia.....	17
2.2.16.	Planificación semanal.....	18
2.3	Definición de términos.....	18
2.3.1.	Aplicación.....	18
2.3.2.	Planificación.....	18
2.3.3.	Proyecto.....	18
2.3.4.	Programación maestra.....	18
2.3.5.	Planeación intermedia.....	19
2.3.6.	Planeación Semanal.....	19
2.3.7.	Gestión de proyectos.....	19
2.3.8.	Cronograma del proyecto.....	19
2.3.9.	Restricciones.....	19
2.3.10.	PULL VS PUSH.....	19

2.3.11. CNC.....	20
2.3.12. PPC.....	20
2.3.13. PTS.....	20
2.3.14. PAC.....	20
2.3.15. ITE.....	20
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO.....	21
3.1. Tipo y nivel de la investigación	21
3.2. Población y/o muestra de estudio.....	21
3.3. Operacionalización de variables	21
3.4. Técnicas e instrumentos para la recolección de datos	21
3.5. Procesamiento y análisis de datos.....	22
3.5.1. Descripción del proyecto.....	22
3.5.1.1. Objetivo.....	23
3.5.1.2. Alcance General.....	23
3.5.1.3. Entregables por Concentradora.....	24
3.5.1.4. Secuencia de Entregables.....	24
3.5.1.5. Hitos.....	27
3.5.1.6. Cronograma de Obra.....	27
3.5.2. Aplicación last planner system en el proyecto.....	27
3.5.3. Plan maestro del proyecto (master plan).....	27
3.5.4. Plan de fases del proyecto.....	30
3.5.5. Plan a medio plazo (lookahead planning).....	32
3.5.5.1. Sectorización.....	32
3.5.5.2. Análisis de restricciones.....	35
3.5.6. Plan semanal.....	37
3.5.7. Porcentaje de plan completado.....	37
3.5.8. Causas de no cumplimiento.....	39
3.5.9. Programación diaria.....	41
3.5.9.1. Reporte diario (daily report).....	41
CAPÍTULO IV: RESULTADOS.....	45
4.1. Resultados obtenidos.....	45
4.2. Resultados de porcentaje de plan completado	45
4.3. Resultados de las causas de no cumplimiento	51
4.4. Resultados a nivel de procura.....	57
4.5. Resultados a nivel de valor ganado (SPI – CPI).....	66
4.5.1. Resultados según el SPI.....	72
4.5.2. Resultados según el CPI.....	76

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN.....	84
CONCLUSIONES.....	86
RECOMENDACIONES.....	87
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	88
ANEXOS.....	90

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Matriz de operacionalización de variables.....	21
Tabla 2. PPC por semana obtenido del proyecto durante la aplicación LPS	46
Tabla 3. PPC acumulado semanalmente obtenido del proyecto	46
Tabla 4. Porcentaje de áreas responsables de CNC acumuladas de la obra.....	56
Tabla 5. Formato de presupuesto del proyecto.....	58
Tabla 6. Sección del formato de presupuesto del proyecto figura	67
Tabla 7. Cuadro comparativo de horas hombre	68
Tabla 8. Cuadro comparativo de porcentaje de avances	69
Tabla 9. Registro de SPI por semana y acumulado	75
Tabla 10. Control de horas hombre directas e indirectas acumulado	78
Tabla 11. Cuadro comparativo de horas hombre	81
Tabla 12. Registro de CPI por semana y acumulado.....	82

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Niveles de planificación.....	8
Figura 2. Ciclo de vida de un proyecto de construcción.....	11
Figura 3. Influencia de las decisiones y costo a lo largo del proyecto.....	11
Figura 4. Ciclo de planificación de un proyecto de construcción.....	12
Figura 5. Integración de gestión de la línea base de medición del rendimiento.....	13
Figura 6. Elementos de la gestión de valor ganado	16
Figura 7. Ubicación Toquepala.....	23
Figura 8. Vista real en planta concentradora 1 y 2.....	23
Figura 9. Esquema de los entregables del proyecto	24
Figura 10. Alcance general del proyecto	25
Figura 11. Vista de secuencia de entregables del proyecto.....	26
Figura 12. Hitos principales de control	27
Figura 13. Cronograma maestro LBO	29
Figura 14. Plan de fases del proyecto	31
Figura 15. Sectorización por accesos en el plano general del proyecto	33
Figura 16. Three week lookahead planing (horizonte a tres semanas).....	34
Figura 17. Análisis de restricciones.....	36
Figura 18. Programación semanal del proyecto.....	38
Figura 19. Porcentaje de plan completo del proyecto	40
Figura 20. Programación diaria "daily report" del proyecto	43
Figura 21. Programación diaria "daily report" del proyecto	44
Figura 22. Grafico lineal del PPC acumulado semanalmente	47
Figura 23. Formato de análisis de confiabilidad PPC para la semana 3067.....	49
Figura 24. Formato de análisis de confiabilidad PPC para la semana 3067.....	50
Figura 25. Graficas de las causas de no cumplimiento de la semana 3067	52
Figura 26. Catálogo de causas de no cumplimiento del proyecto.....	53
Figura 27. Áreas responsables del no cumplimiento.....	54
Figura 28. Registro de las causas de no cumplimiento acumuladas del proyecto..	55
Figura 29. Gráfica de causas de no cumplimiento acumulada en porcentajes	56
Figura 30. Ejemplo de implementación de formato de seguimiento de procura	64
Figura 31. Reporte de seguimiento de procura para el proyecto	65
Figura 32. Grafica del APU de la partida: conformación de base granular	66
Figura 33. Curva "S" de aprendizaje respecto a las 20 semanas de estudio.....	70
Figura 34. Histograma de fuerza laboral respecto a las 20 semanas de estudio....	71

Figura 35. Grafica de horas hombre obtenidas en la semana 66	72
Figura 36. Cuadro descriptivo de valores de la semana 66	72
Figura 37. Formato de porcentaje de plan completado de la semana 66	73
Figura 38. Formato de porcentaje de plan completado de la semana 66	74
Figura 39. Cuadro descriptivo de valores acumulados hasta la semana 66	76
Figura 40. Grafico de obtención de horas hombre gastadas	77
Figura 41. Cuadro indicativo del valor del CPI en la semana 66.....	77
Figura 42. Esquema descriptivo de valores acumulados hasta la semana 66.....	83

RESUMEN

Actualmente en el Perú se viene generando una gran expectativa la aplicación de una metodología, como herramienta de planificación y control en el sector de la construcción. La eficacia y la funcionalidad que el Last Planner System puede lograr en tan poco tiempo de aplicarse e implementarse en un proyecto de construcción; permite que cada día más empresas estén a la vanguardia de encontrar las herramientas más apropiadas y útiles para su proyecto; Sin embargo, su difusión y aplicación en nuestro país se concentra en un grupo reducido de empresas que vienen aplicando esta metodología hace algunos años con buenos resultados que deben ser considerados. El presente tema de investigación dirige su enfoque en la aplicación del Last Planner System como una metodología de planificación y control de un proyecto de urbanización en la unidad minera concentradora Toquepala. Esta metodología está centrada principalmente en mejorar los diferentes niveles de planificación que existe en un proyecto de construcción y a su vez poder darle el seguimiento y controlar la variabilidad que forma parte de esta clase de proyectos, todo ello mediante los lineamientos que propone el Last Planner System que ayudan a incrementar los niveles de productividad en el proyecto mediante mediciones periódicas y análisis acerca de la organización de cada una de las acciones que son parte del procedimiento constructivo en la ejecución de las distintas actividades. La muestra de estudio de la presente tesis se desarrolló en un periodo de 20 semanas, en las que se analizaron los lineamientos correspondientes del Last Planner System para que semanalmente se pueda evaluar el funcionamiento e impacto de la aplicación con el uso de indicadores que permiten observar con mayor detalle e ímpetu los resultados en cuanto al avance del proyecto. Y finalmente, se busca complementar el desarrollo de esta metodología con el uso de indicadores de gestión de procura y gestión de valor ganado en el proyecto, con el objetivo de mejorar los plazos, la optimización de costos y adquisición de bienes y servicios. Asegurando el cumplimiento de las actividades al realizar un análisis de restricciones en los planes intermedios y semanales de la etapa constructiva.

Palabras Clave: Last Planner System, Planificación, Control

ABSTRACT

Currently in Peru great expectations are being generated for the application of a methodology as a planning and control tool in the construction sector. The efficiency and functionality that the Last Planner System can achieve in such a short time of being applied and implemented in a construction project; It allows more and more companies to be at the forefront of finding the most appropriate and useful tools for their project; However, its dissemination and application in our country is concentrated in a small group of companies that have been applying this methodology for some years with good results that should be considered. This research topic directs its focus on the application of the Last Planner System as a planning and control methodology for an urbanization project in the Toquepala concentrator mining unit. This methodology is mainly focused on improving the different levels of planning that exist in a construction project and at the same time being able to monitor and control the variability that is part of this class of projects, all through the guidelines proposed by the Last Planner System. that help increase productivity levels in the project through periodic measurements and analysis about the organization of each of the actions that are part of the construction procedure in the execution of the different activities. The study sample of this thesis was developed in a period of 20 weeks, in which the corresponding guidelines of the Last Planner System were analyzed so that the operation and impact of the application can be evaluated weekly with the use of indicators that allow observing with greater detail and impetus the results regarding the progress of the project. And finally, it seeks to complement the development of this methodology with the use of procurement management and earned value management indicators in the project, with the aim of improving deadlines, cost optimization and acquisition of goods and services. Ensuring the fulfillment of the activities by carrying out an analysis of restrictions in the intermediate and weekly plans of the construction stage.

Keywords: Last Planner System, Planning, Control

INTRODUCCIÓN

La industria de la construcción es un área de gran actividad e importancia dentro del desarrollo económico de nuestro país, cada año la ejecución de diversos proyectos se vienen realizando a diferente escala en diversos sectores de cada región, generando así una gran inversión económica. A pesar de ello, en gran medida las empresas contratistas adoptan un sistema de procesos constructivos tradicional ocasionando que no se logre identificar eficientemente la complejidad e incertidumbre de estos procesos, lo que implica mayores costos, atrasos e interferencias en las adquisiciones de bienes y servicios para un proyecto, limitando el desarrollo de la industria de la construcción en todo el país.

La planificación, seguimiento y control en la ejecución de proyectos es considerada de suma importancia para el desarrollo de la etapa constructiva en cualquier proyecto tanto del sector público y privado, particularmente nos concentraremos en el sector privado, ya que muchas de las empresas contratistas dirigidas al sector de la construcción por la alta demanda de competitividad muestran mayor voluntad a desarrollar nuevas tecnologías e implementar y aplicar metodologías reconocidas a nivel mundial, que a través de los años fueron demostrando un gran avance implementándose en el rubro de la construcción.

Entre tantas metodologías encontramos la que más destaca de la filosofía Lean Construction el "Last Planner System", en el presente trabajo de investigación estará enfocándose en cómo desarrollar una buena planificación y control en la etapa constructiva de un proyecto en el sector minero aplicando el Last Planner System, introduciendo todos los lineamientos y herramientas para llevar a cabo esta metodología en un periodo establecido, para poder así obtener un compendio de información con mayor utilidad al aplicarse en futuros proyectos en este sector de la construcción.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción del problema

Las demoras en la ejecución de los proyectos de construcción provocan pérdidas tanto a los inversionistas como a los constructores y, además, suelen provocar disputas legales entre ellos. En muchas ocasiones las demoras son motivadas porque los administradores no invierten los recursos y el tiempo necesarios para realizar una programación que realmente represente la lógica de ejecución de los trabajos y que, posteriormente, sirva de base para efectuar un control eficaz. (Solís, 2009)

Muchas organizaciones intentan que sus proyectos se entreguen a tiempo, dentro de un cronograma realizado con las mejores y más actualizadas técnicas, controlados adecuadamente, pero por una razón u otra no logran cumplir con este difícil objetivo. Una de las razones más importantes es la pobre actitud que tienen las organizaciones latinoamericanas con respecto al tiempo. Actitud, además, derivada de las antiguas premisas gerenciales del siglo pasado en cuanto a estructura gerencial, reuniones de trabajo, gestión de cambios, comunicaciones, horarios laborales y empoderamiento. (Torrealba, 2020)

En vista del crecimiento acelerado que ha tenido el rubro de ingeniería y construcción en el sector minero, las unidades mineras apuestan por invertir en el desarrollo de sus infraestructuras dando lugar a la elaboración y ejecución de proyectos de gran envergadura. Es por ello que en su gran mayoría las mineras tienden a buscar a empresas contratistas, las cuales le aseguren un buen desempeño con los estándares de calidad, seguridad y sobre todo con el tiempo establecido contractual del proyecto a ofertar, para así poder percibir la utilidad exitosamente con la entrega del proyecto. No obstante, a pesar de existir herramientas y lineamientos para un buen desarrollo del sistema constructivo basadas en la filosofía Lean Construction, como el Last Planner System, la cual facilita técnicas que ayudan a reducir las variabilidades de causas que ocasionan retrasos en una obra. En la gran mayoría de procesos constructivos de proyectos no aplican estas técnicas o aun no logran introducir esta metodología en todo su contenido. el resultado por parte del avance porcentual de los proyectos en ejecución

1.2 Formulación del problema

¿Cuál es la influencia de la aplicación del sistema Last Planner en la planificación y control de la etapa constructiva del proyecto: Urbanización Concentradora Toquepala, Tacna - 2022?

1.3 Justificación del problema

El servicio de planificación permite conocer diferentes proyectos a la vez, y los diversos niveles de coordinación, obteniendo una panorámica completa de las obras. Permite contrastar situaciones y decantar cuando las causas externas, como el clima, son determinantes en tiempos de ejecución; además de comparar métodos constructivos, logísticas y gestiones de contratación. Participar en proyectos análogos con o sin financiamiento bancario, públicos o privados, permite detectar su influencia en la ejecución. (Beauperthuy, 2016)

El presente trabajo de investigación tendrá un enfoque en la aplicación del Last Planner System para la planificación y control de la etapa constructiva del proyecto "Urbanización Concentradora Toquepala", un proyecto de diversas infraestructuras que ha venido ejecutándose desde el año 2019 y siendo paralizado por la pandemia en el año 2020 volviendo a retomar sus actividades en el año 2021 en la concentradora de mina Toquepala, con el objetivo de establecer un planeamiento idóneo, que ayudara a controlar los plazos, adquisiciones y optimizar recursos, es necesario implementar una metodología que nos permita garantizar el cumplimiento de entrega de tareas en los tiempos programados internamente y contractualmente, que a su vez disminuya en costos utilizados la ejecución de tareas en el proyecto, permitiendo así un mejor valor ganado al cliente.

Conociendo los resultados adquiridos nos ayudaran a determinar la influencia que ha representado este sistema de trabajo al ser aplicado al proyecto de urbanismo en mención líneas arriba. Y también ayudara a la empresa contratista a ejecutar adecuadamente esta metodología, utilizando indicadores que permitan medir el grado de cumplimiento en el planeamiento, para la planificación y control en la etapa constructiva de futuros proyectos de baja, igual o mayor envergadura.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Determinar la influencia de la aplicación del sistema Last Planner en la planificación y control de la etapa constructiva del proyecto: Urbanización Concentradora Toquepala.

1.4.2 Objetivos específicos

- a) Determinar la influencia de la aplicación del sistema Last Planner en la planificación y control de plazos para mejorar la etapa constructiva del proyecto: Urbanización Concentradora Toquepala.
- b) Determinar la influencia de la aplicación del sistema Last Planner en la planificación y control de costos para mejorar la etapa constructiva del proyecto: Urbanización Concentradora Toquepala.
- c) Determinar la influencia de la aplicación del sistema Last Planner en la planificación y control de procura para mejorar la etapa constructiva del proyecto: Urbanización Concentradora Toquepala.

1.5 Hipótesis

1.5.1 Hipótesis general

La aplicación del sistema Last Planner será de manera muy influyente en la planificación y control de la etapa constructiva del proyecto: Urbanización Concentradora Toquepala.

1.5.2 Hipótesis específica

- a) La aplicación del sistema Last Planner influirá significativamente en la planificación y control de los plazos de la etapa constructiva del proyecto.
- b) La aplicación del sistema Last Planner influirá significativamente en la planificación y control de los costos de la etapa constructiva del proyecto.
- c) La aplicación del sistema Last Planner influirá significativamente en la planificación y control de procura de la etapa constructiva del proyecto.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes del estudio

2.1.1 *En el ámbito local*

Loayza (2019) en su tesis titulada “Aplicación de La Filosofía Lean Construcción en el Planeamiento del Proyecto Mejoramiento de los servicios de salud del Hospital Hipólito Unanue Tacna – 2018”, se concluye que esta metodología no solamente nos proporciona la elaboración del cronograma maestro en las dos dimensiones tradicionales (actividad y tiempo) sino que también incluye al espacio, es por esto que al usar esta metodología se podría tener un mejor control del tiempo partiendo desde la programación maestra.

Guevara & Loayza (2020) en su tesis titulada “Aplicación de la metodología Last Planner System para mejorar la ejecución de los proyectos de infraestructura sanitaria en la región Tacna – 2020”, concluye en que lo más importante de la determinación de esta metodología fue que se logró reducir el tiempo de ejecución del proyecto estudiado mediante la realización de la teoría de restricciones (Lookhead).

Arias & Yapuchura (2019) en su tesis titulada “Aplicación del Método Last Planner System enfocado a criterios de sectorización para la construcción de centros comerciales, en la provincia de Tacna – 2018”, concluyen que se ha demostrado hacer uso de herramientas de Last Planner System enfocados a criterios de sectorización con un ahorro eficiente del 33%, en función de análisis de costos unitarios por cada partida.

2.1.2 *En el ámbito nacional*

Chokewanka & Sotomayor (2018) en su tesis titulada “Sistema Last Planner para mejorar la planificación en la obra civil del centro de salud Picota - San Martín”, concluyen que la aplicación continua del Sistema Last Planner en una obra de construcción incrementa significativamente la confiabilidad de su planificación, puesto que se corroboró un incremento de la productividad para los rendimientos, a pesar que inicialmente estaba por debajo de lo previsto en el expediente técnico. Hubo mejora en la planificación, porque mediante el Sistema Last Planner se pudo revertir el atraso de 3.6% en la semana 13.

Yañez (2019) en su tesis titulada “Aplicación de la metodología Last Planner como herramienta de planificación y control para la construcción de edificios multifamiliares de gran altura en la ciudad de Lima”, concluye en que la metodología Last Planner posee un gran número de herramientas que se pueden aplicar en un proyecto de construcción, sin embargo, para implementar con éxito esta metodología en proyectos que se construyen de manera tradicional se deben aplicar las herramientas más versátiles tales como la planificación maestra, la planificación intermedia, la programación semanal y diaria, el análisis de restricciones, el porcentaje de plan cumplido, las causas de incumplimiento y la mejora continua.

Moyano & Ventura (2019) en su tesis titulada “Evaluación de la aplicación del Last Planner System en la construcción de edificios multifamiliares, en Trujillo. la Libertad”, concluye en que Last Planner System es aplicable en la ciudad de Trujillo, ya que en el transcurso de los meses de estudio realizado permitió corroborar que su aplicación era ejecutada con normalidad, sin embargo, los resultados no siempre fueron los esperados, debido a que no siempre se realizaba de manera adecuada, ya que durante su ejecución se presentaban deficiencias las cuales se derivaban en pérdidas monetarias para la empresa constructora.

2.1.3 En el ámbito internacional

Angeli (2017) en su tesis titulada “Implementación del Sistema Last Planner en edificación en altura en una empresa constructora: estudio de casos de dos edificios en las comunas de las Condes y San Miguel”, concluye en que Last Planner es una herramienta para estabilizar flujos de trabajo y disminuir la variabilidad, sin embargo, al llevarlo a la práctica es muy difícil que se cumpla completamente. ¿Es posible una mejora continua? Sí, lo es, ya que las Causas de No Cumplimiento ayudan a detectar dónde está la raíz del problema y lo que genera el no desarrollo de una actividad en particular, pudiendo programar tareas que sí se pueden realizar, eliminando pérdidas de tiempo por esperas de materiales o falta de equipos por ejemplo y mejorando la productividad.

Gonzales (2012) en su tesis titulada “Propuesta de implementación del Sistema Last Planner con el apoyo de modelación 4d para la obra gruesa de edificaciones”, concluye en que la planificación Last Planner en conjunto con la modelación 4D ayuda a prever posibles problemas a futuro, al poder ver el programa e identificar interferencias de tareas, ver el estado de avance del proyecto en el tiempo y de este modo analizar si la futura estrategia constructiva es la correcta de acuerdo a los avances obtenidos y tomar acciones correctivas a tiempo.

Rodriguez (2017) en su proyecto de graduación titulada “Implementación de la metodología de planificación y control Last Planner en el proyecto de construcción: Unidad productiva San Rafael”, concluye en que el LPS empleado en proyectos constructivos contribuye de manera significativa al mejoramiento de la planificación y control de la obra, al contar con tres tipos de planes, en donde cada uno representa un nivel de detalle superior que el anterior, y por ende, logra asignar con mayor efectividad las actividades a ejecutar semanalmente, generando que se brinde una mayor confiabilidad, con menores incertidumbres en los resultados, provocando el descenso de las pérdidas que comúnmente están presentes en este ámbito.

2.2 Bases teóricas

2.2.1. Planificación en el proyecto

Para poder desarrollar íntegramente la planificación de un proyecto, es necesario entender bien qué es y qué es lo que se pretende con este proceso. Según la American Management Association la planificación “consiste en determinar lo que se debe hacer, cómo se debe hacer, que acción debe tomarse, quien es el responsable de ella y por qué”. A su vez para Russell Ackoff “el futuro no hay que preverlo, sino que crearlo. El objetivo de la planificación debería ser diseñar un futuro deseable e inventar el camino para conseguirlo”. Finalmente, para David Eisenhower “los planes no son nada, es la planificación lo que cuenta” (Amat,1993).

2.2.2. Objetivos de la planificación en el proyecto

2.2.2.1. Recolección de información

Según Serpell y Alarcón (2006), es concebir como se debe ser realizado el trabajo, en que orden y con qué recursos; dividiendo el proyecto y tomando partes del él, en un conjunto de actividades manejables. Cada actividad debe ser fácilmente identificada como una porción de trabajo, idealmente relacionada a la estructura total del proyecto y de este modo quedar bajo el control de una persona en particular.

2.2.2.2. Anticipación

Según Serpell y Alarcón (2006), es prever potenciales dificultades, planear como superarlas, y anticipar riesgos para que sus efectos puedan ser minimizados. Este es el objetivo más importante de la planificación en la construcción, porque la ingeniería civil es un negocio con un alto riesgo, la planificación de muchas actividades está cargada de incertidumbre.

2.2.2.3. Programación de recursos

Según Serpell y Alarcón (2006), se usa para permitir un uso óptimo de los recursos disponibles para cada proyecto y, tomando juntos todos los proyectos que se pudieran tener, para la administración de estos como un todo en una organización.

2.2.2.4. Coordinación y control

Según Serpell y Alarcón (2006), la idea es proporcionar una base de datos para coordinar el trabajo de las partes involucradas en el proyecto, y proporcionar una base de referencia para predecir y controlar el tiempo, calidad y los costos del proyecto.

2.2.2.5. Recopilación de datos

Según Serpell y Alarcón (2006), para formar una base de datos de planificación para su uso en la preparación de futuros planes de trabajo en nuevos proyectos.

2.2.3. Niveles de la planificación en el proyecto

Un aspecto importante de la planificación, es determinar a qué nivel debe hacerse. La planificación debe comenzar desde arriba hacia abajo, existiendo tres niveles comúnmente definidos como se puede apreciar en la figura 1.

Figura 1

Niveles de planificación



Nota. Fuente: Planificación y Control de Proyectos (4ta edición)

Según Serpell y Alarcón (2006), la planificación estratégica corresponde a la planificación que considera los aspectos globales del proyecto y del enfoque con que se va realizar. Generalmente se utiliza una división gruesa de las actividades del proyecto y su énfasis está en los objetivos generales del proyecto y la forma general de lograrlos. La planificación táctica o de mediano plazo se preocupa de un nivel más

detallado del proyecto y su definición. Corresponde generalmente a la planificación de las actividades de trabajo específicas requeridas para llevar a cabo el proyecto. Finalmente, la planificación operacional o de corto plazo se encarga del detalle de como ejecutar las tareas necesarias para materializar las actividades definidas en los niveles anteriores. La planificación consiste entonces en un proceso de descomposición del proyecto en niveles cada vez más detallados. Lo importante es que debe existir una adecuada coherencia entre los distintos niveles.

2.2.4. Control en el proyecto

Su principal objetivo es diagnosticar el rendimiento veraz del proyecto. Con el fin de cotejarlo con los objetivos impuestos, para que de este modo podamos darnos cuenta y corregir las diferencias entre resultado y objetivos. Se puede afirmar que entre las variantes más consecuentes de control son: tiempo, costo, calidad y progreso, sin embargo, por la particularidad que representa cada proyecto podrían presentarse diversas variantes de control (Serpell & Luis, 2006).

2.2.5. Etapas de proceso de control en el proyecto

2.2.5.1. Especificación

Según Serpell y Alarcón (2006), definición del resultado que se pretende alcanzar, estableciendo normas o estándares, junto con el objetivo. Se debe hacer una definición operativa en unidades objetivas y medibles (indicadores).

2.2.5.2. Ejecución

Según Serpell y Alarcón (2006), se refiere a la materialización de un proyecto según lo especificado, es decir cumpliendo el objetivo.

2.2.5.3. Inspección

Según Serpell y Alarcón (2006), juicio relativo a si la ejecución cumple o no la especificación, como resultado se determina si se necesitara o no de acciones correctivas.

2.2.6. Tipos de control en el proyecto

2.2.6.1. Control preliminar

Según Serpell y Alarcón (2006), el cual se refiere a prevenir posibles desvíos, definiendo que controlar, qué medir y cómo.

2.2.6.2. Control concurrente

Según Serpell y Alarcón (2006), consiste en realizar un seguimiento de las operaciones en curso para asegurar que se procure alcanzar los objetivos.

2.2.6.3. Control de retroalimentación

Según Serpell y Alarcón (2006), donde se hace un análisis de los resultados finales, con el fin de obtener información que permita en el futuro tener elementos para determinar que analizar y que indicadores de desempeño utilizar.

2.2.7. *Objetivo de control en el proyecto*

Según Serpell y Alarcón (2006), el control de gestión tiene como objetivo analizar, evaluar y actuar sobre todos los aspectos que tienen relación con el cumplimiento de los objetivos establecidos para un proyecto. Esto se logra haciendo mediciones de desempeño, obteniendo un plan o estándar de desempeño, y generando posteriores informes de control. En la actualidad los sistemas computacionales son de gran ayuda para llevar a cabo el control de gestión, particularmente para el almacenamientos y procesamiento de datos.

2.2.8. *Planificación y control (ciclo de vida) en el proyecto*

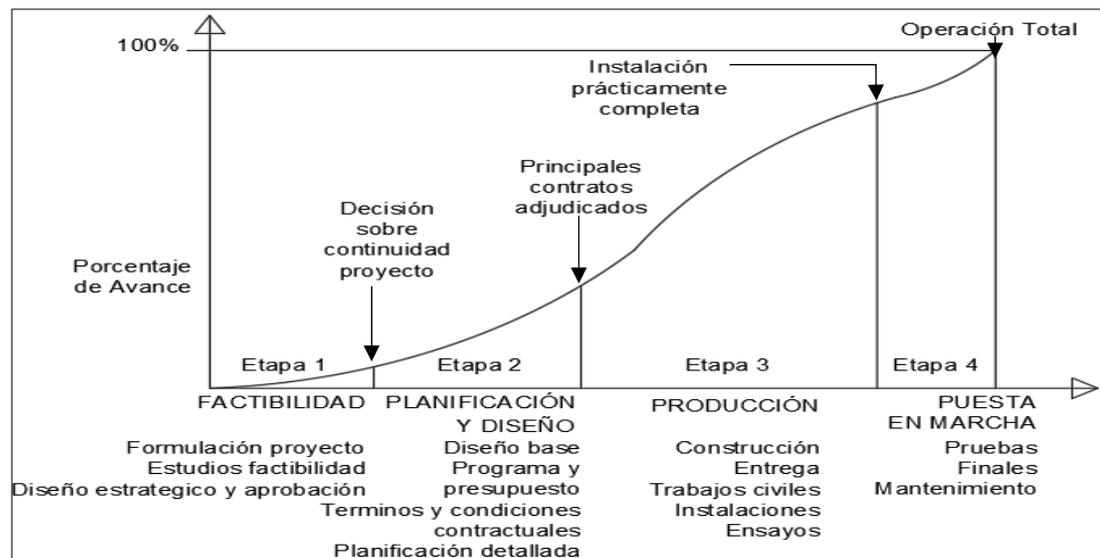
Según Serpell y Alarcón (2006), Todos los proyectos tienen un ciclo de vida, desde su inicio cuando se plantea una necesidad que debe satisfacerse, hasta que el proyecto ha logrado sus objetivos y termina. Las principales etapas del ciclo de vida de un proyecto son las siguientes:

- Conceptualización del proyecto
- Definición del proyecto
- Desarrollo del proyecto
- Ejecución del proyecto
- Terminación o cierre del proyecto

Mediante estas etapas se podrá dar inicio al proyecto, las cuales avanzarán de forma consecutiva y de tal manera que el avance porcentual del proyecto sea directamente proporcional al comienzo y terminación de cada etapa descrita. En la figura 2, se puede apreciar el ciclo de vida de todo proyecto.

Figura 2

Ciclo de vida de un proyecto de construcción

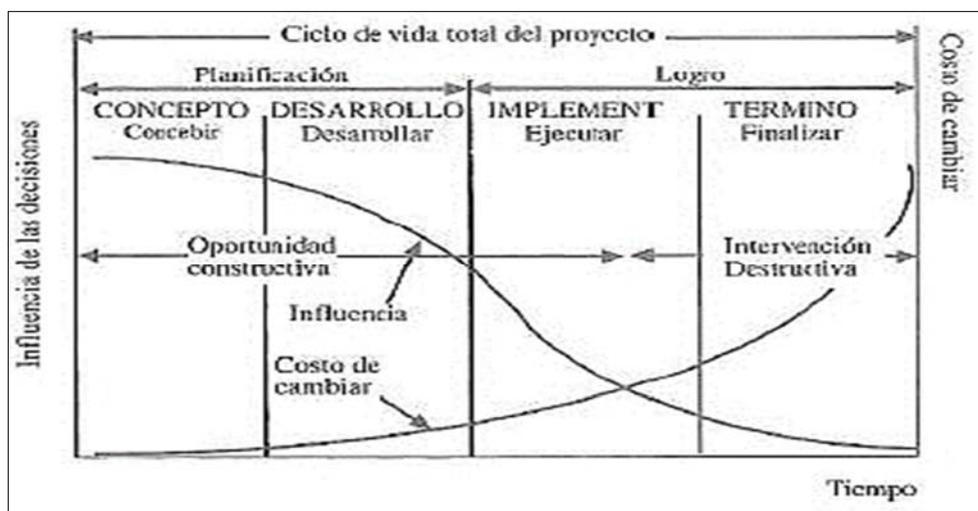


Nota. Fuente: Planificación y Control de Proyectos (4ta edición)

Según Serpell y Alarcón (2006), la intervención de los distintos participantes de influir en los resultados del proyecto va disminuyendo a medida que este se va desarrollando. Es decir que las decisiones más tempranas que se toman sobre el proyecto tienen efectos mucho más importantes en sus etapas posteriores que las decisiones tardías. Esto enfatiza entonces la importancia de tener una buena planificación del proyecto, que permita tomar buenas decisiones en las etapas iniciales, que se visualiza en la figura 3.

Figura 3

Influencia de las decisiones y costo a lo largo del desarrollo de un proyecto



Nota. Fuente: Planificación y Control de Proyectos (4ta edición)

Según Serpell y Alarcón (2006), la planificación se lleva a cabo dentro de un ciclo que se va repitiendo durante todo el desarrollo del proyecto. Este ciclo incluye cuatro acciones relevantes: la planificación propiamente tal que corresponde a la determinación del curso de acción y las actividades necesarias para llevar a cabo el proyecto, tal como se puede apreciar en la figura 4.

Figura 4

Ciclo de Planificación de un Proyecto de Construcción



Nota. Fuente: Planificación y Control de Proyectos (4ta edición)

Según Serpell y Alarcón (2006), se comienza la ejecución del proyecto guiada por la planificación, indudablemente durante la ejecución, el proyecto debe enfrentar la realidad, la cual, debido a la ocurrencia de imprevistos, puede producir variaciones respecto de lo planificado. Por esta razón, es necesario llevar a cabo un seguimiento de la ejecución del proyecto de modo de contar en forma oportuna con información sobre lo que realmente está pasando en el proyecto. Con dicha información, proporcionada por el seguimiento, se realiza el control, que corresponde al análisis de la situación y la toma de decisiones necesarias para actuar sobre el proyecto de modo de asegurar permanentemente que se logren los objetivos del mismo.

2.2.9. Gestión de procura en la construcción

Según Lares (2018), este concepto encierra varios aspectos importantes para el correcto desarrollo de una obra, y su cúmulo de procesos se le denomina Gestión de Procura del Proyecto, en el PMBok la denominan Gestión de las Adquisiciones del Proyecto, si bien es cierto que los procesos son semejantes, entre la Gerencia de

Proyectos y la Gerencia de Construcción existen salvedades que solo aplican para este sector.

Son los procesos requeridos para adquirir un bien o servicio desde fuera de la Organización alineado con el objetivo del Proyecto con la cantidad, el tiempo y la calidad requerida entregada en el sitio de la construcción. Para poder ejercer la Gestión de Procura se requieren de procesos de planificación, adjudicación, control y cierre administrativo, los cuales interactúan entre sí para como único resultado que la obra tenga el material o servicio para su avance.

2.2.10. Gestión de valor ganado (earned value management, EVM por sus siglas en ingles)

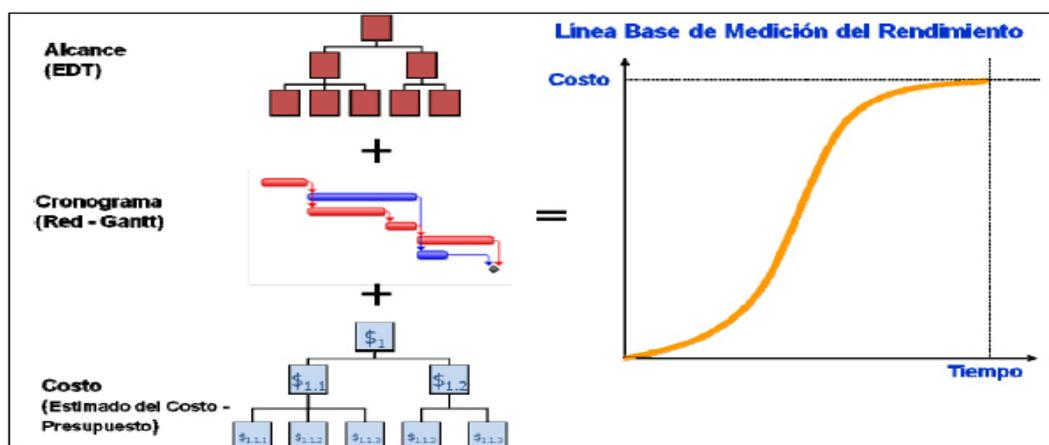
Según Ambriz (2008), es una herramienta para la administración de proyectos que se utiliza para medir y predecir el rendimiento de un proyecto comparando su avance real frente al planeado. La gestión del valor ganado proporciona a las partes interesadas información adicional sobre el estado de un proyecto, ya que compara el tiempo y el dinero reales invertidos con las horas y el presupuesto planificados.

2.2.11. Gestión de valor ganado (EVM) en el proyecto

Según Ambriz (2008), para implementar la EVM en un proyecto es necesario definir la Línea Base de Medición del Desempeño (Performance Measurement Baseline, PMB), que integra la descripción del trabajo a realizar (alcance), los plazos para su realización (cronograma) y el cálculo de sus costos y de los recursos requeridos para su ejecución (costo), tal como se puede apreciar en la figura 5.

Figura 5

Integración de Gestión de la Línea Base de Medición del Rendimiento



Nota. Fuente: La Gestión del Valor Ganado y su Aplicación (2008)

2.2.12. Indicadores de gestión de valor ganado (EVM) en el proyecto

Según Ambriz (2008), los indicadores de gestión ganado tienen dos propósitos fundamentales, determinar si el desempeño del proyecto en tiempo y en presupuesto es el adecuado, es decir, que el proyecto ejecutó sus actividades en el tiempo planificado, sin retraso, y que los costos incurridos por estas actividades no son mayores al presupuesto, tal como se puede apreciar en la figura 6.

2.2.12.1. Valor planificado (planned value – PV)

Según Ambriz (2008), es la valoración del trabajo de proyecto a completar a una fecha determinada, la cual se determina a partir del presupuesto de costos; El valor de la PMB al día de la fecha.

2.2.12.2. Valor ganado (earned value - EV)

Según Ambriz (2008), el valor del trabajo realizado expresado en términos del presupuesto asignado a las actividades o componentes EDT finalizados, Lo que ya se ha realizado al día de la fecha, valuado con los costos usados para definir la PMB.

2.2.12.3. Costo real (actual cost - AC)

Según Ambriz (2008), es el costo total incurrido por el trabajo realizado en el proyecto, es decir, el monto total de dinero gastado hasta la fecha; El costo que ha insumido el trabajo realizado hasta la fecha.

Se pueden expresar en porcentajes, dividiéndolos por el Presupuesto hasta la Conclusión (Budget at Completion, BAC):

- $PV\% = PV / BAC$
- $EV\% = EV / BAC$
- $AC\% = AC / BAC$

2.2.12.4. Variación de cronograma (schedule variance - SV)

Según Ambriz (2008), en la gestión de valor ganado es la substracción del Valor ganado menos el Valor planificado, permitiendo establecer una relación entre ambas en términos numéricos. “ $SV=EV - PV$; $SV\%=SV/PV$ ”.

- Si la variación de cronograma es positiva, significa que estas adelantado respecto al cronograma.

- Si es negativa significa que presentas retraso. Se puede medir el grado de desviación determinando que tan grande es la variación en relación con el valor planificado.
- Si la variación es cero, significa que el proyecto avanza de acuerdo al cronograma.
- Al final del proyecto, la variación de cronograma siempre es cero.

2.2.12.5. Variación de costo (cost variance - CV)

Según Ambriz (2008), es la sustracción del Valor ganado (que incluye los costos presupuestados de las actividades que se han completado hasta el momento) menos los costos reales. “ $CV = EV - AC$; $CV\% = EV / AC$ ”.

- Si la variación de costos es positiva, significa que estas en el presupuesto (no te has excedido).
- Si es negativa significa que estas excedido en el presupuesto, malas noticias para los interesados del proyecto y para las proyecciones de ganancias o pérdidas de la organización. Se puede medir el grado de desviación determinando que tan grande es la variación en relación con el valor ganado.
- Si la variación es cero, significa que el proyecto está en su presupuesto.
- Al final del proyecto, la variación de costos presenta la relación final entre el presupuesto del proyecto y los costos reales.

2.2.12.6. Índice de desempeño de cronograma (schedule performance index - SPI)

Según Ambriz (2008), sirve para mostrar que tan eficiente se está avanzando en un proyecto, en comparación con el cronograma planificado. Es una relación entre el Valor ganado y el Valor planificado. “ $SPI = EV / PV$ ”.

- Si el índice de desempeño de cronograma es mayor que 1, significa que se ha finalizado más trabajo del que se tenía planificado, es decir, estás adelantado en el cronograma.
- Si es menor que 1 significa que se ha completado menos trabajo del planeado, por lo cual presentas retraso respecto al cronograma.
- Cuando es igual a 1, el trabajo realizado es exactamente igual al planificado.

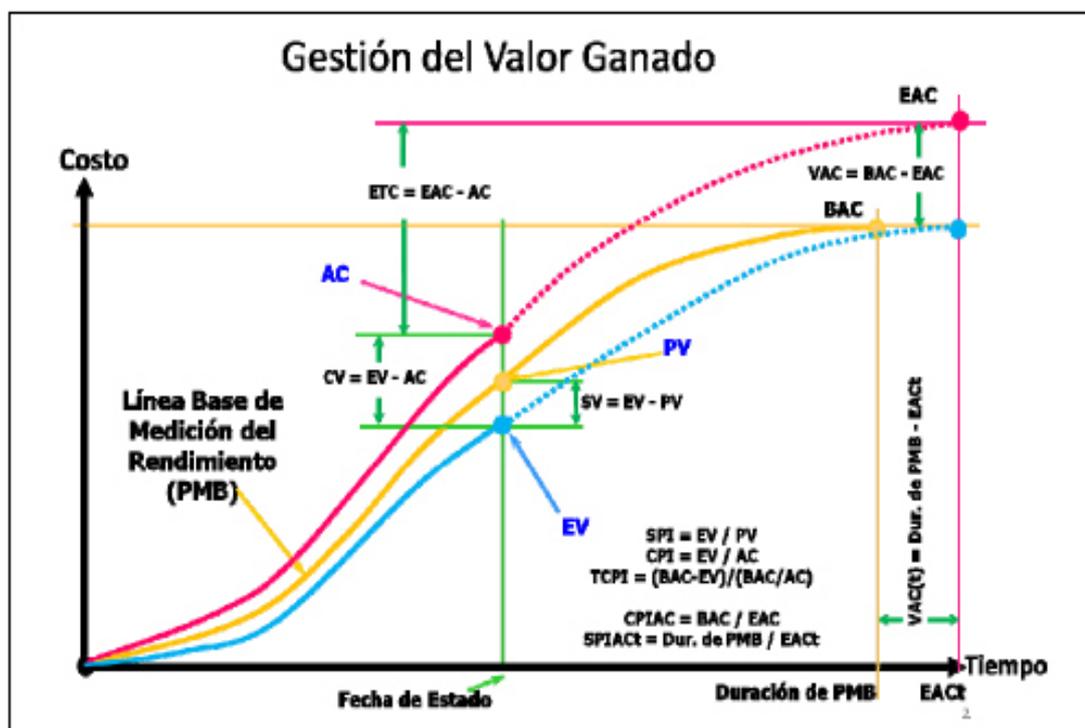
2.2.12.7. Índice de desempeño de costo (cost performance index - CPI)

Según Ambriz (2008), es la medición de la costo-eficiencia de los recursos presupuestados, expresada como el cociente (ratio) del Valor ganado al Costo real. Especifica cuanto se está ganado (expresado en términos de presupuesto ejecutado de actividades finalizadas) en relación con el dinero que se está invirtiendo en el proyecto. "CPI = EV / AC".

- Si el CPI es menor a 1, significa que has avanzado menos de lo que has gastado, por lo cual estas excedido en el presupuesto del proyecto.
- Si es mayor a 1, has ganado más avance que los costos que has invertido, por lo tanto, estás por debajo del presupuesto.
- Si es 1 la relación entre avance y costo es exacta (estás en presupuesto). Esto rara vez sucede.

Figura 6

Elementos de la Gestión de Valor Ganado



Nota. Fuente: La Gestión del Valor Ganado y su Aplicación (2008)

2.2.13. Last planner system (LPS) o sistema del último planificador (SUP)

Es una herramienta desarrollada para la gestión de proyectos en la industria de la construcción. Fue desarrollado por Herman G. Ballard y Gregory A. Howell en el año 1992 basándose en los principios de la filosofía Lean y en particular la

metodología Lean Construcción. Es un sistema de control de la producción que ayuda a rediseñar los sistemas de planificación tradicional enfocada principalmente a mejorar el control de la incertidumbre incrementando la fiabilidad de la planificación y con esto a mejorar el desempeño. El sistema Last Planner es una disciplina rigurosa y formal que funciona con éxito sólo cuando todos sus elementos son implementados como corresponden (Mossman, 2005)

Según Ballard (2020) todas las tareas tienen tres categorías: deben, pueden y se harán. Estas reflejan cada nivel de planificación de la siguiente manera: el programa maestro indica qué se debe realizar, el programa intermedio prepara el trabajo y realiza la revisión de las restricciones y el plan semanal programa una serie de actividades que pueden ejecutarse comprometiendo a los agentes al cumplimiento del programa.

2.2.14. Planificación general o programa maestro

Según Porras, Sánchez y Galvis (2014), la planificación general es la programación de todas las actividades necesarias para realizar la construcción de los elementos estructurales, arquitectónicos entre otros que hacen parte del proyecto. La programación maestra se hace en forma de diagrama de Gantt, estableciendo los tiempos de todas las tareas necesarias para culminar la etapa de construcción en los proyectos.

2.2.15. Planificación intermedia

Según Porras, Sánchez y Galvis (2014), la planificación intermedia es el segundo nivel en la aplicación del Sistema Último Planificador y consiste en desglosar la programación general para evitar perder tiempo y material; se destacan aquellas actividades que deberían hacerse en un futuro cercano. Aquí se controlan la coordinación de diseño, los proveedores, los recursos humanos, los requisitos previos para hacer las actividades y la información para que las cuadrillas de trabajo cumplan con sus objetivos en obra. Para hacer la planificación intermedia deben seguirse los siguientes procesos:

- a) Definición del intervalo de tiempo
- b) Definición de las actividades que serán parte del plan intermedio
- c) Análisis de restricciones
- d) Intervalo de trabajo ejecutable

2.2.16. Planificación semanal

Según Porras, Sánchez y Galvis (2014), es la última fase de planificación del SUP o LPS y presenta el mayor nivel de detalle antes de la ejecución de un trabajo; es realizada por los administradores de obra, jefes de terreno, jefes de obra, capataces y todos aquellos que supervisan directamente la ejecución de los trabajos en obra. Se mide el porcentaje de Actividades Completadas PAC para saber porcentualmente cual fue el número de actividades programadas que realmente se ejecutaron en obra y así medir que tan efectiva fue la planificación semanal y además tabular las causas por las cuales el PAC no fue del 100% para corregirlas en la siguiente semana.

2.3 Definición de términos

2.3.1. Aplicación

Afición y asiduidad con que se hace algo, especialmente el estudio. (Real Academia Española, 2021, definición 2)

2.3.2. Planificación

“Una actividad racional que tiene por objeto decidir sobre la asignación de recursos escasos en el logro de objetivos múltiples, a través de medios adecuados para su obtención”. (Espinoza, 1984, p.17)

2.3.3. Proyecto

Según el PMBOK, un proyecto es un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único. La naturaleza temporal de los proyectos indica un principio y un final definidos. El final se alcanza cuando se logran los objetivos del proyecto o cuando se termina el proyecto porque sus objetivos no se cumplirán o no pueden ser cumplidos, o cuando ya no existe la necesidad que dio origen al proyecto. A efectos de este texto, básicamente nos referimos a: desarrollar un nuevo producto o servicio o construir un edificio, instalación o una infraestructura.

2.3.4. Programación maestra

Es la primera planeación que se realiza en obra. En ella se reúnen todos los miembros del equipo encargados de la fase de trabajo (Guevara J. , 2015)

2.3.5. Planeación intermedia

Planeación intermedia se realiza con el fin de determinar en un plazo de seis semanas (pueden ser más o menos de acuerdo al criterio de los encargados) las restricciones o recursos que se van a necesitar para no interferir con el flujo de la producción. En caso de ser necesario, se reevalúa la programación inicial y se estructura mejor las actividades comprendidas en el tiempo determinado. (Guevara J. , 2015)

2.3.6. Planeación Semanal

Esta reunión se realiza el mismo día de la semana, todas las semanas (desde el principio del proyecto se debe definir un día y hora de la reunión). En ella se analiza la programación de forma detallada en un plazo de una semana. Se mide el porcentaje de actividades completadas (PAC) de la semana anterior y se definen los compromisos de la semana siguiente. (Guevara J. , 2015)

2.3.7. Gestión de proyectos

Según la guía PMBOK, consiste en identificar, evaluar y tratar los riesgos e incertidumbres a los que se enfrentan todos los proyectos. Estos riesgos también pueden convertirse en oportunidades.

2.3.8. Cronograma del proyecto

Según la Guía PMBOK, es una salida de un modelo de programación que presenta actividades vinculadas con fechas planificadas, duraciones, hitos y recursos.

2.3.9. Restricciones

Según PMBOK, es el estado de calidad o la sensación de estar restringido a un curso de acción o inacción dado. Una restricción o limitación aplicable que afectará el desempeño del proyecto o proceso.

2.3.10. PULL VS PUSH

La construcción ha sido tradicionalmente un sistema Push, es decir, se programan las actividades de adelante hacia atrás, y unas “empujan” a otras para cumplir los plazos y conseguir los objetivos. Por el contrario, Last Planner System se basa en un sistema Pull, donde la programación se realiza de atrás hacia adelante. La ventaja de este sistema es que las actividades se iniciarán cuando realmente sea necesario

y se conseguirá ver con anticipación posibles conflictos entre actividades. (Sanchis, 2013)

2.3.11. CNC

Las Causas de No Cumplimiento (CNC) son aquellas razones por las que el PTS no pudo ser completado al 100%. La identificación de estas causas y su posterior análisis para tomar medidas correctivas y/o preventivas deben ser realizadas de manera seria y responsable, ya que son, junto al PAC, puntos de partida para la mejora continua de la planificación. (Herrera & Jeffrey, 2016)

2.3.12. PPC

Porcentaje de plan completado. (Herrera & Jeffrey, 2016)

2.3.13. PTS

Plan de trabajo semanal (PTS). El último nivel de planificación es el Plan de Trabajo Semanal (PTS) y es aquella que exhibe el mayor nivel de detalle antes de realizar una tarea. El Plan de Trabajo Semanal es la base para la medición del cumplimiento de las actividades planificadas, así como la identificación y el análisis de las causas de no cumplimiento de lo planificado. A partir de esto último, se puede decir que el PTS tiene como objetivo controlar las unidades de producción. (Herrera & Jeffrey, 2016)

2.3.14. PAC

Porcentaje de actividades completadas. La medición del Porcentaje de Actividades Completadas es uno de los puntos de partida para la mejora continua de la planificación. Este indicador mide la confiabilidad de la planificación a través de la comparación sistemática de las actividades programadas y las que se ejecutaron durante un período de tiempo establecido, usualmente una semana. (Herrera & Jeffrey, 2016)

2.3.15. ITE

El inventario de trabajo ejecutable está compuesto por todas las tareas que poseen alta probabilidad de ejecutarse, es decir, está conformado por las tareas del Lookahead que tienen liberadas sus restricciones. (Sanchis, 2013)

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo y nivel de la investigación

El tipo de estudio que utilizaremos será Descriptiva, porque se investiga en la planificación y control de las obras proponiendo el sistema Last Planner en la etapa constructiva del proyecto, mejorando los tiempos, adquisición y optimización de recursos. Aplicada porque busca dar solución a un problema. Cuantitativa porque los datos son medibles. El nivel de investigación que utilizaremos será Aprehensivo, porque analiza los resultados de la planificación y control en el sistema Last Planner.

3.2. Población y/o muestra de estudio

La Población comprende la ejecución de proyectos de construcción por contrata en el sector minero y la muestra en este trabajo de investigación estaría compuesta por la etapa constructiva del proyecto: “Urbanización Concentradora Toquepala”

3.3. Operacionalización de variables

Tabla 1

Matriz de Operacionalización de Variables

Variable	Definición Conceptual	Dimensión	Indicadores
- Independiente: Aplicación del Last Planner System	-Utilización de una de las herramientas de la filosofía Lean Construction que permite aumentar la productividad y responsabilidad de los colaboradores.	-Lineamientos del Last Planner System	- Plan Maestro - Plan de Fases (pull) - Plan Lookahead - Plan Semanal - Porcentaje de plan completado - Causa de no cumplimiento
-Dependiente: Planificación y Control	-Estudiar anticipadamente los objetivos y acciones a desarrollar; a su vez la obtención y análisis de la información obtenida del desempeño de los indicadores	-Proyecto: “Urbanización Cocentradora Toquepala”	- Desempeño de Programación - Desempeño de Costos - Desempeño de Procura

3.4. Técnicas e instrumentos para la recolección de datos

Se realizó la recopilación de toda la información referida al tema de investigación en la web, analizándola para obtener una correcta fuente digital

confiable haciendo uso de revisiones bibliográficas de todo lo relacionado a la investigación a desarrollarse buscando tesis, libros, artículos y/o estudios realizados.

Se realizó la coordinación con el área de oficina técnica de la empresa contratista CyM Vizcarra para obtener la documentación necesaria existente del proyecto y se procedió a la revisión de planos generales y específicos del proyecto, formatos de presupuesto, planilla de metrados, planes de trabajo, fichas técnicas y alcances en general del proyecto. Las cuales servirán de base y guía para los trabajos de planificación y control en la ejecución de las actividades del proyecto.

Se procedió con el estudio de campo verificando el alcance del proyecto y sus variedades que se hayan dado durante el transcurso de su ejecución, siendo participe de reuniones diarias, semanales y de programación para la coordinación de la ejecución de las distintas actividades del proyecto. A si mismo se llevó un seguimiento y control de las actividades ejecutadas diariamente en campo para su futuro análisis en el plazo, costo y pronta de respuesta de adquisiciones de materiales.

Se procedió con el trabajo de gabinete, organizando la información obtenida de los reportes de campo, reuniones de producción de las distintas áreas de trabajo; realizando la elaboración de los formatos de las herramientas del last planner system para su correcto análisis e interpretación de los resultados en tiempo, costo y procura aplicado al proyecto: "Urbanización Concentradora Toquepala"; a fin de evidenciar alternativas eficientes para su mejoramiento, que estará centrado en la planificación y control de la etapa constructiva.

3.5. Procesamiento y análisis de datos

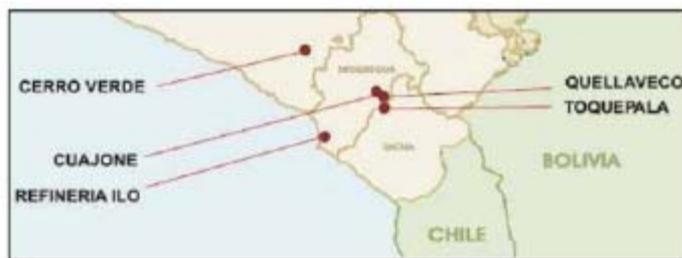
En nuestra investigación el marco muestral esta dado por la ejecución del proyecto: "Urbanización Concentradora Toquepala" que será descrito a continuación:

3.5.1. Descripción del proyecto

El proyecto en estudio bajo el nombre de "Urbanización Concentradora Toquepala" se desarrolla en la mina Toquepala, ubicada en el sector sureste de Perú, distrito de Tacna. Coordenadas: 17° Sur, 70° Oeste, Elevación: 3200 msnm.

Figura 7

Ubicación Toquepala



3.5.1.1. Objetivo

Acondicionar la Planta Concentradora N° 1 y N° 2, dotándolo de todos los elementos necesarios para que peatones y vehículos puedan transitar con seguridad y orden por sus instalaciones.

Figura 8

Vista Real en Planta Concentradora 1 y 2



Nota. Vista tomada con dron para un panorama general del proyecto

3.5.1.2. Alcance General

Los trabajos principales son los siguientes tales como los que se muestran en la figura 9:

- Ingeniería, Suministro y Estabilización de Taludes.
- Movimiento de Tierras.
- Excavación, corte, relleno y conformación de estructura de pavimento.

- Carpeta Asfáltica en Caliente.
- Concreto Armado para drenaje y obras de arte.
- Concreto con fibra metálica para losas en plataformas de maniobras.
- Ingeniería, Suministro e instalación de sistema de alumbrado en base a postes metálicos y cableado enterrado.

3.5.1.3. Entregables por Concentradora

Se tiene como entregables del proyecto en general por concentradoras 1 y 2 que se detalla a continuación:

Figura 9

Esquema de los Entregables del Proyecto

ITEM	PARTIDAS
1.0	PARTIDAS GENERALES
CONCENTRADORA 2	
2.0	ESTABILIZACIÓN DE TALUDES
3.0	PAVIMENTACIÓN
4.0	DRENAJES
5.0	SITEMA DE ILUMINACIÓN PARA EL PROYECTO DE AMPLIACIÓN TOQUEPALA
6.0	PARTIDAS DE ARQUITECTURA
7.0	PINTURA DE TRAFICO Y SEÑALIZACION
CONCENTRADORA 1	
8.0	PAVIMENTACIÓN
9.0	DRENAJES
10.0	SITEMA DE ILUMINACIÓN PARA EL PROYECTO DE AMPLIACIÓN TOQUEPALA
11.0	PARTIDAS DE ARQUITECTURA
12.0	PINTURA DE TRAFICO Y SEÑALIZACION

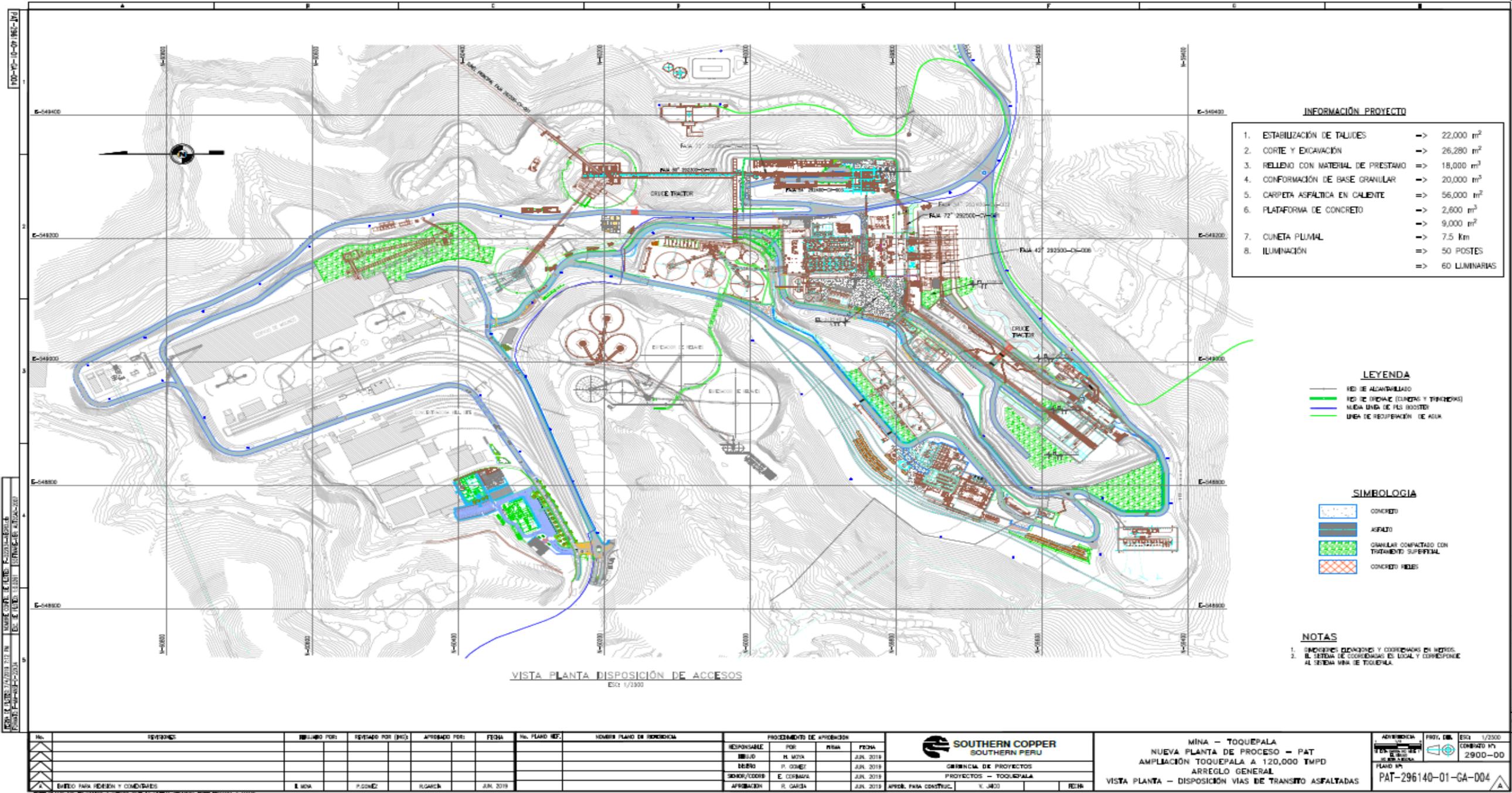
Nota. Cuadro proyectado en la presentación KOM del proyecto desarrollado en estudio. Fuente: Contratista CyM Vizcarra (2019)

3.5.1.4. Secuencia de Entregables

En un inicio se estableció la ejecución del proyecto dividido en 7 etapas, las cuales mantenían la siguiente secuencia de trabajos tales como se muestran en la figura 11:

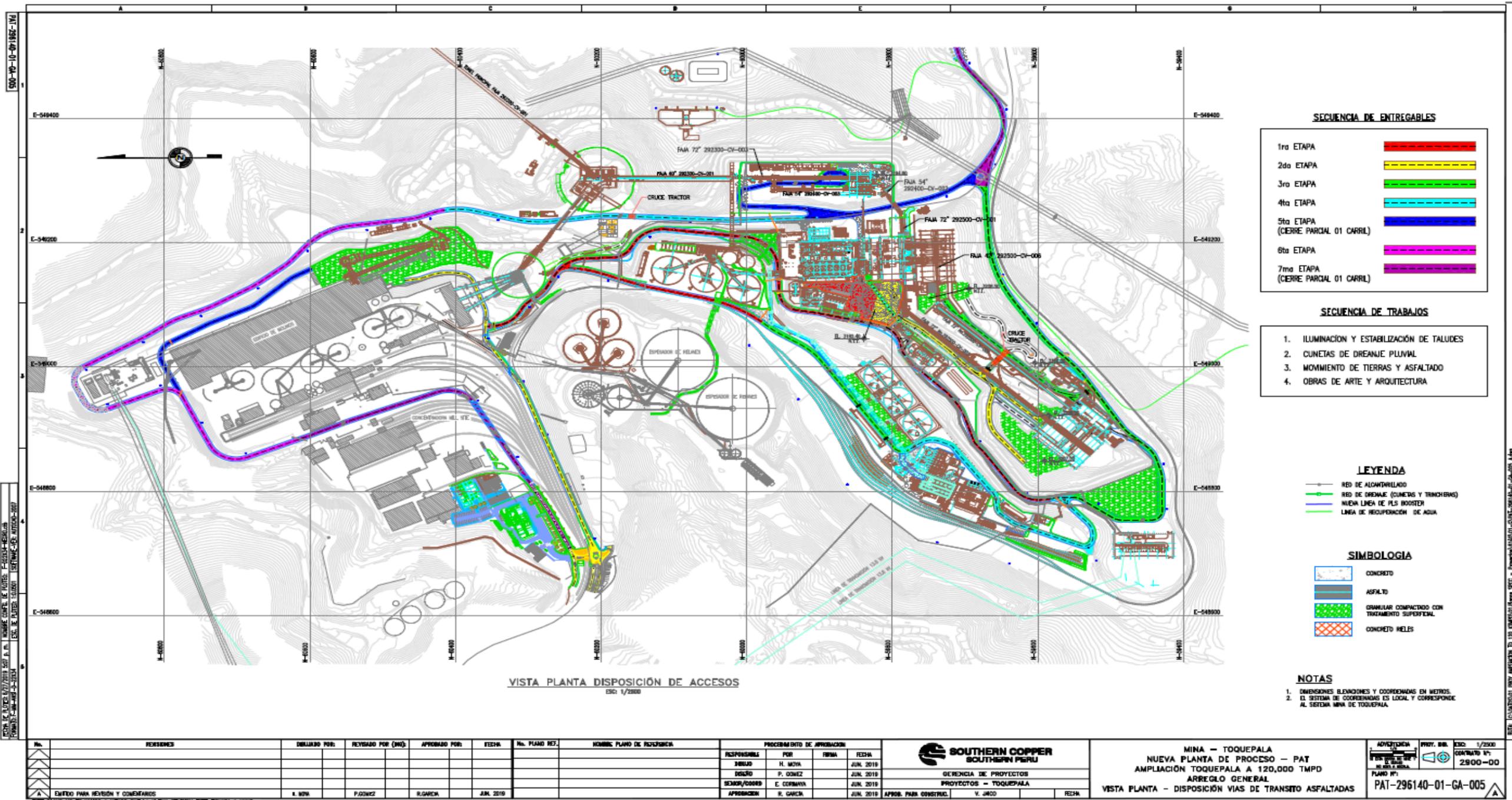
- Sistema de Iluminación
- Estabilización de taludes
- Sistema de Drenaje pluvial
- Movimiento de Tierras y Asfaltado
- Obras de arte y Arquitectura

Figura 10
Alcance General del Proyecto



Nota. En la figura se podrá apreciar más a detalle los alcances.

Figura 9
 Vista de Secuencia de Entregables del Proyecto



Nota. Cuadro proyectado en la presentación KOM del proyecto desarrollado en estudio. Fuente: Contratista CyM Vizcarra (2019)

3.5.1.5. Hitos

Figura 10

Hitos Principales de Control

H1:	Inicio de Contrato / KOM	Día 1
H2:	Definición Final Estabilización Taludes	Día 30
H3:	Término Pavimentación y Drenajes	Día 210
H4:	Término Obras de Arte y Sistema de Iluminación	Día 270
H5:	Fin de Contrato y Aceptación Final	Día 300

Nota. Cuadro proyectado en la presentación KOM del proyecto desarrollado en estudio. Fuente: Contratista CyM Vizcarra (2019)

3.5.1.6. Cronograma de Obra

Se presenta un cronograma maestro inicial del proyecto. El cual se apreciará en la parte de anexos.

3.5.2. *Aplicación last planner system en el proyecto*

El análisis de la presente investigación está enfocado en mejorar la planificación y control en el proyecto aplicando los lineamientos del Last Planner System, la cual utiliza diferentes medios que regulan el desarrollo de la planeación, programación y control de las tareas a ejecutar en un proyecto.

Siguiendo estos lineamientos se aplicaron herramientas de planificación y control al proyecto tales como: el plan maestro, plan intermedio o lookahead planning, porcentaje de plan de cumplimiento, plan semanal, plan diario. Para poder medir los resultados generados al hacer efecto esta aplicación complementamos con las herramientas tales como: índice de desempeño de rendimiento, índice de desempeño de costo y cumplimientos de adquisiciones de materiales y/o servicios (procura).

3.5.3. *Plan maestro del proyecto (master plan)*

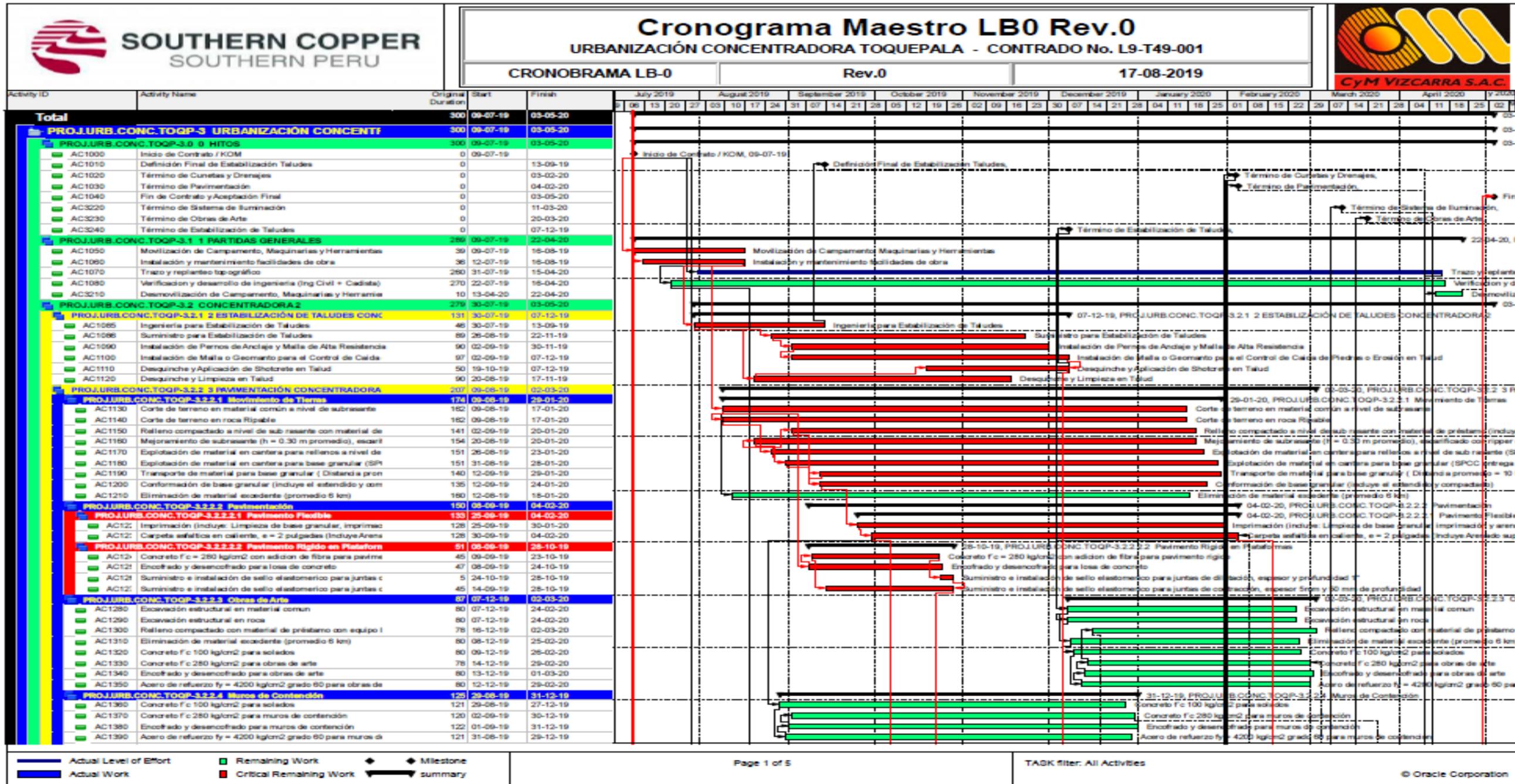
Analizando el Master Plan del proyecto: "Urbanización Concentradora Toquepala" podemos observar que el KOM (Kick Off Meeting) se llevó a cabo el 09/07/2019 y presenta una duración de 300 días calendario, por lo cual tendría como

fecha de culminación proyectada el 03/05/2020 contractualmente. Sin embargo debido a la situación dada se sabe que por Decreto Supremo que declara Estado de Emergencia Nacional por las graves circunstancias que afectan la vida de la Nación a consecuencia del brote del COVID-19, con fecha 15/03/2020, se estableció el aislamiento social obligatorio (cuarentena), que continuó dando sus prorrogas. Por lo que no se pudo continuar con el proyecto, quedando paralizado sus actividades hasta un reinicio en junio del 2021.

Con lo mencionado anteriormente se presentó cambios en toda la programación del cronograma dando lugar a una nueva definición de hitos de control de la planificación maestra original, viéndose afectada directamente la Procura del proyecto, esta etapa debe ser considerada primordial para la ejecución del proyecto ya que al ser una construcción en zona industrial (sector minero), tanto el alcance de equipos y materiales deben manejarse en tiempos prudentes para su adquisición, puesto que conlleva una serie de procesos como son: requerimientos, cotizaciones, aprobación de fichas técnicas por parte de la supervisión del proyecto, tiempos de importación, transporte, carguío y tramites de importación.

Teniendo definidos los hitos de trabajo y etapas en del proyecto en nuestro plan maestro se podrá profundizar en la planificación con los demás lineamientos que componen el Last Planner System.

Figura 11
Cronograma Maestro LBO



Nota. Cuadro proyectado en la presentación KOM del proyecto desarrollado en estudio. Fuente: Contratista CyM Vizcarra (2019)

3.5.4. Plan de fases del proyecto

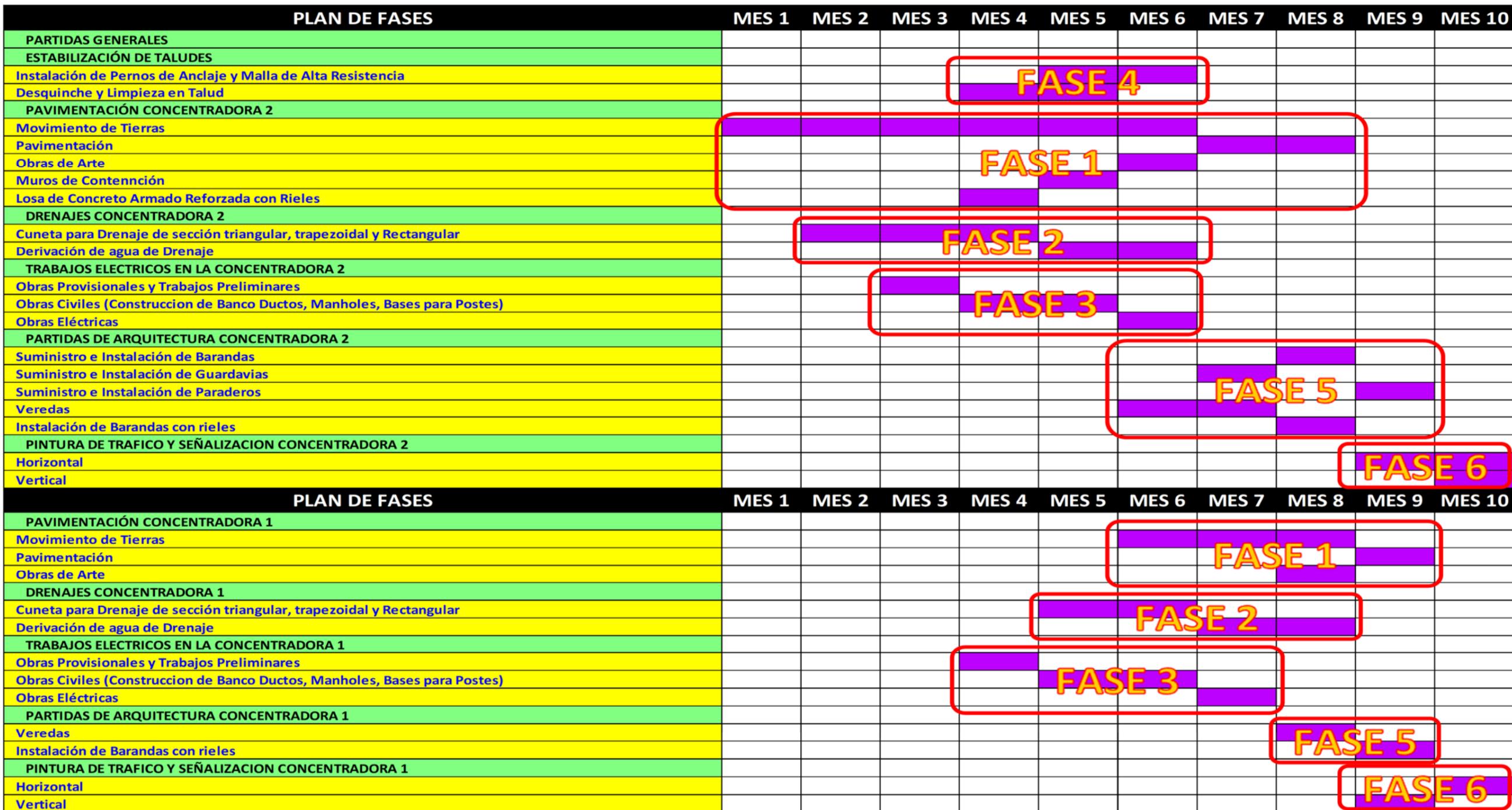
Analizando este punto no se identificó la utilización de esta herramienta en el proyecto o al menos no con la claridad que nos indica realizar está, ya que al contar con un cronograma maestro el proyecto, se debió haber realizado una técnica de pull sesión, en la que se utiliza la programación en reversa, es decir, planificando del final hacia el principio del hito marcado, solicitando a cada responsable los rendimientos, recursos y restricciones necesarias para comenzar y finalizar las tareas.

La forma de plasmar este proceso en el proyecto, se debe realizar en primer lugar la disgregación del plan maestro en reducidas porciones de actividades a las que llamaremos fases, que por ser de diferente proceso de ejecución varían las duraciones en cada ciclo del proyecto. Luego, serán evaluadas las actividades de cada fase en la planificación intermedia, en el cual las actividades de una fase son directamente proporcionales con las actividades de las fases siguientes, lo cual genera mantener una gran coordinación entre ellas.

La Sesión Pull sirve para identificar la estrategia del proyecto, principalmente en cuanto a la planificación y ordenes de producción de cada fase, generando un alineamiento entre los participantes. También favorece la identificación de oportunidades de prefabricación y preensamblado fuera de la obra, la identificación temprana de restricciones y todas aquellas acciones que impidan el comienzo o avance de una actividad, así como identificar las oportunidades de mejora que permitan comprimir aún más la planificación. La sesión terminará cuando todas las partes presentes validen y estén de acuerdo con el plan realizado.

Figura 12

Plan de Fases del Proyecto



Nota. Formato implementado en el presente proyecto para alcanzar una mejor planificación y control del proyecto.

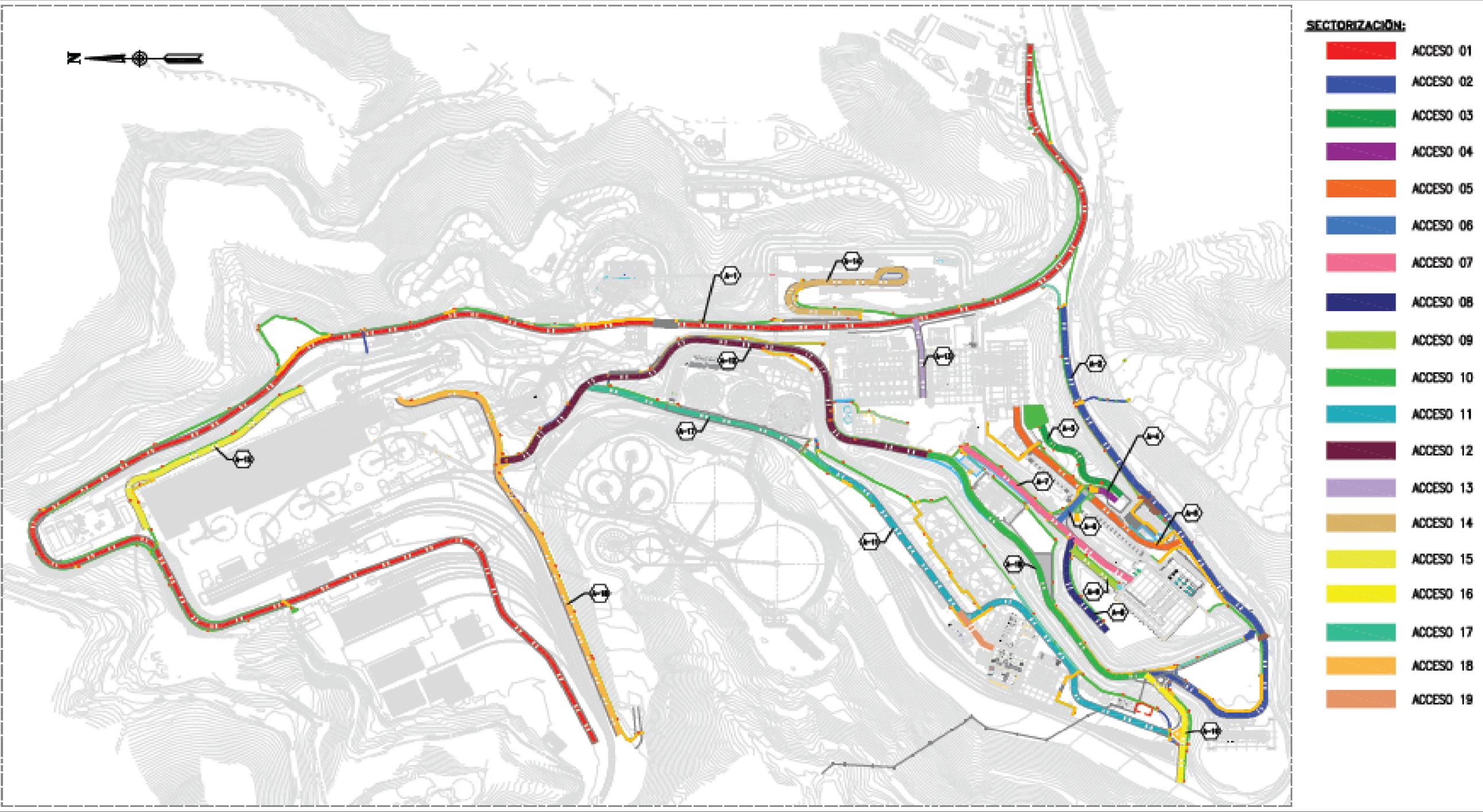
3.5.5. Plan a medio plazo (lookahead planning)

Posteriormente a la pull sesión, se profundiza más a detalle una planificación a medio plazo, en el cual se identifica en conjunto las posibles restricciones que aparezcan e impidan la ejecución de ciertas actividades en el proyecto, esta planificación es la de mayor importancia para poder tener en cuenta con el cumplimiento de la Procura, puesto que al estar ubicado nuestro proyecto en el sector minero requiere de mayor trámite y tiende a generarse complicaciones con el ingreso de recursos y equipos para cada etapa del proyecto. En el proyecto se está utilizando una planificación con horizonte a 3 semanas, optando esta duración por el análisis de su variabilidad y el plazo indispensable que se requiere para levantar las restricciones que nos impidan ejecutar las actividades programadas, revisada por el Residente de Obra y Gerente del Proyecto, con la aprobación de la supervisión encargada a este proyecto mediante reuniones semanales de “three week lookahead”, en donde se identifican las posibles restricciones que presenta el proyecto en cada actividad a realizarse, el cual se puede apreciar en la figura 16. El Ingeniero de Planeamiento y Control, queda encargado de preparar el three week look a head, teniendo una elaboración semanal conjuntamente con áreas de producción y oficina técnica, para mejorar y llevar a cabo este proceso se utilizó otro instrumento del Lean Construction, al cual nos referimos como el uso de la Sectorización.

3.5.5.1. Sectorización

Al tratarse de un proyecto de gran amplitud, se procede a sectorizar por accesos con el fin de iniciar más procesos en el planeamiento del proyecto y garantizar una mejor estructuración de este mismo. Teniendo en cuenta la extensión del alcance del proyecto y realizando un análisis de los procesos de la etapa constructiva que conlleva el alcance y la revisión de los planos contractuales del proyecto, se clasificó en 19 accesos, como en la figura 15 Posteriormente y complementado la sectorización se procedió a obtener métricas correspondientes para cada uno de ellos en las distintas partidas de los entregables del proyecto, la cual es de gran importancia para conocer las partidas que tienen una mayor duración en el frente de trabajo. Como ya se tiene una mejor estructura de los entregables se procedió con la elaboración del formato de three week lookahead en donde se detalla los siguientes parámetros: actividades a ejecutar, metrado programado, fecha de inicio, fecha de término, unidad de medida, detalle de restricción y responsable.

Figura 13
Sectorización por Accesos en el Plano General del Proyecto



Nota. Esquema implementado en el presente proyecto para alcanzar una mejor planificación y control del proyecto.

Figura 14

Three Week Lookahead Planing (Planeamiento con Horizonte a Tres Semanas)

PRESUPUESTO DEL PROYECTO		SEMANA 96												SEMANA 97				SEMANA 98				ANÁLISIS DE RESTRICCIONES													
ID	DESCRIPCIÓN	Baldo Medrado	Inicio	Fin	UNO	SEMANA 96				SEMANA 97				SEMANA 98				DETALLE DE RESTRICCIÓN	RESPONSABLE																
PROJ	URBANIZACIÓN CONCENTRADORA TOQUEPALA					07-may	08-may	09-may	10-may	11-may	12-may	13-may	SEM 96	14-may	15-may	16-may	17-may	18-may	19-may	20-may	SEM 97	21-may	22-may	23-may	24-may	25-may	26-may	27-may	SEM 98						
1	PARTIDAS GENERALES																																		
2	INGENIERIA, SUMINISTRO E INSTALACIÓN PARA LA ESTABILIZACIÓN DE TALUDES EN EL PROYECTO AMPLIACIÓN TOQUEPALA																																		
3	PAVIMENTACIÓN CONCENTRADORA 2																																		
3.1	Movimiento de Terreno																																		
3.1.1	Corte de terreno en material común a	116.17			m3																														
	Acceso 1	136.17	07/05/2022	08/05/2022		68.09	68.09						136.17								0.00														
	Acceso 16	180.00	11/05/2022	13/05/2022					90.00	90.00	90.00	180.00									0.00												Culminar con los trabajos de losa con rieles acceso 1		
3.1.2	Corte de terreno en roca ripable	127.66			m3																														
	Acceso 1	80.97	07/05/2022	08/05/2022		40.48	40.48						80.97								0.00														
	Acceso 16	46.69	11/05/2022	13/05/2022					15.56	15.56	15.56	46.69									0.00													Culminar con los trabajos de losa con rieles acceso 1	
3.1.3	Relevo compactado a nivel de sub rasante con material de préstamo Incluye cargas				m3																														
3.1.4	Mejoramiento de subrasante (h = 0.30)	605.44			m3																														
	Acceso 1	283.81	08/05/2022	09/05/2022			141.91	141.91					283.81								0.00														
	Acceso 16	381.63	13/05/2022	14/05/2022							190.81	190.81	190.81								190.81														
3.1.5	Explotación de material en canchales para rellenos a nivel de sub rasante (SPCC entrega)				m3																														
3.1.6	Explotación de material en canchales para base granular (SPCC entrega canchales a 10 km)				m3																														
3.1.7	Transporte de material para base gran	351.14			m3																														
	Acceso 1	274.10	09/05/2022	11/05/2022			91.37	91.37	91.37				274.10								0.00														
	Acceso 16	77.03	14/05/2022	15/05/2022									0.00	38.52	38.52						77.03														
3.1.8	Conformación de base granular (Incluye)	519.51			m3																														
	Acceso 1	457.88	09/05/2022	12/05/2022			114.47	114.47	114.47	114.47			457.88								0.00														
	Acceso 16	61.63	15/05/2022	17/05/2022									0.00	20.54	20.54	20.54					61.63														
3.1.9	Eliminación de material excedente (gr)	512.19			m3																														
	Acceso 1	189.89	07/05/2022	08/05/2022		94.94	94.94						189.89								0.00														
	Acceso 16	322.31	11/05/2022	13/05/2022					107.44	107.44	107.44	322.31									0.00														
3.2	Pavimentación																																		
3.2.1	Pavimento Flexible																																		
3.2.1.1	Imprimación (Incluye: Limpieza de base granular, imprimación y arenado)				m2																														
	Acceso 1 (Ingreso CPP)	127.50	18/05/2022	19/05/2022									0.00				63.75	63.75			127.50													legada de tanque imprimador	
	Acceso 1 (Intersección ac 13)	255.00	18/05/2022	19/05/2022									0.00				127.50	127.50			255.00													legada de tanque imprimador	
	Acceso 2 (ovalito Inco)	776.00	16/05/2022	17/05/2022									0.00	388.00	388.00						776.00													legada de tanque imprimador	
	Acceso 5	1,933.15	16/05/2022	17/05/2022									0.00	966.58	966.58						1933.15													legada de tanque imprimador	
	Acceso 11	450.00	16/05/2022	17/05/2022									0.00	225.00	225.00						450.00													legada de tanque imprimador	
	Acceso 14	2,707.74	18/05/2022	19/05/2022									0.00			1353.87	1353.87			2707.74													legada de tanque imprimador		
	Acceso 16	2,525.84	16/05/2022	17/05/2022									0.00	1262.92	1262.92						2525.84													legada de tanque imprimador / Culminar con la conformación de base	
	Acceso 17	718.00	18/05/2022	19/05/2022									0.00			359.00	359.00			718.00														legada de tanque imprimador	
3.2.1.2	Carpeta asfáltica en caliente, e = 2 pulgadas (Incluye Arenado superficial de protector				m2																														
	Acceso 1 (Ingreso CPP)	127.50	21/05/2022	22/05/2022									0.00								0.00	63.75	63.75											legada de mezcla asfáltica en caliente	
	Acceso 1 (Intersección ac 13)	255.00	20/05/2022	20/05/2022									0.00								255.00	255.00													legada de mezcla asfáltica en caliente
	Acceso 2	974.71	20/05/2022	20/05/2022									0.00								974.71	974.71													legada de mezcla asfáltica en caliente
	Acceso 2 (ovalito Inco)	776.00	20/05/2022	20/05/2022									0.00								776.00	776.00													legada de mezcla asfáltica en caliente
	Acceso 5	1,933.15	21/05/2022	21/05/2022									0.00								1933.15	1933.15													legada de mezcla asfáltica en caliente
	Acceso 7	138.00	22/05/2022	22/05/2022									0.00								138.00	138.00													legada de mezcla asfáltica en caliente
	Acceso 11	450.00	22/05/2022	22/05/2022									0.00								450.00	450.00												legada de mezcla asfáltica en caliente	
	Acceso 11 salido	910.00	22/05/2022	22/05/2022									0.00								910.00	910.00													legada de mezcla asfáltica en caliente
	Acceso 14	2,707.74	24/05/2022	25/05/2022									0.00								0.00			1353.87	1353.87									legada de mezcla asfáltica en caliente	
	Acceso 16	2,525.84	23/05/2022	24/05/2022									0.00								0.00		1262.92	1262.92										legada de mezcla asfáltica en caliente	
	Acceso 17	718.00	22/05/2022	23/05/2022									0.00								0.00	359.00	359.00											legada de mezcla asfáltica en caliente	

Nota. Formato implementado para las semanas 96,97 y 98 en el three week lookahead del proyecto: "Urbanización Concentradora Toquepala". Fuente: Empresa Contratista CyM Vizcarra

El formato utilizado para la elaboración del three week Lookahead, se visualiza en la figura 16, tomando en cuenta las semanas 96,97 y 98 de avance del proyecto. Mostrando la secuencia de tareas a realizar con una proyección hasta la semana 98, repartido en los accesos 1,2,5,7,11,14,16 y 17 para todas las partidas que concierne el entregable de Pavimentación Concentradora 2, los cuales están comprendidos entre movimiento de tierras, imprimación y colocación de carpeta asfáltica en caliente; se asigna un encargado para la ejecución, cumplimiento y liberación de restricciones de lo programado, teniendo en cuenta que según lo programado en la primera semana debería estar libre de restricciones, puesto que fueron liberadas en programaciones intermedias atrás.

3.5.5.2. Análisis de restricciones

Instrumento que utilizamos en el sector constructivo para evitar atrasos y paralizaciones en el desarrollo del proyecto. Se procede a analizar toda la información adquirida, conociendo cada proceso constructivo de las actividades que requiere el proyecto, así como la experiencia que pueda aportar los líderes que ejecutan este proyecto. Observando el three week Lookahead, podemos apreciar que tanto la planificación y el análisis de restricciones tienen un fin común, el cual es determinar cualquier evento que perjudique o paralice al avance del proyecto. Con la ayuda de un software de hojas de cálculo se elaboró un formato por el cual se agrupan toda clase de restricciones nuevas, vencidas o levantadas. Para poder ser levantada la restricción de la tarea a ejecutar deberá asignarse un responsable quien se encargará de hacer el seguimiento para liberarla antes de la fecha indicada en la ejecución.

En la figura 17, podemos observar el formato de análisis de restricciones realizado en la semana 18, la cual se generó de forma conjunta con todo el equipo de trabajo, se puede distinguir los responsables tanto el profesional como el área designada y encargada de dar seguimiento a cada restricción, así como la fecha de identificación y la fecha requerida de levantamiento para no frenar el avance del proyecto.

Figura 15

Análisis de Restricciones

		ANÁLISIS DE RESTRICCIONES				REVISION B	
						PAGINA 05	
						27-sep-19	
Item	Descripción de la Actividad	Detallado de las Restricciones	Fecha de Requerida	Fecha Propuesta (A2)	Responsable		
					Profesional	Area	
5ta ETAPA							
CONCENTRADORA 2							
PLATAFORMA 3							
	Mejoramiento a nivel de subrasante	INTERFERENCIAS: Circulación de equipos, vehículos liviano, almacenamiento de materiales en Plataforma 3.	----	----	----	----	
	Relleno compactado a nivel de sub rasante con material de préstamo	INTERFERENCIAS: Circulación de equipos, vehículos liviano, almacenamiento de materiales en Plataforma 3.	----	----	----	----	
	Concreto f'c = 280 kg/cm2 con adición de fibra para pavimento rígido	Prueba densidad de campo	24-ago-19	----	PRODUCC/CALIDAD	CYM	
		Limpieza de malla electrosoldada	24-ago-19	01-oct-19	PRODUCCIÓN	CYM	
		Modificar altura de pozo a tierra existentes	24-ago-19	20-sep-19	PRODUCCIÓN	CYM	
ESTABILIZACIÓN DE TALUDES							
TALUD N° 3 - Acceso N° 12							
	Instalación de Malla de alta resistencia	Suministro de materiales	23-ago-19	01-oct-19	CYM	CYM	
TALUD N° 11 - Acceso N° 10							
	Desquinche y Limpieza de Talud	Frente para realizar el desquinche	30-ago-19	01-oct-19	CYM	CYM	
ACCESO N° 17							
MOVIMIENTO DE TIERRAS							
	Relleno compactado a nivel de sub rasante con material de préstamo	Coordinar con el área de ferrocarriles, los horarios para trabajar analizando las restricciones por el usuario	02-sep-19	12-sep-19	Producción/Residenci	CYM	
	Mejoramiento a nivel de subrasante		02-sep-19	12-sep-19	Producción/Residenci	CYM	
	Conformación de base granular		02-sep-19	12-sep-19	Producción/Residenci	CYM	
ACCESO N° 12							
MOVIMIENTO DE TIERRAS							
	Relleno compactado a nivel de sub rasante con material de préstamo	Modificar el hidrante de H3, Modificar alturas de pozos a tierras existentes, Retirar materiales en acceso	02-sep-19	12-sep-19	Producción/Residenci	CYM	
	Mejoramiento a nivel de subrasante		02-sep-19	12-sep-19	Producción/Residenci	CYM	
	Conformación de base granular		02-sep-19	12-sep-19	Producción/Residenci	CYM	
CUNETAS PARA DRENAJE							
	Encofrado/ Concreto f'c=210 kg/cm2	Realizar actividad de conformación de base granular	02-sep-19	12-sep-19	Producción/Residenci	CYM	
		Personal	09-ago-19	09-sep-19	Producción/Residenci	CYM	
	Concreto f'c=210 kg/cm2	Personal	09-ago-19	11-sep-19	CALIDAD	CYM	
MURO DE CONTENCIÓN							
	Encofrado, Acero de refuerzo y concreto	Certificación de enfermos, capacitación al personal	02-ago-19	01-oct-19	Producción/Residenci	CYM-PIBOD	
		Procedimiento de andamios	13-sep-19	01-oct-19	Producción/Residenci	CYM-PIBOD	
OBRAS ELÉCTRICAS							
	Trabajos eléctricos	Los PETS de la disciplina eléctrica se encuentran observados	14-sep-19	17-sep-19	Producción/Residenci	CYM	

Nota. Formato complementario al lookahead para su cumplimiento. Fuente: Contratista CyM Vizcarra

3.5.6. Plan semanal

Las programaciones semanales son una extensión detallada del lookahead correspondiente a la primera semana de actividades, entendiéndose que es una semana ya libre de cualquier restricción para la ejecución de sus tareas. Su elaboración esta normalmente realizada por el Ingeniero de Planeamiento y Control en conjunto con el residente de obra y personal clave de O.T., el Residente es la persona indicada en diligenciar el levantamiento y comprobar que no exista restricción alguna en el Lookahead Planning, y en donde el personal clave de O.T. es el indicado de transmitir o brindar información oportuna sobre algún cambio en el alcance del proyecto.

Al contar con las tareas de la semana libre de restricciones, se procede a comprobar el cumplimiento de métricas de avance por día en la semana según el three week look a head presentado. Si se diera el caso de no lograr cumplir en su totalidad con alguna tarea en la semana programada, deberá recuperarse el atraso programando en la semana siguiente para no afectar el three week look a head. Posteriormente la información es consolidada y compartida con todos los integrantes del equipo en reuniones de planificación la cuales se concretan en las facilidades de obra de CyM Vizcarra, en el cual están presentes todos los lideres de cada área que compete el proyecto, como se puede apreciar en la figura 18.

3.5.7. Porcentaje de plan completado

Se busca obtener mejorías con la ejecución de las tareas programadas, por ende, debemos utilizar un instrumento con el cual nos ayude a reflejar el rendimiento que se va presentando cada semana, motivo por el cual hacemos uso del PPC con la idea de cuantificar cantidades de cumplimiento y confianza del trabajo en equipo en base al plan semanal y planificación diaria.

Haciendo uso de este instrumento, tomamos como referencia de estudio un periodo de 20 semanas (53-72) del proyecto, llevándose a cabo cada semana reuniones de trabajo en equipo conjuntamente con la supervisión y el cliente, reflejándose así en cada reunión el estatus actual del proyecto. Podremos apreciar la aplicación y el análisis del PPC en el capítulo de resultados.

Figura 16

Programación Semanal del Proyecto: "Urbanización Concentradora Toquepala"

PRESUPUESTO DEL PROYECTO				SEMANA 96						
ID	DESCRIPCIÓN	Metrado Programado	UND	07-may	08-may	09-may	10-may	11-may	12-may	13-may
PROJ	URBANIZACIÓN CONCENTRADORA TOQUEPALA									
1	PARTIDAS GENERALES									
2	INGENIERIA, SUMINISTRO E INSTALACIÓN PARA LA ESTABILIZACIÓN DE TALUDES EN EL PROYECTO AMPLIACIÓN TOQUEPALA									
3	PAVIMENTACIÓN CONCENTRADORA 2									
3.1	Movimiento de Tierras									
3.1.1	Corte de terreno en material común a	316.17	m3							
	Acceso 1	136.17		68.09	68.09					
	Acceso 16	180.00						60.00	60.00	60.00
3.1.2	Corte de terreno en roca Ripable	127.66	m3							
	Acceso 1	80.97		40.48	40.48					
	Acceso 16	46.69						15.56	15.56	15.56
3.1.3	Relleno compactado a nivel de sub rasante con material		m3							
3.1.4	Mejoramiento de subrasante (h = 0.30)	665.44	m3							
	Acceso 1	283.81			141.91	141.91				
	Acceso 16	381.63								190.81
3.1.5	Explotación de material en cantera para rellenos a nivel		m3							
3.1.6	Explotación de material en cantera para base granular (m3							
3.1.7	Transporte de material para base gran	351.14	m3							
	Acceso 1	274.10				91.37	91.37	91.37		
	Acceso 16	77.03								
3.1.8	Conformación de base granular (Incluy	519.51	m3							
	Acceso 1	457.88				114.47	114.47	114.47	114.47	
	Acceso 16	61.63								
3.1.9	Eliminación de material excedente (pr	512.19	m3							
	Acceso 1	189.89		94.94	94.94					
	Acceso 16	322.31						107.44	107.44	107.44

Nota. Formato complementario al lookahead para su cumplimiento. Fuente: Contratista CyM Vizcarra

3.5.8. Causas de no cumplimiento

Gracias a su aplicación nos permite reducir las consecuencias de las variabilidades que puedan presentarse en el proyecto e informarnos los motivos por los que no se logró concretar en su totalidad las tareas programadas en la semana.

Al aplicar este instrumento logramos conseguir patrones de información durante el paso de semana a semana en el avance del proyecto, con la finalidad de poder reducir las consecuencias de las variabilidades que puedan presentarse en el proyecto, examinar las primordiales causas y elementos que son consecuentes semana a semana obstaculizando el cumplimiento de las tareas programadas del PPC.

Posteriormente al registro de información de las primordiales causas, se elaboró un listado, representadas en un formato en cual se apreciará en los resultados, permitiéndonos conseguir una data sintetizada sobre los sucesos en el proyecto que aumentan la variabilidad, del mismo modo conocer las áreas responsables de estas.

En la figura 19 se puede visualizar el formato, con el cual se trabaja en el proyecto, en el transcurso de la etapa constructiva y también en nuestro periodo de estudio de 20 semanas; en donde se indica por cada actividad si fue completada al 100% con un SI de lo contrario con un NO, en el cual se examina a detalle las actividades que no lograron cumplirse en su totalidad, dando como resultado la identificación de la causa o causas descritas del incumplimiento relacionadas a las restricciones.

Figura 17

Porcentaje de Plan Completo del Proyecto: "Urbanización Concentradora Toquepala"

		PORCENTAJE DEL PLAN CUMPLIDO (PPC)															
PROYECTO: URBANIZACIÓN CONCENTRADORA TOQUEPALA						SEMANA 3050							ANÁLISIS DE NO CUMPLIMIENTO				
ID	DESCRIPCIÓN	UND	METRADO	HH/unit	TIPO	SEMANA 40							Cumplimiento diario SI/NO	CAUSA DE NO CUMPLIMIENTO	TIPO	DETALLE CAUSA DE NO CUMPLIMIENTO 1	
PROJ	URBANIZACIÓN CONCENTRADORA TOQUEPALA		296,716.0000			10-jul	11-jul	12-jul	13-jul	14-jul	15-jul	16-jul					%
1	PARTIDAS GENERALES					S	D	L	M	X	J	V					
1.3	Trazo y Replanteo Topográfico	Glb.															
			0.021	153.30	7250	PREVISTO	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	100.00%	SI		
			0.021	153.30	7250	REAL	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003				
1.4	Verificación e ingeniería de detalle	pl															
			0.235	117.51	500.000	PREVISTO	0.034	0.034	0.034	0.034	0.034	0.034	0.034	100.00%	SI		
			0.235	117.51	500.000	REAL	0.034	0.034	0.034	0.034	0.034	0.034	0.034				
2	INGENIERIA, SUMINISTRO E INSTALACIÓN PARA LA ESTABILIZACIÓN DE TALUDES EN EL PROYECTO AMPLIACIÓN TOQUEPALA																
2.2	Suministro para Estabilización de Taludes	GLB															
	Talud_14		0.005	1.44	288.000	PREVISTO							0.01	100.00%	SI		
			0.005	1.44	288.000	REAL							0.01				
3	PAVIMENTACIÓN CONCENTRADORA 2																
3.1	Movimiento de Tierras																
3.1.1	Corte de terreno en material común a nivel de subrasante	m3	469.39														
	ACCESO 11		642.065	26.26	0.041	PREVISTO	91.72	91.72	91.72	91.72	91.72	91.72	91.72	73.11%	NO	Interferencias	Presencia de estructuras ajenas a nuestra alcance en el Acceso 11
			469.395	19.20	0.041	REAL	91.72	91.72	91.72	91.72	60.00	30.00	12.50				
3.1.2	Corte de terreno en roca Ripable	m3															
	ACCESO 11		129.766	9.72	0.075	PREVISTO	18.54	18.54	18.54	18.54	18.54	18.54	18.54	100.00%	SI		
			129.766	9.72	0.075	REAL	18.54	18.54	18.54	18.54	18.54	18.54	18.54				
3.1.3	Relleno compactado a nivel de sub rasante con material	m3															
	ACCESO 11		267.495	45.47	0.1700	PREVISTO	38.21	38.21	38.21	38.21	38.21	38.21	38.21	100.00%	SI		
			267.495	45.47	0.1700	REAL	38.21	38.21	38.21	38.21	38.21	38.21	38.21				
3.1.4	Mejoramiento de subrasante (h=0.30 m promedio), en	m3	0.00														
	ACCESO 11		612.146	65.07	0.1063	PREVISTO	87.45	87.45	87.45	87.45	87.45	87.45	87.45	100.00%	SI		
			612.146	65.07	0.1063	REAL	87.45	87.45	87.45	87.45	87.45	87.45	87.45				
3.1.5	Explotación de material en cantera para rellenos a nivel	m3															
	CANTERA MINA NORTE		414.945	43.57	0.1050	PREVISTO	59.28	59.28	59.28	59.28	59.28	59.28	59.28	100.00%	SI		
			414.945	43.57	0.1050	REAL	59.28	59.28	59.28	59.28	59.28	59.28	59.28				
3.1.6	Explotación de material en cantera para base granular	m3															
	CANTERA AGUADITA CUARTEJILLO		414.945	43.57	0.1050	PREVISTO	59.28	59.28	59.28	59.28	59.28	59.28	59.28	100.00%	SI		
			414.945	43.57	0.1050	REAL	138.31	138.31	138.31								
3.1.7	Transporte de material para base granular (Distancia	m3															
	ACCESO 17		872.413	331.26	0.3797	PREVISTO	124.63	124.63	124.63	124.63	124.63	124.63	124.63	60.18%	NO	Interferencias	Acceso a zona inhabilitada por Inspeccion
			525.000	199.34	0.3800	REAL	150.00	165.00	210.00								
3.1.8	Conformación de base granular (incluye el extendido	m3															
	ACCESO 17		964.333	163.94	0.1700	PREVISTO			192.87	192.87	192.87	192.87	192.87	100.00%	SI		
			964.333	163.94	0.1700	REAL			192.87	192.87	192.87	192.87	385.73				
3.1.9	Eliminación de material excedente (promedio 6 km)	m3	872.74														
	ACCESO 11		872.741	188.95	0.217	PREVISTO	124.68	124.68	124.68	124.68	124.68	124.68	124.68	100.00%	SI		
			872.741	188.95	0.217	REAL	124.68	124.68	124.68	124.68	124.68	124.68	124.68				
4	DRENAJES CONCENTRADORA 2																
4.1	Cuneta para Drenaje de sección triangular, trapezoidal y rectangular																
4.1.1	Excavación estructural en material comun	m3															
	Acceso N° 11																
	C-I		55.311	172.85	3.1250	PREVISTO	7.90	7.90	7.90	7.90	7.90	7.90	7.90	100%	SI		
			55.311	172.85	3.1250	REAL	7.90	7.90	7.90	7.90	7.90	7.90	7.90				
4.1.2	Excavación estructural en roca	m3															
	Acceso N° 11																
	C-II		21.907	66.50	3.0358	PREVISTO	3.13	3.13	3.13	3.13	3.13	3.13	3.13	110%	SI		
			24.180	73.40	3.0638	REAL	3.13	4.77	5.40	1.81	2.93	4.37	1.77				
4.1.3	Relleno compactado con material de préstamo con	m3															
	Acceso N° 12																
	TR-I		3.871	0.59	0.1531	PREVISTO							3.87	100%	SI		
			3.871	0.59	0.1531	REAL							3.87				
4.1.4	Eliminación de material excedente (promedio 6 km)	m3															
	Acceso N° 12																
	TR-I		78.888	17.08	0.2165	PREVISTO	11.27	11.27	11.27	11.27	11.27	11.27	11.27	273%	SI		
			215.270	46.61	0.2165	REAL	11.27	27.00	27.00	75.00	15.00	60.00					
4.1.5	Concreto f' c 100 kg/cm2 para solados	m3															
4.1.6	Concreto f' c 210 kg/cm2 para cunetas	m3															
4.1.7	Encofrado y desencofrado para cunetas	m2															
4.1.8	Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2 grado 60 para cunetas	kg															
4.1.12	Suministro e instalación de sello elastomérico para juntas	ml															
6	PARTIDAS DE ARQUITECTURA CONCENTRADORA 2																
6.1	Suministro e Instalación de Barandas estandar tubo de	kg															
6.2	Suministro e instalación de guardavías con poste de 1	ml															
			7.654	25.18	3.2894	PREVISTO							7.65	0%	NO	Actividad predecesora no culminada (CYM)	No se completo la instalacion de pernos para proceder
			0.000	-	3.2894	REAL											
6.3	Suministro e instalación de guardavías con poste de 1	ml															
			6.145	19.20	3.1250	PREVISTO							6.15	732%	SI		
			45.000	140.63	3.1250	REAL							45.00				

CUMPLIMIENTO AL 16-07-21			
HH PROG	1,491.46	% PROG	0.50%
HH REAL	1,485.15	% REAL	0.50%

HH DIA		200.95	215.03	234.03	172.05	161.2	161.1	340.88	0.50%	1485.15
HH ACUM	134003.17	134204	134419	134653	134825	134986	135147	135488	45.66%	135488.32

Avance Real (Dia)		0.07%	0.07%	0.08%	0.06%	0.05%	0.05%	0.11%	
Avance Real (Acumulado)	44.41%	44.5%	44.5%	44.6%	44.7%	44.7%	44.8%	44.9%	
Actividades no programadas		0	0	0	0	0	0	0	0
Actividades programadas		13	13	14	14	14	14	18	18
Actividades cumplidas		13	13	13	12	12	11	15	15

Nota. Modelo de Formato de PPC correspondiente a la semana 3050. Fuente: Contratista CyM Vizcarra

3.5.9. Programación diaria

Es la última parte esencial del Last Planner System para el desarrollo completado de las tareas a ejecutarse en el proyecto. Según el plan de trabajo de CyM Vizcarra en el proyecto, el ingeniero residente programa diariamente las tareas a ejecutar y son plasmadas y presentadas por el ingeniero de planeamiento manteniendo una constante coordinación antes de las reuniones diarias con las jefaturas de las áreas involucradas del proyecto.

Al finalizar cada jornada de trabajo, el ingeniero supervisor de campo junto los capataces de cada frente deberán asegurarse el cumplimiento de las tareas programadas, si se diera el supuesto de no haber logrado cumplir con la meta del día, se procede a realizar una investigación exhaustiva de la tarea no completada o no iniciada dándole una observación, con el propósito de lograr levantar esas observaciones que puedan afectar nuevamente en los posteriores planes diarios, algunas causantes que se dieron en el transcurso del proyecto fueron: interferencias en campo, fallas en equipos de poder, livianos y pesados, deficiencia de personal, cambio del alcance, etc. Optando por programar al posterior día o días hasta el final de la semana lo que no pudo ser completado.

3.5.9.1. Reporte diario (daily report)

Con el propósito de controlar aún más el proyecto y brindarle una mejora constante al plan diario, en el proyecto se decidió presentar un formato de reportes en las reuniones diarias, por lo que en esta se incluye todo tipo de experiencias vividas en el proyecto diariamente, divididas en las áreas correspondientes que conforman el equipo de trabajo en el proyecto.

Por medio de este formato se puede distinguir como inicialmente indica una descripción respecto al personal con el que se cuenta a la fecha para la ejecución del proyecto, detallando así las horas hombre gastadas en el día, seguidamente se detalla el listado de los equipos de construcción tanto livianos como pesados, indicando así las horas maquina ejecutadas en el día; continua con una sección por parte del área de seguridad donde se describe un cuadro de incidentes y accidentes, el cual detalla actos y condiciones subestándar sucedidas en la jornada de trabajo así como sus acciones correctivas, finalizando la sección con una descripción de las actividades realizadas y planificadas en el proyecto; seguidamente esta la sección del área de Producción diaria en donde se detalla la descripción las actividades, indicando lo programado con lo ejecutado y el cumplimiento o no cumplimiento de la

actividad descrita argumentado la restricción u observación que esta presenta al no ser cumplida, también encontramos en esta misma sección las actividades planificadas para el día indicando la meta a cumplirse; posteriormente encontramos la sección del área de calidad en donde describe las actividades realizadas y las planificadas como podrían ser: liberaciones, tomas de muestra, controles, realización de ensayos, etc; y por último se encuentra una sección de observaciones y preocupaciones por las que está pasando la ejecución del proyecto resaltando la disciplina y el compromiso de esta para levantarlas; y una lista de los participantes de la reunión dada.

A comienzos de iniciar una jornada laboral en el proyecto, la programación diaria debe ser revisada mediante el reporte diario por los encargados, validada y estar dispuesta para todo el personal que necesite dicha información durante la ejecución. De tal forma que todos los encargados reciban la información requerida para la ejecución de las tareas planeadas del día.

A continuación, se puede observar en la siguiente figura el formato de daily report para la programación diaria, en donde en forma detallada se puede revisar los progresos de ayer, revisar los compromisos de hoy e identificar los obstáculos o problemas que se lleguen a dar.

Figura 18

Programación Diaria "Daily Report" del Proyecto: "Urbanización Concentradora Toquepala"

SOUTHERN COPPER SOUTHERN PERU		CONTRATO N° L9-T49-001		REPORTE N° CYM-DR-244_A		SEMANA No 3052		FECHA DE REPORTE lunes, 26 de julio de 2021											
PROYECTO Urbanización Concentradora Toquepala		CONTRATISTA CYM VIZCARRA SAC		REPORTE N° CYM-DR-244_A		SEMANA No 3052		FECHA DE REPORTE lunes, 26 de julio de 2021											
PERSONAL DE CONSTRUCCIÓN					EQUIPOS EN OBRA														
DESCRIPCIÓN	CONTRACT	TURNO DÍA	CANT EN OBRA	CANTIDAD DESCANSO	EN PROCESO	HH TOTALES	LISTA DE EQUIPOS DE CONSTRUCCIÓN	EQ CONTRACT	CANT DÍA	HRS DÍA	CANT. NOCHE	HRS. NOCHE	TOTAL EQUIPO	COMENTARIOS	EQUIPOS NO UTILIZADOS				
Personal Directo																			
Operador de Equipo pesado	38	21	19	2	3	199	01.01 Vehículos Livianos	7	7	70.0					STAND BY	INOPERATIVOS	EN PROCESO	COMENTARIOS	
Capataz	3	3	2	1	1	20	01.02 Ambulancia 4x4	1	1	10.0									
Operario	44	43	39	4	1	390	01.03 Bus	3	4	40.0									
Oficial	40	18	16	2		160	01.04 Sistema de combustible	1	1	10.0									
Peón	45	25	21	4		210	02 EQUIPOS TOPOGRÁFICOS												
Vigía	18	13	13			130	02.01 Estación Total	3	3	30.0									
							02.02 Nivel Topografico	2	2	20.0									
							03 EQUIPOS LIVIANOS												
							03.01												
TOTAL DIRECTO CYM	188	123	110	13	5	1.108	LISTA DE EQUIPOS DE CONSTRUCCIÓN		EQ CONTRACT	CANT	HRS DÍA	UTL	TOTAL EQUIPO	COMENTARIOS	EQUIPOS NO UTILIZADOS				
Personal Indirecto																			
Gerencia																			
Gerente de Obra	1	1	1			10	03.01 EQUIPOS PESADOS												
Residente de Obra	1	1	0	1		9	03.02 Retroexcavadora	2	2										
Inq de Producción	0	0	0			0	03.03 Camión sistema de agua	3	3										
Inq. Supervisor de Campo	4	6	5	1		50	03.04 Tracto plataforma	1	1										
Control de Calidad																			
Jefe de Calidad	1	1	1			10	03.05 Excavadora	2	2										
Ingeniero de Calidad	1	1	1			10	03.06 Camion Grúa	2	2										
Ingeniero Electrico	1	1	1			10	03.07 Cargador Frontal	2	2										
Topógrafo	3	3	2	1		20	03.08 Volquete 15 m3	10	10										
Ayudante Topografía	6	5	3	2	1	30	03.09 Tractor	1	1										
Laborantista/Auxiliar	2	3	3			30	03.10 Rodillo	3	3										
Oficina Técnica																			
Jefe de Oficina Técnica	1	1	1			10	03.11 Motoniveladora	2	2										
Ingeniero de planeamiento	1	1	1			10	03.12 Manlift	1	1										
Ingeniero de Costos y Valorización	1	1	1			10	TOTAL EQUIPOS (HM)		10	30									
Proyectista	1	0	0		1	0	RESUMEN DE HORAS HOMBRE OPERATIVAS (Hombres día x N° Horas/ Turno)			ACUMULADO		ESTADÍSTICAS Y OCURRENCIAS DE SEGURIDAD, SALUD OCUPACIONAL Y MEDIO AMBIENTE							
Cadista	3	4	4			40	HH Directas	34549	1.100	35549	CUADRO DE INCIDENTES Y ACCIDENTES								
SSOMA																			
Jefe de SSOMA	1	1	0	1		0	HH Indirectas	15621	390	16011	INCIDENCIAS Y COMENTARIOS DEL								
Supervisor de Seguridad	2	2	2			20	ACUMULADO	50170	1490	51660	ACT. SUB STAND								
Paramédico	1	1	0	1		0	RESUMEN DE FUERZA LABORAL DIRECTA			COND. SUBSTAND									
Asistente de Seguridad	1	1	1			10	Fuerza Laboral Actual		110		INCIDENT.								
Medico Ocupacional	0	1	0	1		0	En proceso de Ingreso Cuarentena Q.H.		5		DAÑOS A LA PROP.								
Conductor Ambulancia	1	1	1			10	Total de Fuerza Laboral		115		ACCIDENT LEVES								
Personal Administrativo y Auxiliar																			
Administrador de Obra / Coordinadora	1	1	1		1	10	ACTOS Y CONDICIONES			ACCION CORRECTIVA									
Control Documentario	1	1	1			10	ACTO SUBESTANDAR			COND. SUBSTAND									
Almacenero/Auxiliar	1	2	1	1		10	1.- Se encontro a trabajador realizando una mala segregación de los residuos en campamento			1.- Se le hizo un llamado de atención, y una retroalimentación sobre la segregación adecuada de los residuos									
Conductores (Chofer)	12	5	5			50	2.-			2.-									
Asistente Administrativo	0	1	1			10	CONDICION SUBESTANDAR			ACCION CORRECTIVA									
Guardian	2	1	0	1		0	1.- En el taller de mantenimiento se encontró aditivos sin rombo nfpa			1.- Se realizó la colocación inmediata del de identificación del robo NFPA									
Personal de Mantenimiento Mecanico																			
Jefe de Equipos	1	1	1			10	2.- En el acceso 1 se encontraba mucha polución.			2.- Se realizó el regado de Vías.									
Mecánicos / Ayudante Mecanico	4	2	0	2		0	EVENTOS (DAÑO A PROPIEDAD)												
Planner de Mantenimiento	0	1	0	1		0													
Terceros																			
Personal de Limpieza	2	1	0	1		0													
Supervisores (monitor de seguridad)	0	2	1	1		10													
TOTAL INDIRECTO CYM	57	54	39	15	3	390													
TOTAL	245	177	149	28	8	1.498													
FUERZA LABORAL EN REMOTO (I+ D)					1														
FUERZA LABORAL EN PROCESO CUARENTENA Q.H. (I+ D)					7														
PRODUCCION DIARIA										SECCIÓN SUMARIO									
CONSTRUCCIÓN					CUMPLIMIENTO					ACTIVIDADES REALIZADAS EL 26/07/2021					ACTIVIDADES PLANIFICADAS PARA EL 27/07/2021				
Descripción de Actividades		Programado	Ejecutado	Si	No	RESTRICCIÓN / OBSERVACIONES	SEGURIDAD					SEGURIDAD							
PRODUCCION CIVIL																			
1. Trazo y Repl. Topográf. ACC-10 trincheras; L.T. ACC-11 cunetas		0.003	0.003	X			1.- Se verificó las condiciones de seguridad en el acceso 18.					1.- Se realizara la verificación de seguridad para el vaciado del acceso 13							
2. Verificación y desarrollo ingeniería de detalle		0.034	0.034	X			2.- Se continuó con la supervisión de los trabajos de desquinche del talud 6,7 y 14.					2.- Se continuó con la supervisión de los trabajos de desquinche del talud 6,7 y 14.							
ACCESO N° 11							3.-					3.- Se realizará la verificación de seguridad para en el emalado del 6,7,14.							
2.-Corte de terreno en toca ripable			1.16m3			Actividad no Programada	4.-					4.-							
							5.-					5.-							
							6.-					6.-							
							7.-					7.-							
5.-Explotación de material en cantera para rellenos a nivel de sub rasante		59.28m3	59.28m3	X			8.-					8.-							
6.-Explotación de material en cantera para base granular		59.28m3	59.28m3	X			9.-					9.-							
7.-Transporte de material para base granular			90.00m3			Actividad no Programada	10.-					10.-							

Nota. Formato de reporte diario parte 1/2. Fuente: Empresa Contratista CyM Vizcarra

Figura 19
Programación Diaria "Daily Report" del Proyecto: "Urbanización Concentradora Toquepala"

PRODUCCION DIARIA						SECCION SUMARIO																																																			
CONSTRUCCION		Turno Dia		CUMPLIMIENTO		ACTIVIDADES																																																			
Descripción de Actividades		Programado	Ejecutado	SI	No	RESTRICCIÓN/OBSERVACIONES		ACTIVIDADES REALIZADAS EL 26/07/2021					ACTIVIDADES PLANIFICADAS PARA EL 27/07/2021																																												
PRODUCCION CIVIL 8.- Conformación de base granular (bajo interferencias) 50.00m3 50.00m3 X X 9.- Liberación de control de compactación a nivel de subrasante en plataforma 7, prog. 0+330 a 0+440 7.90m3 X X 10.- Liberación de control de deflometría a nivel de subrasante en plataforma 7, prog. 0+330 a 0+440 3.13m3 X X 11.- Toma de muestra de material procesado de cantera de mina norte (material para subrasante) 2.00m3 2.00m3 X X Excavación estructural en material común 9.0m2 9.0m2 X X Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2 grado 60 para cunetas 178.0 kg 178.0 kg X X ACCESO N° 10 1.84m3 10.- Excavación estructural en material común 1.84m3 ACCESO N° 13 51.54 m2 Encofrado y desencofrado para losa de concreto 51.54 m2 Excavación y demolición de roca fija para uñas con rotomartillo para la losa 4.30 x 0.30 x 0.10 .13m3						ACTIVIDADES REALIZADAS EL 26/07/2021 1.- Liberación topográfica de niveles de vaciado de concreto en acceso 13, prog. 0+000 a 0+060 2.- Liberación de control de compactación a nivel de subrasante en plataforma 7, prog. 0+330 a 0+440 3.- Liberación de control de deflometría a nivel de subrasante en plataforma 7, prog. 0+330 a 0+440 4.- Toma de muestra de material procesado de cantera de mina norte (material para subrasante) 5.- Toma de muestra de agregado para concreto en acopio de planta de concreto (procedente de cantera Oda Honda) 6.- 7.- 8.- 9.-										ACTIVIDADES PLANIFICADAS PARA EL 27/07/2021 1.- Liberación para vaciado de concreto fc=280 + fibra para pavimento rígido en acceso 13 (aprox. 90 m3) 2.- Control de concreto premezclado para vaciado de pavimento rígido de acceso 13 3.- Control de compactación a nivel de base granular en plataforma 7, prog. 0+530 a 0+590 4.- Ensayo de laboratorio de material procesado Mina Norte 5.- 6.- 7.- 8.- 9.-																																									
PRODUCCION ELECTRICA ACCESO 02 / AREA 6430 S.E. DE TRANSFERENCIA Transporte de postes metalicos al punto de izaje 3und 3und Instalación de caja de conexión en Poste metalico de 12mts 3und 3und Instalación de Luminaria para el PT-01-01 1und 1und Instalación de Luminaria para el PT-01-02 1und 1und Instalación de Luminaria para el PT-01-03 1und 1und						ACTIVIDADES REALIZADAS EL 26/07/2021 Control de avance vs programado LB1 reinicio de actividades Semana 3050 Descripción UND Forecast Programado % Prog Avance % Avance Desv. Corte a nivel de subrasante m3 24919.9 14227 57.09% Explotación para rellenos m3 10127.1 10122 99.95% Explotación para base m3 30768.3 29500 95.89% Transporte de material base m3 27484.9 15583 56.70% Conformación de base m3 24814.6 9492 38.59% Imprimación m2 75059.0 23901 31.84% Carpeta asfáltica m2 74960.7 23933 31.93% Desquince y limpieza de talud m2 21033.3 19676 93.56% Malla de alta resistencia en talud m2 27212.2 18250 67.06% Concreto Fc=210 cunetas/trinch m3 1692.2 476 28.12% Corte de Terreno de Roca m3 2521.9 1041 41.26%										ACTIVIDADES PLANIFICADAS PARA EL 27/07/2021 ACCESO N° 11 5.- Explotación de material en cantera para rellenos a nivel de sub rasante 59.28m3 7.- Transporte de material para base granular 150.00m3 8.- Conformación de base granular (bajo interferencias) 50.00m3 8.- Excavación estructural en material común 2.00m3 Encofrado y desencofrado para cunetas 9.00m3 Concreto Fc 210 kg/cm2 para cunetas 2.70m3 ACCESO N° 10 2.00m3 Excavación estructural en material común 2.00m3 ACCESO N° 13 90.00m3 Suministro y colocación de concreto FC 280 kg/cm2 + 25kg fibra de acero para plat																																									
SEMANA 3051 <table border="1"> <tr> <th>SPI</th> <th>CPI</th> <th>HH/ GANADAS</th> <th>HH/ GASTADAS</th> <th>HH/ PROGRAMADAS</th> </tr> <tr> <td>0.41</td> <td>0.33</td> <td>2516.73</td> <td>7708.00</td> <td>6129.58</td> </tr> <tr> <td colspan="2">PROGRAMADO</td> <td>REAL</td> <td>DEFASE</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">2.07%</td> <td>0.85%</td> <td>-1.22%</td> <td></td> </tr> </table>						SPI	CPI	HH/ GANADAS	HH/ GASTADAS	HH/ PROGRAMADAS	0.41	0.33	2516.73	7708.00	6129.58	PROGRAMADO		REAL	DEFASE		2.07%		0.85%	-1.22%		ACUMULADO <table border="1"> <tr> <th>SPI</th> <th>CPI</th> <th>HH/ GANADAS</th> <th>HH/ GASTADAS</th> <th>HH/ PROGRAMADAS</th> </tr> <tr> <td>0.94</td> <td>0.50</td> <td>138005.05</td> <td>278759.00</td> <td>146293.58</td> </tr> <tr> <td colspan="2">PROGRAMADO</td> <td>REAL</td> <td>DEFASE</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">49.30%</td> <td>46.51%</td> <td>-2.79%</td> <td></td> </tr> </table>										SPI	CPI	HH/ GANADAS	HH/ GASTADAS	HH/ PROGRAMADAS	0.94	0.50	138005.05	278759.00	146293.58	PROGRAMADO		REAL	DEFASE		49.30%		46.51%	-2.79%			
SPI	CPI	HH/ GANADAS	HH/ GASTADAS	HH/ PROGRAMADAS																																																					
0.41	0.33	2516.73	7708.00	6129.58																																																					
PROGRAMADO		REAL	DEFASE																																																						
2.07%		0.85%	-1.22%																																																						
SPI	CPI	HH/ GANADAS	HH/ GASTADAS	HH/ PROGRAMADAS																																																					
0.94	0.50	138005.05	278759.00	146293.58																																																					
PROGRAMADO		REAL	DEFASE																																																						
49.30%		46.51%	-2.79%																																																						
CONCIERTEO 1.- 2.- 3.- 4.- 5.- 6.- 7.- 8.- 9.- 10.- 11.- 12.- 13.- 14.- 15.- 16.- 17.- 18.- 19.-						ACTIVIDADES PLANIFICADAS PARA EL 27/07/2021 ACCESO N° 11 1.- Limpieza y acopio de material común en el talud del acceso con Excavadora ACCESO N° 11 / AREA 5200 FRENTE A FILTRO DE CU. Instalación de tubería RGS 3/4" 5 ml Instalación de luminaria para Poste de 8Mtrs 1 und transporte de Poste metalico 8Mtrs al punto de izaje 1 und																																																			
PARTICIPANTES DE LA REUNION DIARIA Cesar Vizcarra CYM Fernando DÍEzva CPP Gary Benales CYM Mathen Estrada SPCC Jorge Santamaría CYM Alejandro Mendez CPP Yenny Zeballos CYM Wendy Apaza CPP Jesus Casla CYM Eduardo Ibaña CPP Jose Salamanca CYM Howell Cutipa CPP Juan Mamani CYM Jhon Cuban CPP Jose Marlon Abanto CYM Jesus Quispe CPP Jesus Lopez CYM Wendy Apaza CPP Enrique Salas CYM Rosario Miranda CPP Felipe Sakazar CPP Pedro Gomez CPP						SEMANA 3051 <table border="1"> <tr> <th>SPI</th> <th>CPI</th> <th>HH/ GANADAS</th> <th>HH/ GASTADAS</th> <th>HH/ PROGRAMADAS</th> </tr> <tr> <td>0.41</td> <td>0.33</td> <td>2516.73</td> <td>7708.00</td> <td>6129.58</td> </tr> <tr> <td colspan="2">PROGRAMADO</td> <td>REAL</td> <td>DEFASE</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">2.07%</td> <td>0.85%</td> <td>-1.22%</td> <td></td> </tr> </table>										SPI	CPI	HH/ GANADAS	HH/ GASTADAS	HH/ PROGRAMADAS	0.41	0.33	2516.73	7708.00	6129.58	PROGRAMADO		REAL	DEFASE		2.07%		0.85%	-1.22%																							
SPI	CPI	HH/ GANADAS	HH/ GASTADAS	HH/ PROGRAMADAS																																																					
0.41	0.33	2516.73	7708.00	6129.58																																																					
PROGRAMADO		REAL	DEFASE																																																						
2.07%		0.85%	-1.22%																																																						
ITEM						OBSERVACIONES					DISCIPLINA		COMPROMISO																																												
1.- Estakes de PETS (al 26/07/2021)						<table border="1"> <tr> <th>TOTAL DE PETS</th> <th>PRESENTADO POR C/M</th> <th>PENDIENTE RPTA POR C/M</th> <th>LEV. DESAR. POR C/M</th> <th>PENDIENTE LEV. DESAR. POR C/M</th> <th>APROBADO C/M</th> </tr> <tr> <td>47</td> <td>47</td> <td>0</td> <td>38</td> <td>8</td> <td>38</td> </tr> </table>					TOTAL DE PETS	PRESENTADO POR C/M	PENDIENTE RPTA POR C/M	LEV. DESAR. POR C/M	PENDIENTE LEV. DESAR. POR C/M	APROBADO C/M	47	47	0	38	8	38	CALIDAD		INFORMATIVO																																
TOTAL DE PETS	PRESENTADO POR C/M	PENDIENTE RPTA POR C/M	LEV. DESAR. POR C/M	PENDIENTE LEV. DESAR. POR C/M	APROBADO C/M																																																				
47	47	0	38	8	38																																																				
2.-											CALIDAD		INFORMATIVO																																												
3.-											CALIDAD		INFORMATIVO																																												
4.-											CALIDAD		INFORMATIVO																																												
5.-											CALIDAD		INFORMATIVO																																												
6.- SEGUIMIENTO DE SALDO DE PLANOS DE INGENIERIA (al 26/07/2021)						<table border="1"> <tr> <th>PARA CONTRA</th> <th>APROBADO C/M</th> <th>PENDIENTE REV. C/M</th> <th>PLANO REVISADO</th> <th>PENDIENTE E. DISEÑO</th> <th>PENDIENTE LEV. DESAR.</th> <th>TOTAL</th> <th>PARA CONTRA</th> <th>APROBADO C/M</th> <th>PENDIENTE REV. C/M</th> <th>PLANO REVISADO</th> <th>PENDIENTE E. DISEÑO</th> <th>PENDIENTE LEV. DESAR.</th> <th>TOTAL</th> </tr> <tr> <td>11</td> <td>8</td> <td>13</td> <td>2</td> <td>18</td> <td>29</td> <td>81</td> <td>115</td> <td>32</td> <td>13</td> <td>5</td> <td>18</td> <td>30</td> <td>213</td> </tr> <tr> <td colspan="2">24%</td> <td colspan="2">16%</td> <td colspan="2">59%</td> <td colspan="2">55%</td> <td colspan="2">15%</td> <td colspan="2">6%</td> <td colspan="2">14%</td> </tr> </table>					PARA CONTRA	APROBADO C/M	PENDIENTE REV. C/M	PLANO REVISADO	PENDIENTE E. DISEÑO	PENDIENTE LEV. DESAR.	TOTAL	PARA CONTRA	APROBADO C/M	PENDIENTE REV. C/M	PLANO REVISADO	PENDIENTE E. DISEÑO	PENDIENTE LEV. DESAR.	TOTAL	11	8	13	2	18	29	81	115	32	13	5	18	30	213	24%		16%		59%		55%		15%		6%		14%		INGENIERIA		INFORMATIVO		
PARA CONTRA	APROBADO C/M	PENDIENTE REV. C/M	PLANO REVISADO	PENDIENTE E. DISEÑO	PENDIENTE LEV. DESAR.	TOTAL	PARA CONTRA	APROBADO C/M	PENDIENTE REV. C/M	PLANO REVISADO	PENDIENTE E. DISEÑO	PENDIENTE LEV. DESAR.	TOTAL																																												
11	8	13	2	18	29	81	115	32	13	5	18	30	213																																												
24%		16%		59%		55%		15%		6%		14%																																													
7.-											OFICINA TECNICA		INFORMATIVO																																												
8.-											OFICINA TECNICA		INFORMATIVO																																												
9.-											OFICINA TECNICA		INFORMATIVO																																												
10.-											OFICINA TECNICA		INFORMATIVO																																												
11.- Estakes de RFIs (al 26/07/2021)						<table border="1"> <tr> <th>EMISAS</th> <th>ABIERTOS</th> <th>CERRADOS</th> <th>RECONSIDERADOS</th> <th>ANULADOS</th> </tr> <tr> <td>25</td> <td>0</td> <td>20</td> <td>5</td> <td>5</td> </tr> </table>					EMISAS	ABIERTOS	CERRADOS	RECONSIDERADOS	ANULADOS	25	0	20	5	5	OFICINA TECNICA		INFORMATIVO																																		
EMISAS	ABIERTOS	CERRADOS	RECONSIDERADOS	ANULADOS																																																					
25	0	20	5	5																																																					
12.-											OFICINA TECNICA		INFORMATIVO																																												
13.- CyM solicita a SPCC relevo de alcances de construcción de proyectos pendientes en la Plataforma 09											OFICINA TECNICA		INFORMATIVO																																												
14.- CyM indica que según el nuevo cronograma maestro LB1 (Reinicio de Actividades) no están consideradas programadas las actividades del Acceso 18, no afecta a la fecha de término											OFICINA TECNICA		INFORMATIVO																																												
15.- CPP no está conforme con la ingeniería de detalle que se está desarrollando las observaciones son recurrentes, No se está dando cumplimiento al cronograma											OFICINA TECNICA		PENDIENTE																																												
16.- CPP solicita el plan de suministros y plan de traslado de asfalto											OFICINA TECNICA		26/07/2021																																												
17.- CyM indica que aumentara Costeas para lograr el cumplimiento del cronograma											OFICINA TECNICA		PENDIENTE																																												
18.- CPP indica que el día 19/07/2021 está liberado el acceso 17 y no se viene realizando ninguna actividad											OFICINA TECNICA		PENDIENTE																																												
19.- CPP indica que el día de hoy 27/07/2021 debiera ser entrega del plano delimitado del empalme del acceso 17 y acceso 12											OFICINA TECNICA		PENDIENTE																																												
20.-											OFICINA TECNICA		PENDIENTE																																												
21.-											OFICINA TECNICA		PENDIENTE																																												
22.-											OFICINA TECNICA		PENDIENTE																																												
23.-											OFICINA TECNICA		PENDIENTE																																												
24.-											OFICINA TECNICA		PENDIENTE																																												
PREOCUPACIONES											DISCIPLINA		COMPROMISO																																												
1.- Interferencia de materiales y facilidades de contratista en Talud 12,13 (Plataforma 9)											CONSTRUCCION		CONSTRUCCION																																												
2.- inicio de trabajos del Acceso 18											CONSTRUCCION		CONSTRUCCION																																												
3.-											CONSTRUCCION		CONSTRUCCION																																												
4.-											CONSTRUCCION		CONSTRUCCION																																												
5.-											CONSTRUCCION		CONSTRUCCION																																												
6.-											CONSTRUCCION		CONSTRUCCION																																												

Nota. Formato de reporte diario parte 2/2. Fuente: Empresa Contratista CyM Vizcarra

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

4.1. Resultados obtenidos

En esta parte del trabajo de investigación, expondremos los aprendizajes adquiridos de las semanas de estudio en base a los resultados extraídos, mediante las herramientas de Gestión de Valor Ganado (SPI Y CPI) y Gestión de Procura en la construcción, que por la gran relevancia que presentan ambas herramientas en la planificación y control de proyectos permiten extraer resultados más determinados sobre la aplicación del Last Planner System en el proyecto.

Mas adelante, se indicará los resultados obtenidos con los indicadores SPI, CPI y Procura, en donde se tomaron mediciones en el proyecto permitiendo así reconocer las más resaltantes fallas y competencias en cuanto al planeamiento, seguimiento y control de productividad del proyecto.

Como parte del estudio se van a interpretar los resultados adquiridos mediante la aplicación de los instrumentos del Last Planner System en nuestro periodo de muestra de estudio de 20 semanas correspondientes desde la semana 53 hasta la semana 72, con la finalidad de llevar un buen control en las planificaciones planteadas en el proyecto, como se aprecia en la tabla 2.

4.2. Resultados de porcentaje de plan completado

La aplicación del Last Planner System requiere de una medición del esfuerzo realizado por cada plan semanal ejecutado teniendo por objetivo el ser capaces de estimar la confianza o compromiso del proceso de planeamiento, seguimiento y control del proyecto. Por tal razón utilizamos el indicador llamado Porcentaje de Plan Completado (PPC), el cual semanalmente aplicando esta herramienta durante las semanas 53 a 72 nos brindó resultados alentadores que se obtuvo en el proyecto, demostrando que dentro de las 20 semanas de medición en el proyecto se alcanzó conservar y exceder el 70% del cumplimiento acumulado de todas las actividades.

Se obtuvieron estos resultados mediante el cálculo de la división de las tareas estipuladas y las tareas completadas en el transcurso de una semana, por lo tanto se siguió realizando este ejercicio semanalmente tomándolo como un indicativo del esfuerzo realizado para el progreso del proyecto, con la finalidad de tener un porcentaje de plan completado acumulativo del proyecto.

Tabla 2*PPC por Semana Obtenido del Proyecto Durante la Aplicación LPS*

Semana N°	Fecha Inicio	Fecha Término	N° Activ. Planificadas	N° Activ. Ejecutadas	PPC Semanal
Sem 53	18/09/2021	24/09/2021	46	43	93%
Sem 54	25/09/2021	01/10/2021	29	27	93%
Sem 55	02/10/2021	08/10/2021	44	39	89%
Sem 56	09/10/2021	15/10/2021	52	45	87%
Sem 57	16/10/2021	22/10/2021	84	74	88%
Sem 58	23/10/2021	29/10/2021	69	65	94%
Sem 59	30/10/2021	05/11/2021	35	31	89%
Sem 60	06/11/2021	12/11/2021	62	22	35%
Sem 61	13/11/2021	19/11/2021	53	34	64%
Sem 62	20/11/2021	26/11/2021	63	53	84%
Sem 63	27/11/2021	03/12/2021	92	88	96%
Sem 64	04/12/2021	10/12/2021	68	63	93%
Sem 65	11/12/2021	17/12/2021	52	47	90%
Sem 66	18/12/2021	24/12/2021	17	15	88%
Sem 67	25/12/2021	31/12/2021	9	0	0%
Sem 68	01/01/2022	07/01/2022	12	0	0%
Sem 69	08/01/2022	14/01/2022	20	0	0%
Sem 70	15/01/2022	21/01/2022	32	0	0%
Sem 71	22/01/2022	28/01/2022	36	0	0%
Sem 72	29/01/2022	04/02/2022	27	0	0%

Nota. Desde la semana 53 hasta la semana 72 del Proyecto.

Tabla 3*PPC Acumulado Semanalmente Obtenido del Proyecto Durante la Aplicación LPS*

Semana N°	Fecha Inicio	Fecha Término	N° Activ. Planificadas	N° Activ. Ejecutadas	PPC Semanal	PPC Acumulado
Sem 53	18/09/2021	24/09/2021	46	43	93%	70%
Sem 54	25/09/2021	01/10/2021	29	27	93%	70%
Sem 55	02/10/2021	08/10/2021	44	39	89%	70%
Sem 56	09/10/2021	15/10/2021	52	45	87%	71%
Sem 57	16/10/2021	22/10/2021	84	74	88%	72%
Sem 58	23/10/2021	29/10/2021	69	65	94%	73%
Sem 60	06/11/2021	12/11/2021	62	22	35%	72%
Sem 61	13/11/2021	19/11/2021	53	34	64%	72%
Sem 62	20/11/2021	26/11/2021	63	53	84%	72%
Sem 63	27/11/2021	03/12/2021	92	88	96%	73%
Sem 64	04/12/2021	10/12/2021	68	63	93%	74%
Sem 65	11/12/2021	17/12/2021	52	47	90%	74%
Sem 66	18/12/2021	24/12/2021	17	15	88%	74%
Sem 67	25/12/2021	31/12/2021	9	0	0%	74%
Sem 68	01/01/2022	07/01/2022	12	0	0%	73%
Sem 69	08/01/2022	14/01/2022	20	0	0%	73%
Sem 70	15/01/2022	21/01/2022	32	0	0%	72%
Sem 71	22/01/2022	28/01/2022	36	0	0%	71%
Sem 72	29/01/2022	04/02/2022	27	0	0%	70%

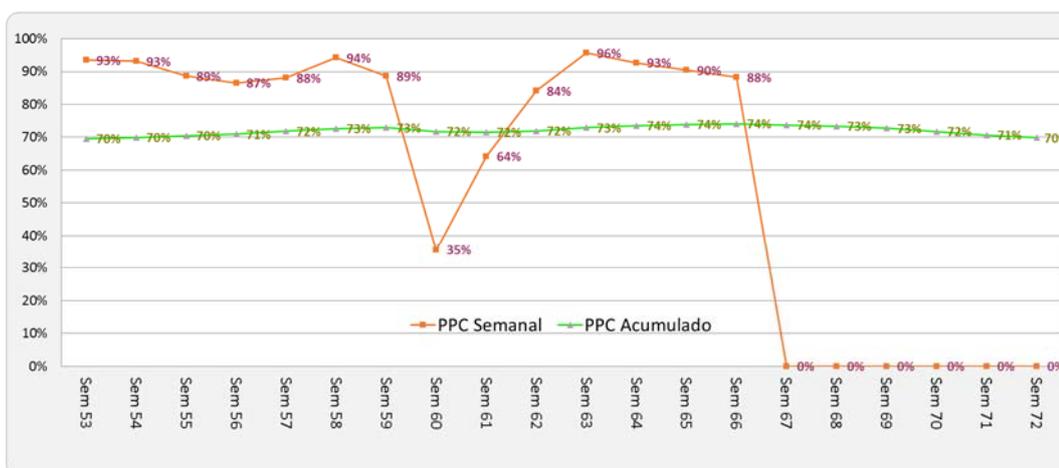
Nota. Desde la semana 53 hasta la semana 72 del Proyecto.

Según la tabla 3 podemos apreciar cada resultado obtenido del PPC tanto semanalmente como acumulativamente, mediante un proceso de aplicación de este instrumento semana a semana de forma minuciosa con la finalidad de presentar resultados veraces del proyecto.

De igual manera, si observamos detenidamente tanto la semana 57 y 63 representan altos números de actividades planificadas, de lo cual se puede deducir que las métricas planteadas en esas semanas fueron mayores que las del resto, generando un control superior y un seguimiento intensivo a las tareas por cumplir durante esas semanas del proyecto. Sin embargo, se puede apreciar durante las semanas 67,68,69,70,71 y 72 no presenta un porcentaje de PPC alcanzado. En el siguiente gráfico se apreciará mejor la variabilidad de los resultados adquiridos del PPC semanalmente y acumulativamente en el periodo de 20 semanas estudiadas.

Figura 20

Gráfico Lineal del PPC Acumulado Semanalmente Obtenido del Proyecto Durante la Aplicación LPS



Nota. Desde la semana 53 hasta la semana 72 del Proyecto.

Podemos visualizar en la figura 22 mostrada, que aparecen distintas variantes en el transcurso de la aplicación LPS, en el cual se aprecia dos descensos notables en el PPC que se viene desarrollando en el proyecto, que corresponde primeramente a la semana 60, la cual se analizara a detenidamente en las causas de no cumplimiento presentadas en el transcurso del proyecto; y la segunda caída que es continua desde la semana 67 hasta la semana 72 según nuestro estudio de la aplicación LPS, la cual tiene por justificación la paralización de trabajos por parte de la unidad minera en la que se viene ejecutando el proyecto, a causa del rebrote de la tercera ola de covid-19.

Como se logra visualizar en la figura, resalta la obtención de un indicador acumulado no menor del 70%, por lo tanto, se entiende que estaría por encima de los 2/3 del total de tareas completadas, cantidad que según H. Ballard en su teoría es aceptable para compañías que recién implementan este sistema metodológico, empresas que recientemente implementaron esta metodología. Por lo cual podemos afirmar que la aplicación de este sistema metodológico como contratista CyM Vizcarra tiene la posibilidad de utilizarla exitosamente en futuros proyectos, así como este. De igual manera podemos visualizar que no hubo ni una semana en la cual se pudo completar con el total de tareas programadas en su semana correspondiente, sin embargo, se logró obtener porcentajes altos como el 96% de cumplimiento en la semana 63. Según el indicador del porcentaje alcanzado durante las semanas podemos interpretar, que si se llegara a mantener un 100% en varias semanas consecutivas no se estaría programando convenientemente con lo que necesita el proyecto. Por tal razón CyM Vizcarra impuso como meta una exigencia de 85 % semanal del PPC, lo cual nos da entender que se programaran números tareas adecuadas a la expectativa del proyecto. Examinando todas las semanas del periodo de estudio obtenemos que al final se alcanzó un 70 %, lo cual podemos interpretar como un resultado favorable pero que a su vez debemos aumentar la confianza y compromiso a un superior porcentaje.

Como puede apreciarse en la siguiente figura se tiene una descripción para cada actividad en la partida a ejecutar, así como una numeración "ID" de la partida, la unidad que conlleva el metrado previsto y real ejecutado para la semana de producción, indica la semana que corresponde según la numeración que mantiene la unidad minera Toquepala desde su creación, la numeración de la semana que ejecuta la empresa contratista CyM Vizcarra, los días que considera como inicio y corte de semana (de sábado a viernes), el porcentaje de cumplimiento que alcanza cada actividad, criterios binarios de SI/NO respecto al cumplimiento al 100%, de manera que una actividad terminada al 90% sería un NO, asignándole una causa de no cumplimiento, tipo y detalle de la causa si lo tuviese, y es así como se elaboran y se obtienen los PPC para el proyecto. Adicionalmente a cada actividad se le asigna las horas hombre previsto y real ejecutada, así como su hh unitarias correspondiente por partida según su análisis de presupuesto presentado, dando como resultado un total de horas hombre programados vs horas hombre gastados en la semana, obteniendo un porcentaje de avances programado y ejecutado semanal, y un avance porcentual ejecutado real acumulado. En seguida, podemos ver el detalle en la figura 23 y 24.

Figura 21

Formato de Análisis de Confiabilidad PPC para la Semana 3067 del proyecto: "Urbanización Concentradora Toquepala"

PROYECTO: URBANIZACIÓN CONCENTRADORA TOQUEPALA		SEMANA 3067										ANÁLISIS DE NO CUMPLIMIENTO						
ID	DESCRIPCIÓN	UND	METRADO	MH/unit	TIPO	06-nov	07-nov	08-nov	09-nov	10-nov	11-nov	12-nov	%	Cumplimiento diario SI/NO	CAUSA DE NO CUMPLIMIENTO	TIPO	DETALLE CAUSA DE NO CUMPLIMIENTO 1	
1	PARTIDAS GENERALES		322.834	322.834	1000													
2	INGENIERIA, SUMINISTRO E INSTALACIÓN PARA LA ESTABILIZACIÓN DE TALUDES EN EL PROYECTO AMPLIACIÓN TOQUEPALA																	
2.2	Instalación de Pernos de Anclaje y Malla de Alta Resistencia	m2																
	Talud_10A_M16000		1248.333	2,652.71	2.125	PREVISTO	1/8.33	1/8.33	1/8.33	1/8.33	1/8.33	1/8.33	94.13%	NO	Falta de subcontratista (CYM)	EXTERNA	Falta de personal calificado para trabajos de rapel en enmallado	
			1090.000	2,231.25	2.125	REAL				890.000	210.000							
2.6	Desquince y Limpieza en Talud	m2	1,054.69															
	Talud_10A		1054.688	511.73	0.485	PREVISTO	367.19	343.75	343.75				100.00%	SI				
			1054.688	511.73	0.485	REAL	367.19	343.75	343.75									
3	PAVIMENTACIÓN CONCENTRADORA 2																	
3.1	Movimiento de Tierras																	
3.1.1	Corte de terreno en material común a nivel de subrasante	m3	129.08	5.28														
	ACCESO 1		1314.438	53.76	0.041	PREVISTO	187.77	187.77	187.77	187.77	187.77	187.77	9.82%	NO	Demora en habilitación de equipos / ingreso a mina (CYM)	EXTERNA	Demora en adquisición de maquinaria pesada para movimiento de tierras	
			129.084	5.28	0.041	REAL	32.27	32.27		64.54								
3.1.2	Corte de terreno en roca Ripable	m3	7.17	0.54														
	ACCESO 1		146.046	30.94	0.075	PREVISTO	20.86	20.86	20.86	20.86	20.86	20.86	4.81%	NO	Falta de equipos (CYM)	INTERNA	Demora en adquisición de maquinaria pesada para movimiento de tierras	
			7.171	0.54	0.075	REAL	3.59	3.59										
3.1.4	Mejoramiento de subrasante (h = 0.30 m promedio)	m3	0.00	0.00														
	ACCESO 2		1172.305	124.62	0.1063	PREVISTO	167.47	167.47	167.47	167.47	167.47	167.47	100.00%	SI				
			1172.305	124.62	0.1063	REAL	167.47	167.47	167.47	167.47	167.47	167.47						
3.1.6	Explotación de material en cantera para base granular	m3	1,172.31	123.09														
	ACCESO 2		1172.305	123.09	0.1050	PREVISTO	167.47	167.47	167.47	167.47	167.47	167.47	100.00%	SI				
			1172.305	123.09	0.1050	REAL	167.47	167.47	167.47	167.47	167.47	167.47						
3.1.7	Transporte de material para base granular (Distancia	m3	1,172.31	445.12														
	ACCESO 2		1172.305	445.12	0.3797	PREVISTO	167.47	167.47	167.47	167.47	167.47	167.47	100.00%	SI				
			1172.305	445.12	0.3797	REAL	167.47	167.47	167.47	167.47	167.47	167.47						
3.1.8	Conformación de base granular (incluye el extendido	m3	510.39	86.77														
	ACCESO 2		893.185	151.84	0.1700	PREVISTO	127.60	127.60	127.60	127.60	127.60	127.60	57.14%	NO	Actividad predecesora no culminada (CYM)	INTERNA	Actividad programada de corte a nivel de subrasante no culminada	
			510.392	86.77	0.1700	REAL				127.60	127.60	127.60						
3.1.9	Eliminación de material excedente (promedio 6 km)	m3	0.00	0.00														
	ACCESO 1		1832.883	396.82	0.217	PREVISTO	261.84	261.84	261.84	261.84	261.84	261.84	9.82%	NO	Actividad predecesora no culminada (CYM)	INTERNA	Actividad programada de corte a nivel de subrasante no culminada	
			180.000	38.97	0.217	REAL	45.00	45.00		90.00								
3.2	Pavimentación																	
3.2.1.2	Carpeta asfáltica en caliente, e = 2 pulgadas (Incluye	m2	2,800.00	444.36														
	ACCESO 2		2800.000	444.36	0.159	PREVISTO			1400.00	1400.00			100.00%	SI				
			2800.000	444.36	0.159	REAL			800.000	800.000								
3.2.2	Pavimento Rígido en Plataformas																	
3.2.2.2	Encofrado y desencofrado para losa de concreto	m2																
	ACCESO 2		16.320	45.90	2.813	PREVISTO				12.00	4.32		0.80%	NO	Cambio de prioridades/ Tema de urgencia (CYM)	INTERNA	Actividad programada no ejecutada al no poder continuar la secuencia	
			0.000	-	2.813	REAL												
3.2.2.6	Suministro y colocación de concreto FC 280 kg/cm2 + 2	m2																
	ACCESO 2		90.000	319.50	3.550	PREVISTO				45.00	45.00		0.80%	NO	Demora en compra de materiales (CYM)	EXTERNA	Demora en adquisición de fibra de acero para colocación de concreto	
			0.000	-	3.550	REAL												
3.2.2.7	Suministro e instalación de barra lisa de traspaso l=80	und																
	ACCESO 2		30.000	10.83	0.361	PREVISTO				10.00	10.00	10.00	0.80%	NO	Actividad predecesora no culminada (CYM)	INTERNA	Actividad programada de encofrado para losa no ejecutado	
			0.000	-	0.361	REAL												
3.3	Obras de Arte																	
3.3.8	Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2 grado 60 para obra	m3																
	ACCESO 1		1493.170	105.12	0.0704	PREVISTO							0.80%	NO	Mala Programación (CYM)	INTERNA	Actividad programada sin contar con alguna secuencia	
			0.000	-	0.0704	REAL												
4	DRENAJES CONCENTRADORA 2																	
4.1	Cuneta para Drenaje de sección triangular, trapezoidal y rectangular																	
4.1.6	Concreto f'c 210 kg/cm2 para drenajes	m3	61.74	91.88														
	Acceso N° 2																	
	C-VI		26.739	70.19	2.625	PREVISTO					13.37	13.37	100%	SI				
			26.739	70.19	2.625	REAL					13.37	13.37						
	Acceso N° 11																	
	TR-I		35.000	91.88	2.625	PREVISTO					35.00		100%	SI				
			35.000	91.88	2.625	REAL					35.00							
4.1.7	Encofrado y desencofrado para cunetas	m2	21.29	43.55														
	Acceso N° 2																	
	TR-I		21.289	43.55	2.0455	PREVISTO				21.29			100%	SI				
			21.289	43.55	2.0455	REAL						21.29						
4.1.8	Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2 grado 60 para cuneta	kg	11,306.90	0.00														
	Acceso N° 2																	
	Sardinel		255.100	17.96	0.0704	PREVISTO					255.10		100%	SI				
			255.100	17.96	0.0704	REAL					255.10							
	C-VI		4529.074	318.42	0.0704	PREVISTO							100%	SI				
			4529.074	318.42	0.0704	REAL												
	TR-III		2005.653	141.20	0.0704	PREVISTO							100%	SI				
			2005.653	141.20	0.0704	REAL												
	Acceso N° 11																	
	TR-I		4529.074	318.42	0.0704	PREVISTO							100%	SI				
			4529.074	318.42	0.0704	REAL												
4.1.9	Suministro e instalación de grating para tránsito liviano	kg	0.00															
4.1.10	Suministro e instalación de grating para tránsito pesado	kg	0.00															
4.1.11	Suministro e instalación de insertos metálicos en canchales	kg	0.00															
	ACCESO 2																	
	TR-III		1639.824	305.18	0.1874	PREVISTO												
			1639.824	305.18	0.1874	REAL												
4.1.12	Suministro e instalación de sello elastomérico para juntas	ml	298.00															
	ACCESO 2		298.000	74.53	0.2501	PREVISTO	49.67	49.67	49.67	49.67	49.67	49.67	100%	SI				
			298.000	74.53	0.2501	REAL	49.67	49.67	49.67	49.67	49.67	49.67						
4.1.13	Suministro e instalación de sello elastomérico para juntas	ml	518.00															
	ACCESO 2		298.000	54.18	0.1818	PREVISTO	49.67	49.67	49.67	49.67	49.67	49.67	100%	SI				
			298.000	54.18	0.1818	REAL	49.67	49.67	49.67	49.67	49.67	49.67						
	ACCESO 11		220.000	40.0														

Figura 22

Formato de Análisis de Confiabilidad PPC para la Semana 3067 del proyecto: "Urbanización Concentradora Toquepala"

CYM VIZCARRA S.A.C.		PORCENTAJE DEL PLAN CUMPLIDO (PPC)										SOUTHERN COPPER SOUTHERN PERU						
PROYECTO: URBANIZACIÓN CONCENTRADORA TOQUEPALA					SEMANA 3067							ANÁLISIS DE NO CUMPLIMIENTO						
ID	DESCRIPCIÓN	UND	METRADO	HH/Unit	TIPO	06-nov	07-nov	08-nov	09-nov	10-nov	11-nov	12-nov	%	Cumplimiento diario SI/NO	CAUSA DE NO CUMPLIMIENTO	TIPO	DETALLE CAUSA DE NO CUMPLIMIENTO 1	
URBANIZACIÓN CONCENTRADORA TOQUEPALA																		
10.1.3	Relleno compactado con material de préstamo con e	m3	322.834	302.854.9000														
	Acceso N° 12																	
	C-II		31.228	4.78	0.1531	PREVISTO	5.20	5.20	5.20	5.20	5.20	5.20	0.00	67%	NO	Actividad predecesora no culminada (CYM)	INTERNA	Actividad programada anterior no completada y/o no ejecutada
	C-III		20.819	3.19	0.1531	REAL		5.20	5.20	5.20	5.20				NO	Actividad predecesora no culminada (CYM)	INTERNA	Actividad programada anterior no completada y/o no ejecutada
			40.290	6.17	0.1531	PREVISTO			8.06	8.06	8.06	8.06	0%					
			0.000	-	0.1531													
10.1.4	Eliminación de material excedente (promedio 6 km)	m3																
	Acceso N° 18																	
	C-II		131.677	28.51	0.2165	PREVISTO	21.95	21.95	21.95	21.95	21.95	21.95	0.00	67%	NO	Actividad predecesora no culminada (CYM)	INTERNA	Actividad programada anterior no completada y/o no ejecutada
	C-III		87.785	19.01	0.2165	REAL		21.95	21.95	21.95	21.95	0.00			NO	Actividad predecesora no culminada (CYM)	INTERNA	Actividad programada anterior no completada y/o no ejecutada
			169.891	36.78	0.2165	PREVISTO			33.98	33.98	33.98	33.98	0%					
			0.000	-	0.2165													
10.1.5	Concreto f'c 100 kg/cm2 para solados	m3																
10.1.6	Concreto f'c 210 kg/cm2 para cunetas	m3																
	Acceso N° 1																	
	C-II		44.039	115.60	2.625	PREVISTO			8.81	8.81	8.81	8.81	8.81	60%	NO	Actividad predecesora no culminada (CYM)	INTERNA	Actividad programada anterior no completada y/o no ejecutada
	C-III		26.423	69.36	2.625	REAL									NO	Actividad predecesora no culminada (CYM)	INTERNA	Actividad programada anterior no completada y/o no ejecutada
			56.333	147.87	2.625	PREVISTO			14.08	14.08	14.08	14.08	0%					
			0.000	-	2.625													
10.1.7	Encofrado y desencofrado para cunetas	m2																
	Acceso N° 1																	
	C-II		17.688	36.18	2.0455	PREVISTO					17.69			68%	NO	Actividad predecesora no culminada (CYM)	INTERNA	Actividad programada anterior no completada y/o no ejecutada
			12.000	24.55	2.0455	REAL					12.00							
10.1.8	Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2 grado 60 para cunetas	kg																
	Acceso N° 1																	
	C-II		1492.169	105.05	0.0704	PREVISTO					888.888			66%	NO	Actividad predecesora no culminada (CYM)	INTERNA	Actividad programada anterior no completada y/o no ejecutada
			990.000	69.70	0.0704	REAL					990.000							
10.1.9	Suministro e instalación de grating para tránsito liviano	kg																
10.1.10	Suministro e instalación de grating para tránsito pesado	kg																
10.1.11	Suministro e instalación de insertos metálicos en canchales	kg																
10.1.12	Suministro e instalación de sello elastomérico para juntas	ml																
	Acceso N° 1																	
	C-II		181.575	45.41	0.2501	PREVISTO					60.53	60.53	60.53	67%	NO	Actividad predecesora no culminada (CYM)	INTERNA	Actividad programada anterior no completada y/o no ejecutada
	C-III		121.050	30.27	0.2501	REAL					60.53	60.53			NO	Actividad predecesora no culminada (CYM)	INTERNA	Actividad programada anterior no completada y/o no ejecutada
			231.990	58.02	0.2501	PREVISTO			58.00	58.00	58.00	58.00	0%					
			0.000	-	0.2501													
10.1.13	Suministro e instalación de sello elastomérico para juntas	ml																
	Acceso N° 1																	
	C-II		181.575	33.01	0.1818	PREVISTO					60.53	60.53	60.53	67%	NO	Actividad predecesora no culminada (CYM)	INTERNA	Actividad programada anterior no completada y/o no ejecutada
	C-III		121.050	22.01	0.1818	REAL					60.53	60.53			NO	Actividad predecesora no culminada (CYM)	INTERNA	Actividad programada anterior no completada y/o no ejecutada
			231.990	42.18	0.1818	PREVISTO			58.00	58.00	58.00	58.00	0%					
			0.000	-	0.1818													
11	TRABAJOS ELECTRICOS EN LA CONCENTRADORA 1																	
11.2	Obras Civiles (Construcción de Banco Ductos, Manholes, Bases para Postes)																	
11.2.1	Movimiento de Tierras																	
11.2.1.1	Excavación estructural en material comun	m3	44.37															
	Acceso 1																	
	Bancoductos		74.618	233.18	3.1250	PREVISTO	10.66	10.66	10.66	10.66	10.66	10.66	10.66	57%	NO	Falta de equipos (CYM)	INTERNA	No se cuenta con maquinaria suficiente para cumplir metas de trabajo
			42.639	133.25	3.125	REAL		10.66	10.66	10.66	10.66				SI			
	Base para postes		1.728	5.40	3.1250	PREVISTO					1.73			100%				
			1.728	5.40	3.125	REAL					1.73							
11.2.1.2	Excavación estructural en roca fracturada	m3	19.01															
	Acceso 1																	
	Bancoductos		31.979	97.08	3.0358	PREVISTO	4.57	4.57	4.57	4.57	4.57	4.57	4.57	57%	NO	Falta de equipos (CYM)	INTERNA	No se cuenta con maquinaria suficiente para cumplir metas de trabajo
			18.274	55.48	3.0358	REAL		4.57	4.57	4.57	4.57				SI			
	Base para postes		0.741	2.25	3.0358	PREVISTO	0.00	0.00	0.00	0.74	0.00	0.00	0.00	100%				
			0.741	2.25	3.0358	REAL				0.74								
11.2.1.3	Relleno estructural	m3																
	Acceso 1																	
	Bancoductos		31.979	4.90	0.1531	PREVISTO	4.57	4.57	4.57	4.57	4.57	4.57	4.57	57%	NO	Actividad predecesora no culminada (CYM)	INTERNA	Actividad programada anterior no completada y/o no ejecutada
			18.274	2.80	0.1531	REAL		4.57	4.57	4.57	4.57							
11.2.1.3	Eliminación de material excedente	m3	83.50															
	Acceso 1																	
	Bancoductos		134.846	31.54	0.2339	PREVISTO	19.26	19.26	19.26	19.26	19.26	19.26	19.26	60%	NO	Actividad predecesora no culminada (CYM)	INTERNA	Actividad programada anterior no completada y/o no ejecutada
			80.375	18.80	0.2339	REAL		19.26	19.26	19.26	19.26	3.32			SI			
	Base para postes		3.123	0.73	0.2339	PREVISTO	0.00	0.00	0.00	3.12	0.00	0.00	0.00	100%				
			3.123	0.73	0.2339	REAL				3.12								
11.2.2	Suministro y Construcción de Banco Ductos, Manhole, Bases para Postes.																	
11.2.2.1	Encofrado y desencofrado	m2																
	Acceso 1																	
	Bancoductos		29.072	81.77	2.8125	PREVISTO				7.27	7.27	7.27	7.27		NO	Actividad predecesora no culminada (CYM)	INTERNA	Actividad programada anterior no completada y/o no ejecutada
			14.536	40.88	2.8125	REAL				7.27	7.27							
11.2.2.2	Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2	kg																
	Acceso 1																	
	Bancoductos		1049.825	73.91	0.0704	PREVISTO		209.06	209.06	209.06	209.06	209.06		60%	NO	Actividad predecesora no culminada (CYM)	INTERNA	Actividad programada anterior no completada y/o no ejecutada
			629.885	44.34	0.0704	REAL		209.06	209.06	209.06								
11.2.3	Suministro e Instalación de Concreto (Banco Ductos, Manhole, Bases para Postes)																	
11.2.3.1	Concreto Simple																	
11.2.3.1.1	Solado concreto f'c=100 kg/cm2	m3																
11.2.3.1.2	Concreto Armado																	
11.2.3.1.2.1	Concreto Armado f'c=280 kg/cm2	m3																
	Acceso 1																	
	Base para Postes		28.265	89.03	3.1500	PREVISTO					9.42	9.42	9.42	67%	NO	Actividad predecesora no culminada (CYM)	INTERNA	Actividad programada anterior no completada y/o no ejecutada
			18.943	59.36	3.15	REAL					9.42	9.42						
11.2.4	Suministro e Instalación de Pernos de																	

Según el gráfico del formato del PPC que se elaboró para la semana 60, se programaron 62 actividades de las cuales fueron completadas en su totalidad solamente 22 actividades, generando un PPC semanal del 35%, motivo por el cual se realizó un exhaustivo seguimiento de las causas de no cumplimiento, dando como causante primordial de los incumplimientos a la Procura del proyecto, ya que para lograr completar una actividad no debería ser restricción los procesos requeridos para adquirir un bien o servicio desde fuera de la organización alineado con el objetivo del proyecto con la cantidad, el tiempo y la calidad requerida en el sitio de la construcción.

Del análisis del PPC correspondiente a la semana 60 se logró establecer que para poder garantizar la continuidad de los trabajos programados es de vital importancia la gestión de la procura en la construcción, puesto que al no contar con la adquisición de algún bien material o servicio brindado para la ejecución de las actividades, estas quedarían en retraso y acarrearían el no cumplimiento de las actividades sucesoras, dando por truncado el tren de actividades comprometidas en el lookahead planing.

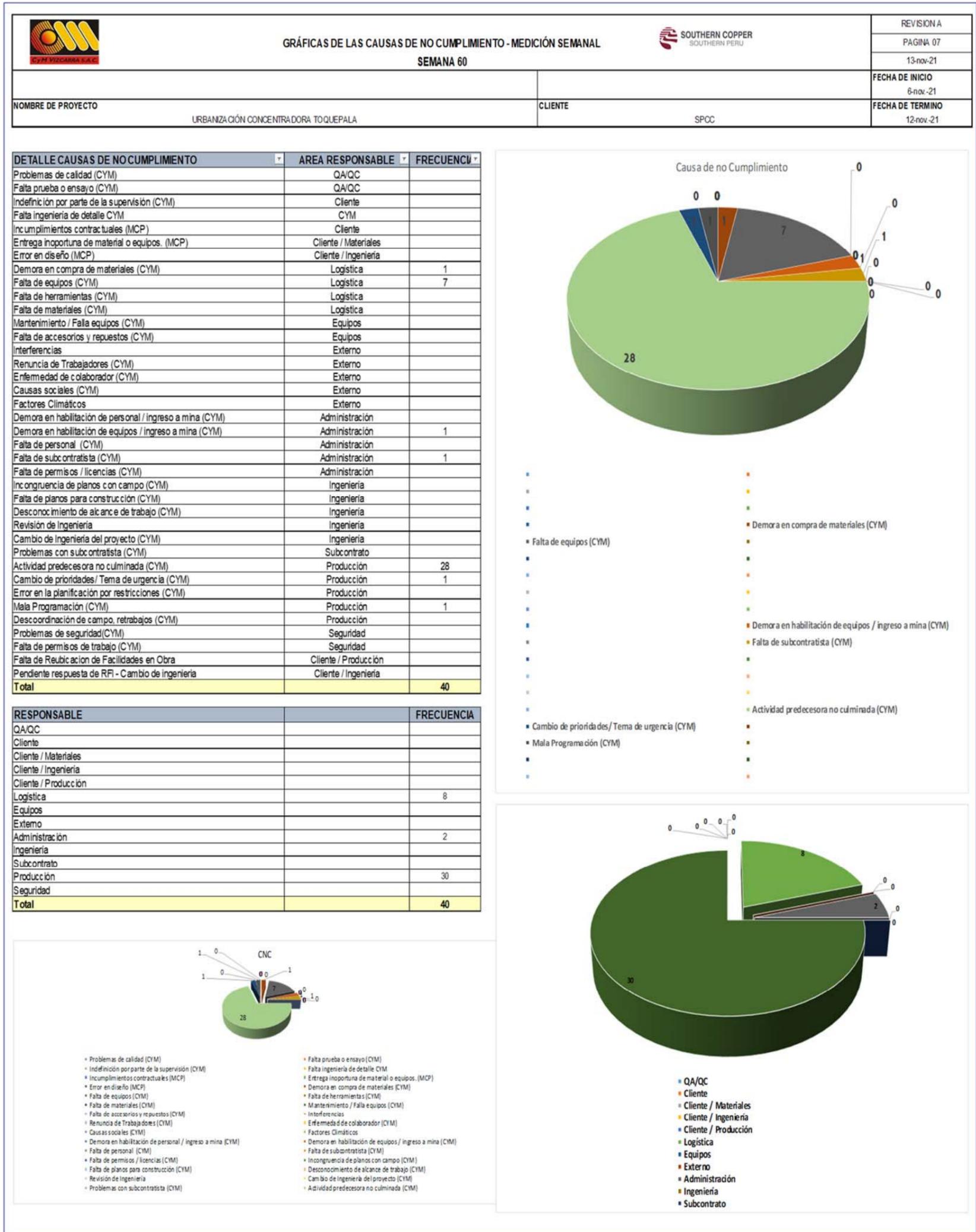
4.3. Resultados de las causas de no cumplimiento

Se analizó detenidamente las causas que generan el no cumplimiento de las tareas establecidas semana tras semana en el avance del proyecto. Por medio de la data adquirida se maneja una información consolidada para la ejecución del proyecto, con el objetivo de mejorar continuamente semana tras semana con las enseñanzas estudiadas para todo el equipo de trabajo de CyM Vizcarra y miembros participantes del proyecto.

Se continuó con el análisis correspondiente a la semana 60, donde se detalla las causas de no cumplimiento de las 40 actividades programadas no completadas, de las cuales se elaboró un formato representando los conceptos de causas de no cumplimiento, al área responsable y la frecuencia con la que se da.

Figura 23

Graficas de las Causas de no Cumplimiento de la semana 3067 del Proyecto: "Urbanización Concentradora Toquepala"



Nota. Formato de CNC correspondiente a la semana 60. Fuente: Contratista CyM Vizcarra

Luego de apreciar el formato de causas de no cumplimiento semanal, observamos que la causa que lidera con la mayor frecuencia en la semana 60 es la de actividad predecesora no culminada, con un total de 28 actividades no completadas por esta causante, seguidamente de falta de equipos. En los cuales son necesarios para poder dar mayor avance en la excavación y generar más frentes de trabajo (actividades sucesoras), por lo que podemos argumentar que la causa principal de una baja medición del PPC es que no se lleve un correcto uso de la procura para los bienes o servicios cuando sean requeridos.

Figura 24

Catálogo de Causas de no Cumplimiento del Proyecto: "Urbanización Concentradora Toquepala"

DETALLE CAUSAS DE NO CUMPLIMIENTO	AREA RESPONSABLE
Problemas de calidad (CYM)	QA/QC
Falta prueba o ensayo (CYM)	QA/QC
Indefinición por parte de la supervisión (CYM)	Cliente
Falta ingeniería de detalle CYM	CYM
Incumplimientos contractuales (MCP)	Cliente
Entrega inoportuna de material o equipos. (MCP)	Cliente / Materiales
Error en diseño (MCP)	Cliente / Ingeniería
Demora en compra de materiales (CYM)	Logística
Falta de equipos (CYM)	Logística
Falta de herramientas (CYM)	Logística
Falta de materiales (CYM)	Logística
Mantenimiento / Falla equipos (CYM)	Equipos
Falta de accesorios y repuestos (CYM)	Equipos
Interferencias	Externo
Renuncia de Trabajadores (CYM)	Externo
Enfermedad de colaborador (CYM)	Externo
Causas sociales (CYM)	Externo
Factores Climáticos	Externo
Demora en habilitación de personal / ingreso a mina (CYM)	Administración
Demora en habilitación de equipos / ingreso a mina (CYM)	Administración
Falta de personal (CYM)	Administración
Falta de subcontratista (CYM)	Administración
Falta de permisos / licencias (CYM)	Administración
Incongruencia de planos con campo (CYM)	Ingeniería
Falta de planos para construcción (CYM)	Ingeniería
Desconocimiento de alcance de trabajo (CYM)	Ingeniería
Revisión de Ingeniería	Ingeniería
Cambio de Ingeniería del proyecto (CYM)	Ingeniería
Problemas con subcontratista (CYM)	Subcontrato
Actividad predecesora no culminada (CYM)	Producción
Cambio de prioridades/ Tema de urgencia (CYM)	Producción

Error en la planificación por restricciones (CYM)	Producción
Mala Programación (CYM)	Producción
Descoordinación de campo, retrabajos (CYM)	Producción
Problemas de seguridad (CYM)	Seguridad
Falta de permisos de trabajo (CYM)	Seguridad
Falta de Reubicación de Facilidades en Obra	Cliente / Producción
Pendiente respuesta de RFI - Cambio de ingeniería	Cliente / Ingeniería

Complementariamente se observa una clasificación de base de datos estadísticos que fueron adquiridos durante el transcurso de la ejecución del proyecto, con la intención de conocer donde inicio el problema e indicar al encargado de reducir o desaparecer tal problema. Dando como resultado para la semana 60 las áreas involucradas de Logística, Administración y Producción; teniendo por conocimiento a detalle que la causante primordial fue la gestión de procura en materiales y equipos.

Según nuestro enfoque de la aplicación desde la semana 53 hasta la semana 72, se elaboró un listado de CNC obtenidas durante la etapa de la aplicación del LPS en el proyecto y a su vez se identificó en cada una de ellas las áreas correspondientes de su incumplimiento, no con el objeto de buscar culpable si no identificar el por qué no se pudo ejecutar lo comprometido de manera que se tomen acciones correctivas en base a la causa.

Figura 25

Áreas Responsables del no Cumplimiento

RESPONSABLE
QA/QC
Cliente
Cliente / Materiales
Cliente / Ingeniería
Cliente / Producción
Logística
Equipos
Externo
Administración
Ingeniería
Subcontrato
Producción
Seguridad

Figura 26

Registro de las Causas de no Cumplimiento Acumuladas del Proyecto: "Urbanización Concentradora Toquepala"

 GRÁFICAS DE LAS CAUSAS DE NO CUMPLIMIENTO - MEDICIÓN ACUMULADA		 SOUTHERN COPPER SOUTHERN PERU		REVISION A																		
		NOMBRE DE PROYECTO URBANIZACIÓN CONCENTRADORA TOQUEPAL		CLIENTE SPCC	PAGNA 03 13-nov-21 FECHA DE INICIO FECHA DE TERMINO																	
DETALLE CAUSAS DE NO CUMPLIMIENTO	AREA RESPONSABLE	SEM 53	SEM 54	SEM 55	SEM 56	SEM 57	SEM 58	SEM 59	SEM 60	SEM 61	SEM 62	SEM 63	SEM 64	SEM 65	SEM 66	SEM 67	SEM 68	SEM 69	SEM 70	SEM 71	SEM 72	FRECUENCIA
		SEM 3060	SEM 3061	SEM 3062	SEM 3063	SEM 3064	SEM 3065	SEM 3066	SEM 3067	SEM 3068	SEM 3069	SEM 3070	SEM 3071	SEM 3072	SEM 3073	SEM 3074	SEM 3075	SEM 3076	SEM 3077	SEM 3078	SEM 3079	
Problemas de calidad (CYM)	QA/QC																					
Falta prueba o ensayo (CYM)	QA/QC																					
Indefinición por parte de la supervisión (CYM)	Cliente																					
Falta ingeniería de detalle (CYM)	Ingeniería																					
Incumplimientos contractuales (MCP)	Cliente																					
Entrega inoportuna de material o equipos. (MCP)	Cliente / Materiales																					
Error en diseño (MCP)	Cliente / Ingeniería																					
Demora en compra de materiales (CYM)	Logística	3			1				1													5
Falta de equipos (CYM)	Logística								7						2							9
Falta de herramientas (CYM)	Logística																					
Falta de materiales (CYM)	Logística		2							2												4
Mantenimiento / Falta equipos (CYM)	Equipos									4												4
Falta de accesorios y repuestos (CYM)	Equipos																					
Interferencias	Externo			3	1		1			4			1									10
Renuncia de Trabajadores (CYM)	Externo																					
Enfermedad de colaborador (CYM)	Externo																					
Causas sociales (CYM)	Externo																					
Factores Climáticos	Externo			2																		2
Demora en habilitación de personal / ingreso a mina (CYM)	Administración							1														1
Demora en habilitación de equipos / ingreso a mina (CYM)	Administración								1													1
Falta de personal (CYM)	Administración				3	3	3	3		5												17
Falta de subcontratista (CYM)	Administración								1													1
Falta de permisos / licencias (CYM)	Administración																					
Incongruencia de planos con campo (CYM)	Ingeniería																					
Falta de planos para construcción (CYM)	Ingeniería																					
Desconocimiento de alcance de trabajo (CYM)	Ingeniería					2																2
Revisión de Ingeniería	Ingeniería																					
Cambio de Ingeniería del proyecto (CYM)	Ingeniería																					
Problemas con subcontratista (CYM)	Subcontrato									2												2
Actividad predecesora no culminada (CYM)	Producción				2	5			28	4				3								42
Cambio de prioridades/ Tema de urgencia (CYM)	Producción							1							2							3
Error en la planificación por restricciones (CYM)	Producción									3		4										7
Mala Programación (CYM)	Producción							1														1
Descoordinación de campo, retrabajos (CYM)	Producción									5			2									7
Problemas de seguridad, reducciones (CYM)	Seguridad																					
Falta de permisos de trabajo (CYM)	Seguridad												2									2
Falta de Reubicación de Facilidades en Obra	Cliente / Producción																					
TOTAL		3	2	5	7	10	4	4	40	19	10	4	5	5	2							120
RESPONSABLE																						FRECUENCIA
QA/QC																						
Cliente																						
Cliente / Producción																						
Logística																						18
Equipos																						4
Externo																						12
Administración																						20
Ingeniería																						2
Subcontrato																						2
Producción																						60
Seguridad																						2
Total																						120

Nota. Formato de CNC correspondiente de la obra desde la Semana 53 hasta la Semana 72.

Tabla 4

Porcentaje de áreas responsables de CNC acumuladas de la obra desde la semana 53 hasta la semana 72

RESPONSABLE	%
QA/QC	0
Cliente	0
Cliente / Producción	0
Logística	15
Equipos	3
Externo	10
Administración	17
Ingeniería	2
Subcontrato	2
Producción	50
Seguridad	2

Nota. Muestra las áreas involucradas en los incumplimientos de las actividades ejecutadas en el periodo de estudio

Como se puede apreciar en la tabla se agruparon todas las causas de no cumplimiento generadas en el proyecto en 11 áreas, desde la semana 53 hasta la semana 72, en donde se obtiene que el mayor porcentaje corresponde al área de producción (50%), seguido de administración y logística siendo estas últimas las más relevantes (32%) por que resaltan la gestión de procura que se viene realizando en el proyecto

Figura 27

Gráfica de Causas de no Cumplimiento Acumulada en Porcentajes



Nota. Fuente: Elaboración Propia

4.4. Resultados a nivel de procura

Por lo expuesto anteriormente, se estableció que para garantizar una buena planificación y control en el proyecto es importante conocer el nivel de procura en cada etapa de la ejecución del proyecto, teniendo gran relevancia para la aplicación de las herramientas del Last Planner System.

Al pertenecer nuestra muestra de estudio a un proyecto de contrato tipo EPC (Engineering, Procurement and Construction), es decir el contratista realiza las Ingenierías de detalle (puede incluir la Ingeniería Básica), la gestión de las compras y licitaciones de insumos, maquinarias y equipos principales por cuenta del mandante, la construcción y montaje de todas las instalaciones del proyecto. Debemos considerar que la procura es el proceso o conjunto de procesos que se llevan a cabo para la determinación, compra y abastecimiento de los recursos necesarios para el correcto funcionamiento de nuestro proyecto de construcción. Y a medida que se va avanzando su ejecución, se requiera de nuevos productos, cambien las cotizaciones del mercado, entre otros; en esa medida se reafirmara o variara el proceso de procura.

Retomando el análisis de resultados obtenidos por el PPC de la semana 60 encontramos que no se pudieron ejecutar y completar diferentes trenes de trabajo, como por ejemplo el tendido de malla y perforación de barras para estabilización de taludes, porque la subcontratista encargada de su ejecución, no logro completar la cuadrilla de personal calificado para realizar estos trabajos a rapel; otro ejemplo que sería de mayor alcance perjudicial y motivo por el cual genero un porcentaje de plan completado histórico, sería la falta de adquisición de maquinaria específica para excavación en roca ya que no logro cumplir con la cantidad pactada para la programación de las actividades en las distintas áreas que fueron afectadas y retrasadas a causa básicamente de una mal seguimiento y control a la procura

Según el presupuesto de nuestro proyecto en estudio podemos afirmar que, en gran medida parte de la ejecución de las partidas se encuentra el suministro de recursos de materiales propios para llevar a cabo la labor de la actividad.

Tabla 5

Formato de Presupuesto del Proyecto: "Urbanización Concentradora Toquepala"

ITEM	PARTIDAS	UND	PRESUPUESTO		
			CANT	PU	PT
			A	B	C=AxB
3.0	PAVIMENTACIÓN CONCENTRADORA 2				
3.1	Movimiento de Tierras				
3.1.1	Corte de terreno en material común a nivel de subrasante	m3	18,000.00	4.21	75,780.00
3.1.2	Corte de terreno en roca Ripable	m3	1,150.00	7.70	8,855.00
3.1.3	Relleno compactado a nivel de sub rasante con material de préstamo (incluye carguio y acarreo distancia 10 km en promedio)	m3	14,600.00	10.18	148,628.00
3.1.4	Mejoramiento de subrasante (h = 0.30 m promedio), escarificado con ripper de motoniveladora, saturación y compactación con rodillo liso vibratorio	m3	3,280.00	9.95	32,636.00
3.1.5	Explotación de material en cantera para rellenos a nivel de sub rasante (SPCC entrega cantera en area mina)	m3	18,960.00	12.68	240,412.80
3.1.6	Explotación de material en cantera para base granular (SPCC entrega cantera a 10 km aproximadamente de la obra)	m3	20,500.00	12.68	259,940.00
3.1.7	Transporte de material para base granular (Distancia promedio = 10 km)	m3	20,500.00	16.69	342,145.00
3.1.8	Conformación de base granular (incluye el extendido y compactado)	m3	16,500.00	10.18	167,970.00
3.1.9	Eliminación de material excedente (promedio 6 km)	m3	25,500.00	15.26	389,130.00
3.2	Pavimentación				
3.2.1	Pavimento Flexible				
3.2.1.1	Imprimación (incluye: Limpieza de base granular, imprimación y arenado)	m2	41,500.00	3.94	163,510.00
3.2.1.2	Carpeta asfáltica en caliente, e = 2 pulgadas (Incluye Arenado superficial de proteccion de carpeta)	m2	41,500.00	26.86	1,114,690.00
3.2.2	Pavimento Rígido en Plataformas				
3.2.2.1	Concreto f'c = 280 kg/cm2 con adición de fibra para pavimento rigido	m3	2,600.00	341.14	886,964.00
3.2.2.2	Encofrado y desencofrado para losa de concreto	m2	240.00	56.58	13,579.20
3.2.2.3	Suministro e instalación de sello elastomérico para juntas de dilatación, espesor y profundidad 1"	ml	800.00	22.01	17,608.00
3.2.2.4	Suministro e instalación de sello elastomérico para juntas de contracción, espesor 5mm y 50 mm de profundidad	ml	800.00	20.60	16,480.00
3.3	Obras de Arte				
3.3.1	Excavación estructural en material comun	m3	300.00	39.25	11,775.00
3.3.2	Excavación estructural en roca	m3	60.00	310.03	18,601.80
3.3.3	Relleno compactado con material de préstamo con equipo liviano	m3	220.00	9.06	1,993.20
3.3.4	Eliminación de material excedente (promedio 6 km)	m3	400.00	15.26	6,104.00
3.3.5	Concreto f'c 100 kg/cm2 para solados	m3	60.00	231.76	13,905.60
3.3.6	Concreto f'c 280 kg/cm2 para obras de arte	m3	250.00	341.14	85,285.00
3.3.7	Encofrado y desencofrado para obras de arte	m2	1,200.00	56.58	67,896.00
3.3.8	Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2 grado 60 para obras de arte	kg	18,750.00	4.22	79,125.00
3.4	Muros de Contención				
3.4.1	Concreto f'c 100 kg/cm2 para solados	m3	68.00	231.76	15,759.68
3.4.2	Concreto f'c 280 kg/cm2 para muros de contención	m3	696.00	341.14	237,433.44
3.4.3	Encofrado y desencofrado para muros de contención	m2	1,560.00	56.58	88,264.80
3.4.4	Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2 grado 60 para muros de contención	kg	76,560.00	4.22	323,083.20
3.5	Losa de Concreto Armado Reforzada con Rieles				
3.5.1	Concreto f'c 100 kg/cm2 para solados	m3	30.00	231.76	6,952.80
3.5.2	Concreto f'c 280 kg/cm2 para losa de concreto reforzada con rieles	m3	220.00	341.14	75,050.80
3.5.3	Encofrado y desencofrado para losa de concreto reforzada con rieles	m2	350.00	56.58	19,803.00
3.5.4	Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2 grado 60 para losa de concreto reforzada con rieles	kg	33,000.00	4.22	139,260.00
3.5.5	Habilitación e Instalación de Rieles	ml	500.00	36.23	18,115.00
4.0	DRENAJES CONCENTRADORA 2				
4.1	Cuneta para Drenaje de sección triangular, trapezoidal y Rectangular				
4.1.1	Excavación estructural en material comun	m3	3,825.00	39.25	150,131.25
4.1.2	Excavación estructural en roca	m3	850.00	310.03	263,525.50
4.1.3	Relleno compactado con material de préstamo con equipo liviano	m3	1,550.00	9.06	14,043.00
4.1.4	Eliminación de material excedente (promedio 6 km)	m3	5,886.00	15.26	89,820.36
4.1.5	Concreto f'c 100 kg/cm2 para solados	m3	204.00	231.76	47,279.04
4.1.6	Concreto f'c 210 kg/cm2 para cunetas	m3	1,275.00	305.63	389,678.25
4.1.7	Encofrado y desencofrado para cunetas	m2	13,600.00	46.13	627,368.00

4.1.8	Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2 grado 60 para cunetas	kg	66,938.00	4.22	282,478.36
4.1.9	Suministro e instalación de grating para transito liviano 1 1/4" X 3/16" Aserrado	kg	102,212.00	7.56	772,722.72
4.1.10	Suministro e instalación de grating para transito pesado 2 1/2" X 3/8" Aserrado	kg	20,718.00	7.56	156,628.08
4.1.11	Suministro e instalación de insertos metálicos en canaletas (angulo, platina y fierro liso A36)	kg	43,095.00	8.22	354,240.90
4.1.12	Suministro e instalación de sello elastomero para juntas de dilatación, espesor y profundidad 3/4"	ml	1,800.00	22.01	39,618.00
4.1.13	Suministro e instalación de sello elastomero para juntas de contracción, espesor 3mm y 20 mm de profundidad	ml	1,800.00	20.60	37,080.00
4.2	Derivación de agua de Drenaje				
4.2.1	Limpieza y nivelación de terreno	m2	850.00	1.82	1,547.00
4.2.2	Montaje de tubería HDPE 20" (incluir accesorios.).	ml	340.00	56.48	19,203.20
4.2.3	Concreto f'c 280 kg/cm2 para pedestales de soporte en talud	m3	68.00	341.14	23,197.52
4.2.4	Encofrado y desencofrado para pedestales de soporte en talud	m2	340.00	56.58	19,237.20
4.2.5	Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2 grado 60 para pedestales de soporte en talud	kg	4,760.00	4.22	20,087.20
4.2.6	Sumistro e instalación de pernos de anclaje	kg	1,200.00	9.75	11,700.00
4.2.7	Suministro e instalación de abrazaderas metalicas en acero A36	kg	220.00	9.75	2,145.00
5.0	TRABAJOS ELECTRICOS EN LA CONCENTRADORA 2				
5.01	Obras Provisionales y Trabajos Preliminares				
5.01.01	Desarrollo de Ingenieria de Detalle	Glb	1.00	14,384.02	14,384.02
5.02	Obras Civiles (Construccion de Banco Ductos, Manholes, Bases para Postes)				
5.02.01	Movimiento de Tierras				
5.02.01.01	Excavación estructural en material comun	m3	65.00	39.25	2,551.25
5.02.01.02	Excavación estructural en roca fracturada	m3	15.00	310.03	4,650.45
5.02.01.03	Relleno estructural	m3	35.00	9.06	317.10
5.02.01.03	Eliminación de material excedente	m3	35.00	16.49	577.15
5.02.02	Suministro y Construccion de Banco Ductos, Manhole, Bases para Postes.				
5.02.02.01	Encofrado y desencofrado	m2	120.00	56.58	6,789.60
5.02.02.02	Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2	kg	420.00	4.22	1,772.40
5.02.03	Suministro e Instalacion de Concreto (Banco Ductos, Manhole, Bases para Postes).				
5.02.03.01	Concreto Simple				
5.02.03.01.01	Solado concreto f'c= 100 kg/cm2	m3	6.00	231.76	1,390.56
5.02.03.02	Concreto Armado				
5.02.03.02.01	Concreto Armado f'c=280 kg/cm2	m3	25.00	341.14	8,528.50
5.03.04	Suministro e Instalacion de Pernos de anclaje para bases de Postes				
5.03.04.01	Pernos de anclaje Bases $\phi=3/4"$	und	80.00	14.68	1,174.40
5.03	Obras Eléctricas				
5.03.01	Suministro e Instalación de Postes.				
5.03.01.01	Instalacion de Postes de Madera de 60ft.	und	3.00	730.08	2,190.24
5.03.01.02	Instalacion de Postes de Metal de 12m.	und	20.00	3,924.83	78,496.60
5.03.02	Suministro e Instalación de Luminarias.				
5.03.02.01	Reflectores tipo LED, modelo FMV 13L, marca CROUSE HINDS, 208V, 60Hz.de 400 W montado en estructura exsistente.	und	12.00	2,467.75	29,613.00
5.03.02.02	Instalación de Luminarias en la marca PHILIPS LUMIC, Modelo: RFM, 160W48LED4K-T-R2M	und	25.00	2,222.04	55,551.00
5.03.03	Suministro e Instalación de Tuberias conduit y accesorios.				
5.03.03.01	Tubería conduit R.G.S de 1", UL6, ANSI C80.1.	m	944.00	23.58	22,259.52
5.03.03.02	Tubería conduit R.G.S de 2", UL6, ANSI C80.1.	m	3,868.00	35.97	139,131.96
5.03.03.03	Tubería conduit metálica flexible revestido de PVC de 1", color negro, UL.	m	617.00	38.21	23,575.57
5.03.04	Suministro y Fabricación de Soportes.				
5.03.04.01	Fabricación y montaje de Soportes	Kg	336.00	20.57	6,911.52
5.03.05	Suministro, Tendido y Conexionado de Cables de Fuerza.				
5.03.05.01	Cable multipolar de cobre tipo XHHW-2 de 1-3C#6 AWG + (T), tipo TC, XLPE/PVC, 0.6 kV, 90°C.	m	1,050.00	34.56	36,288.00
5.03.05.02	Cable multipolar de cobre tipo XHHW-2 de 1-3C#8 AWG + (T), tipo TC, XLPE/PVC, 0.6 kV, 90°C.	m	920.00	29.12	26,790.40
5.03.05.03	Cable multipolar de cobre tipo XHHW-2 de 1-3C#10 AWG + (T), tipo TC, XLPE/PVC, 0.6 kV, 90°C.	m	300.00	22.01	6,603.00
5.03.05.04	Cable multipolar de cobre tipo XHHW-2 de 1-3C#12 AWG + (T), tipo TC, XLPE/PVC, 0.6 kV, 90°C.	m	870.00	19.29	16,782.30
5.03.05.05	Cable Autosoportado de Aluminio de 1-3C#8 AWG + P, 0.6 kV, 90°C.	m	640.00	18.34	11,737.60
5.03.06	Suministro e Instalacion del Sistema de Puesta a Tierra.				

5.03.06.01	Conductor de cobre desnudo de temple suave de 2/0 AWG	m	100.00	20.69	2,069.00
5.03.06.02	Conductor de cobre desnudo de temple suave de 2 AWG	m	675.00	16.72	11,286.00
5.03.06.03	Pozo de puesta a tierra con caja de registro	und	10.00	1,274.77	12,747.70
5.03.06.04	Pozo de puesta a tierra sin caja de registro	und	5.00	1,114.31	5,571.55
5.03.06.05	Excavación de zanja de 0.4 x 0.75 m.	m3	35.00	39.25	1,373.75
5.03.06.06	Relleno y compactación de material preparado.	m3	10.00	23.10	231.00
5.03.06.07	Eliminación de material excedente.	m3	8.00	16.49	131.92
5.03.06.08	Soldadura exotermica para conexión tipo TAC-2Q2Q (Run SIZE#2/0 AWG a Tap SIZE 2/0 AWG).	und	50.00	20.31	1,015.50
5.03.06.09	Tubería conduit PVC de 1", UL6, SAP.	m	128.00	12.02	1,538.56
5.03.07	Suministro e Instalacion de Cajas de Paso.				
5.03.07.01	Caja de paso de 300x300x200 mm, fabricado con plancha de acero galvanizado de e=5/16". Incluye tapa.	und	50.00	89.67	4,483.50
5.03.07.02	Caja de paso de 200x200x150 mm, fabricado con plancha de acero galvanizado de e=5/16". Incluye tapa.	und	30.00	64.97	1,949.10
5.03.08	Planos As Built.				
5.03.08.01	Elaboracion de planos As Built.	gbl.	1.00	24,073.27	24,073.27
5.03.09	Identificación de Tuberías.				
5.03.09.01	Identificación de Tuberías según DS: 024-2016-EM	gbl.	1.00	27,018.26	27,018.26
5.03.10	QA/QC Pre-Operación y Comisionamiento.				
5.03.10.01	Comisionamiento y pruebas en vacio	gbl.	1.00	20,263.70	20,263.70
6.0	PARTIDAS DE ARQUITECTURA CONCENTRADORA 2				
6.1	Suministro e Instalación de Barandas estandar tubo de 1 1/2" SCH 40	kg	2,025.00	19.66	39,811.50
6.2	Suministro e instalación de guardavias con poste de 1.2 metros	ml	875.00	73.17	64,023.75
6.3	Suministro e instalación de guardavias con poste de 1.8 metros	ml	676.00	71.17	48,110.92
6.4	Construcción de muros de gravedad con piedra redonda emboquillada	m2	443.00	141.11	62,511.73
6.5	Suministro y colocación de grava en terreno nivelado y compactado, espesor promedio 2"	m3	57.00	64.61	3,682.77
6.6	Suministro e Instalacion de Bancos de Madera con estructura metálica.	und	8.00	253.82	2,030.56
6.7	Suministro e Instalacion de estructura metálica para cobertura en paraderos.	kg	840.00	9.26	7,778.40
6.8	Suministro e Instalacion de planchas tr4 (4mm de espesor), para cobertura en paraderos	m2	25.00	19.25	481.25
6.9	Concreto f'c 210 kg/cm2 para veredas	m3	63.00	305.63	19,254.69
6.10	Encofrado y desencofrado para veredas	m2	105.00	56.58	5,940.90
6.11	Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2 grado 60 para veredas	kg	3,780.00	4.22	15,951.60
6.12	Suministro e instalación de sello elastomero para juntas de dilatación, espesor y profundidad 3/4"	ml	315.00	22.01	6,933.15
6.13	Instalacion de barandas fabricadas con rieles y cables reutilizados	ml	770.00	36.23	27,897.10
7.0	PINTURA DE TRAFICO Y SEÑALIZACION CONCENTRADORA 2				
7.1	Suministro e instalación de señales reguladoras y preventivas 60 x 60 cm	und	50.00	68.14	3,407.00
7.2	Suministro e instalación de señales informativas	m2	47.00	106.93	5,025.71
7.3	Estructuras para soportes de señalizacion	und	76.00	234.14	17,794.64
7.4	Señalización Horizontal (pintura de trafico)	m2	2,400.00	7.41	17,784.00
8.0	VARIOS				
8.1	Suministro e Instalación de Puente de Adherencia entre concreto antiguo y nuevo	m2	50.00	77.74	3,887.00
8.2	Suministro, Perforación e Instalación con Anclaje Quimico de Barras de Construcción				
8.2.1	Suministro, Perforación e Instalación con Anclaje Quimico de Barras de Construcción 3/8"	und	120.00	20.80	2,496.00
8.2.2	Suministro, Perforación e Instalación con Anclaje Quimico de Barras de Construcción 1/2"	und	120.00	25.45	3,054.00
8.2.3	Suministro, Perforación e Instalación con Anclaje Quimico de Barras de Construcción 5/8"	und	120.00	31.35	3,762.00
8.2.4	Suministro, Perforación e Instalación con Anclaje Quimico de Barras de Construcción 3/4"	und	100.00	42.05	4,205.00
8.2.5	Suministro, Perforación e Instalación con Anclaje Quimico de Barras de Construcción 1"	und	80.00	68.99	5,519.20
8.3	Perforación e Instalación con Anclaje Quimico de Pernos de Anclaje y Barras Roscadas				
8.3.1	Perforación e Instalación con Anclaje Quimico de Pernos de Anclaje 1/2"	und	100.00	27.65	2,765.00
8.3.2	Perforación e Instalación con Anclaje Quimico de Pernos de Anclaje 5/8"	und	100.00	34.67	3,467.00
8.3.3	Perforación e Instalación con Anclaje Quimico de Pernos de Anclaje 3/4"	und	100.00	46.02	4,602.00
8.3.4	Perforación e Instalación con Anclaje Quimico de Pernos de Anclaje 1"	und	100.00	73.03	7,303.00
8.4	Suministro, Fabricación y Montaje de Estructura Metálica para Soporteria	kg	2,000.00	9.75	19,500.00
8.5	Suministro y Colocación de Grout Cementicio	lt.	120.00	6.01	721.20

8.6	Encofrado y Desencofrado para Grout Cementicio	m2	60.00	15.99	959.40
8.7	Demolición de Concreto Simple	m3	120.00	184.45	22,134.00
8.8	Demolición de Concreto Armado	m3	120.00	368.90	44,268.00
8.9	Encofrado y Desencofrado para Buzones de Alcantarillado Di = 1.2 metros	m2	100.00	56.58	5,658.00
8.10	Acero de Refuerzo fy= 4200 kg/cm2 para Buzones de Alcantarillado Di = 1.2 metros	kg	80.00	4.22	337.60
8.11	Concreto f'c = 280 kg/cm2 para Buzones de Alcantarillado	m3	10.00	341.14	3,411.40
8.12	Instalación de Tapas de Concreto para Buzones de Alcantarillado	und	11.00	102.10	1,123.10
8.13	Perforación en roca con barreno para diametro de 3" y 4", profundidad 2.40 metros	und	24.00	980.97	23,543.28
CONCENTRADO					
RA 1					
9.0	PAVIMENTACIÓN CONCENTRADORA 1				
9.1	Movimiento de Tierra				
9.1.1	Corte de terreno en material común a nivel de subrasante	m3	2,850.00	4.21	11,998.50
9.1.2	Corte de terreno en roca fracturada	m3	400.00	7.70	3,080.00
9.1.3	Relleno compactado a nivel de sub rasante con material de préstamo (incluye carguio y acarreo distancia 10 km en promedio)	m3	2,800.00	10.18	28,504.00
9.1.4	Mejoramiento de subrasante (h = 0.30 m promedio), escarificado con ripper de motoniveladora, saturación y compactación con rodillo liso vibratorio	m3	600.00	9.95	5,970.00
9.1.5	Explotación de material en cantera para rellenos a nivel de sub rasante (SPCC entrega cantera en area mina)	m3	3,500.00	12.68	44,380.00
9.1.6	Explotación de material en cantera para base granular (SPCC entrega cantera a 10 km aproximadamente de la obra)	m3	3,800.00	12.68	48,184.00
9.1.7	Transporte de material para base granular (Distancia promedio = 10 km)	m3	4,000.00	16.69	66,760.00
9.1.8	Conformación de base granular (incluye el extendido y compactado)	m3	3,000.00	10.18	30,540.00
9.1.9	Eliminación de material excedente (promedio 6 km)	m3	4,500.00	15.26	68,670.00
9.2	Pavimentación				
9.2.1	Pavimento Flexible				
9.2.1.1	Imprimación (incluye: Limpieza de base granular, imprimación y arenado)	m2	14,000.00	3.94	55,160.00
9.2.1.2	Carpeta asfáltica en caliente, e = 2 pulgadas (Incluye Arenado superficial de proteccion de carpeta)	m2	14,000.00	26.86	376,040.00
9.3	Obras de Arte				
9.3.1	Concreto f'c 100 kg/cm2 para solados	m3	25.00	231.76	5,794.00
9.3.2	Concreto f'c 280 kg/cm2 para obras de arte	m3	62.50	341.14	21,321.25
9.3.3	Encofrado y desencofrado para obras de arte	m2	275.00	56.58	15,559.50
9.3.4	Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2 grado 60 para obras de arte	kg	4,688.00	4.22	19,783.36
10.0	DRENAJES CONCENTRADORA 1				
10.1	Cuneta para Drenaje de sección triangular y rectangular				
10.1.1	Excavación estructural en material comun	m3	675.00	39.25	26,493.75
10.1.2	Excavación estructural en roca fracturada	m3	150.00	310.03	46,504.50
10.1.3	Relleno compactado con material de préstamo con equipo liviano	m3	255.00	9.06	2,310.30
10.1.4	Eliminación de material excedente (promedio 6 km)	m3	1,040.00	15.26	15,870.40
10.1.5	Concreto f'c 100 kg/cm2 para solados	m3	36.00	231.76	8,343.36
10.1.6	Concreto f'c 210 kg/cm2 para cunetas	m3	225.00	305.63	68,766.75
10.1.7	Encofrado y desencofrado para cunetas	m2	2,400.00	46.13	110,712.00
10.1.8	Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2 grado 60 para cunetas	kg	11,815.00	4.22	49,859.30
10.1.9	Suministro e intalación de grating para transito liviano 1 1/4" X 3/16" Aserrado	kg	16,650.00	7.56	125,874.00
10.1.10	Suministro e intalación de grating para transito pesado 2 1/2" X 3/16" Aserrado	kg	3,375.00	7.56	25,515.00
10.1.11	Suministro e instalación de insertos metálicos en canaletas (angulo, platina y fierro liso A36)	kg	7,020.00	8.22	57,704.40
10.1.12	Suministro e instalación de sello elastomerico para juntas de dilatación, espesor y profundidad 3/4"	ml	396.00	22.01	8,715.96
10.1.13	Suministro e instalación de sello elastomerico para juntas de contracción, espesor 3mm y 20 mm de profundidad	ml	396.00	20.60	8,157.60
10.2	Derivación de agua de Drenaje				
10.2.1	Limpieza y nivelación de terreno en talud 45°	m2	150.00	1.82	273.00
10.2.2	Montaje de tubería HDPE 20" (incluir accesorios.).	ml	60.00	56.48	3,388.80
10.2.3	Concreto f'c 280 kg/cm2 para pedestales de soporte	m3	12.00	341.14	4,093.68
10.2.4	Encofrado y desencofrado para pedestales de soporte	m2	60.00	56.58	3,394.80
10.2.5	Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2 grado 60 para pedestales de soporte	kg	840.00	4.22	3,544.80
10.2.6	Sumistro e instalación de pernos de anclaje	kg	160.00	9.75	1,560.00
10.2.7	Suministro e instalación de abrazaderas metalicas en acero A36, e=1/2"	kg	180.00	9.75	1,755.00

11.0	TRABAJOS ELECTRICOS EN LA CONCENTRADORA 1				
11.01	Obras Provisionales y Trabajos Preliminares				
11.01.01	Desarrollo de Ingenieria de Detalle	Glb	1.00	10,318.88	10,318.88
11.02	Obras Civiles (Construccion de Banco Ductos, Manholes, Bases para Postes)				
11.02.01	Movimiento de Tierras				
11.02.01.01	Excavación en Material Común	m3	1,150.00	39.25	45,137.50
11.02.01.02	Excavación estructural en roca fracturada	m3	30.00	310.03	9,300.90
11.02.01.03	Relleno estructural	m3	1,130.00	9.06	10,237.80
11.02.01.04	Eliminación de material excedente	m3	60.00	16.49	989.40
11.02.02	Suministro y Construccion de Banco Ductos, Manhole, Bases para Postes.				
11.02.02.01	Encofrado y desencofrado	m2	516.00	56.58	29,195.28
11.02.02.02	Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2	kg	332.00	4.22	1,401.04
11.02.03	Suministro e Instalacion de Concreto				
11.02.03.01	Concreto Simple				
11.02.03.01.01	Solado concreto f'c= 100 kg/cm2	m3	6.00	231.76	1,390.56
11.02.03.02	Concreto Armado				
11.02.03.02.01	Concreto Armado f'c=280 kg/cm2	m3	40.00	341.14	13,645.60
11.03.07	Suministro e Instalacion de Pernos de anclaje para bases de Postes				
11.03.07.03	Pernos de anclaje Bases $\phi=3/4"$	und	132.00	14.68	1,937.76
11.03	Obras Eléctricas				
11.03.01	Suministro e Instalación de Postes.				
11.03.01.01	Instalacion de Postes de Madera de 60ft.	und	1.00	730.08	730.08
11.03.01.02	Instalacion de Postes de Metal de 12m.	und	22.00	3,924.83	86,346.26
11.03.02	Suministro e Instalación de Luminarias.				
11.03.02.01	Reflectores tipo LED, modelo FMV 13L, marca CROUSE HINDS, 208V, 60Hz.de 400 W montado en estructura exsistente.	und	11.00	2,467.75	27,145.25
11.03.02.02	Instalación de Luminarias en la marca PHILIPS LUMIC, Modelo: RFM, 160W48LED4K-T-R2M	und	23.00	2,222.04	51,106.92
11.03.03	Suministro e Instalación de Tuberías conduit y accesorios.				
11.03.03.01	Tubería conduit R.G.S de 1", UL6, ANSI C80.1.	m	993.00	23.58	23,414.94
11.03.03.02	Tubería conduit R.G.S de 2", UL6, ANSI C80.1.	m	1,162.00	35.97	41,797.14
11.03.03.03	Tubería conduit metálica flexible revestido de PVC de 1", color negro, UL.	m	408.00	38.21	15,589.68
11.03.04	Suministro y Fabricación de Soportes.				
11.03.04.01	Fabricación y montaje de Soportes	Kg	390.00	20.57	8,022.30
11.03.05	Suministro, Tendido y Conexionado de Cables de Fuerza.				
11.03.05.01	Cable multipolar de cobre tipo XHHW-2 de 1-3C#6 AWG + (T), tipo TC, XLPE/PVC, 0.6 kV, 90°C.	m	120.00	34.56	4,147.20
11.03.05.02	Cable multipolar de cobre tipo XHHW-2 de 1-3C#8 AWG + (T), tipo TC, XLPE/PVC, 0.6 kV, 90°C.	m	1,060.00	29.12	30,867.20
11.03.05.03	Cable multipolar de cobre tipo XHHW-2 de 1-3C#10 AWG + (T), tipo TC, XLPE/PVC, 0.6 kV, 90°C.	m	900.00	22.01	19,809.00
11.03.05.04	Cable multipolar de cobre tipo XHHW-2 de 1-3C#12 AWG + (T), tipo TC, XLPE/PVC, 0.6 kV, 90°C.	m	120.00	19.29	2,314.80
11.03.05.05	Cable Autosoportado de Aluminio de 1-3C#8 AWG + P, 0.6 kV, 90°C.	m	120.00	18.34	2,200.80
11.03.06	Suministro e Instalacion del Sistema de Puesta a Tierra.				
11.03.06.01	Conductor de cobre desnudo de temple suave de 2/0 AWG	m	50.00	20.69	1,034.50
11.03.06.02	Conductor de cobre desnudo de temple suave de 2 AWG	m	1,163.00	16.72	19,445.36
11.03.06.03	Pozo de puesta a tierra con caja de registro	und	8.00	1,274.77	10,198.16
11.03.06.04	Pozo de puesta a tierra sin caja de registro	und	8.00	1,114.31	8,914.48
11.03.06.05	Excavación de zanja de 0.4 x 0.75 m.	m3	8.00	39.25	314.00
11.03.06.06	Relleno y compactación de material preparado.	m3	12.00	23.10	277.20
11.03.06.07	Eliminación de material excedente.	m3	3.00	16.49	49.47
11.03.06.08	Soldadura exotermica para conexión tipo TAC-2Q2Q (Run SIZE#2/0 AWG a Tap SIZE 2/0 AWG).	und	75.00	20.31	1,523.25
11.03.06.09	Tubería conduit PVC de 1", UL6.	m	92.00	12.02	1,105.84
11.03.07	Suministro e Instalacion de Cajas de Paso.				
11.03.07.01	Caja de paso de 300x300x200 mm, fabricado con plancha de acero galvanizado de e=5/16". Incluye tapa.	und	10.00	89.67	896.70
11.03.07.02	Caja de paso de 200x200x150 mm, fabricado con plancha de acero galvanizado de e=5/16". Incluye tapa.	und	55.00	64.97	3,573.35
11.03.08	Planos As Built.				
11.03.08.01	Elaboracion de planos As Built.	glb.	1.00	24,073.27	24,073.27
11.03.09	Identificación de Tuberías.				
11.03.09.01	Identificación de Tuberías según DS: 024-2016-EM	glb.	1.00	27,018.26	27,018.26
11.03.10	QA/QC Pre-Operación y Comisionamiento.				

11.03.10.01	Comisionamiento y pruebas en vacio	glb.	1.00	20,263.70	20,263.70
12.0	PARTIDAS DE ARQUITECTURA CONCENTRADORA 1				
12.1	Concreto f'c 210 kg/cm2 para veredas	m3	27.00	305.63	8,252.01
12.2	Encofrado y desencofrado para veredas	m2	45.00	56.58	2,546.10
12.3	Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2 grado 60 para veredas	kg	1,620.00	4.22	6,836.40
12.4	Suministro e instalación de sello elastomérico para juntas de dilatación, espesor y profundidad 3/4"	ml	135.00	22.01	2,971.35
12.5	Instalacion de barandas fabricadas con rieles y cables reutilizados	ml	330.00	36.23	11,955.90
13.0	PINTURA DE TRAFICO Y SEÑALIZACION CONCENTRADORA 1				
13.1	Suministro e instalación de señales reguladoras y preventivas 60 x 60 cm	und	12.00	68.14	817.68
13.2	Suministro e instalación de señales informativas	m2	12.00	106.93	1,283.16
13.3	Estructuras para soportes de señalizacion	und	18.00	234.14	4,214.52
13.4	Señalización Horizontal (pintura de trafico)	m2	600.00	7.41	4,446.00
14.0	VARIOS				
13.1	Retiro de carpeta asfaltica existente e = 5 cm	m2	8,000.00	5.78	46,240.00
TOTAL					13,614,208.44

Nota. Las partida resaltadas en amarillo nos sirven para distinguir la importancia de Procura para la ejecución del proyecto

Figura 29

Reporte de Seguimiento de Procura para el Proyecto: "Urbanización Concentradora Toquepala"

 REPORTE SEMANAL Contrato N° L9-T49-001 : TRABAJOS DE ARQUITECTURA Y URBANISMO EN LA CONCENTRADORA TOQUEPALA CYM VIZCARRA SAC										
FECHA: **-**-22			REPORTE DE SEGUIMIENTO DE PROCURA						CÓDIGO: L9-T49-RP-004	
ITEM	RESP	DISC.	GASTO	DESCRIPCION	PROVEEDOR	N° ORDEN DE COMPRA	FECHA DE ORDEN DE COMPRA	DIAS DE ENTREGA	ESTADO	AREA
1	CYM	SEG		MADERA PARA ENCOFRADO Y FACILIDADES	MADERA SAN CARLOS	116-19	25-jul-19	7 d	Ya se encuentran en almacenes de CyM todos los items comprados	Administracion
2	CYM	CIVIL	D	CEMENTO CUNETAS	CORPORACION HELEO CONSTRUCTOR	169-19	28-ago-19	1D	LLEGO PRIMER ENVIO DE 300 BOLSAS	Administracion
3	CYM	CIVIL	D	MALLA ELECTROSOLDADA PARA TRINCHERAS	PRODIMIN	156-19	21-ago-19	12 d	Despacho parcial 138 unidades de malla.	Administracion
4	CYM	CIVIL	D	FIBRA DE ACERO PARA CONCRETO	PRODIMIN	156-19	21-ago-19	3 d	Despacho total.	Administracion
5	CYM	CIVIL	D	MALLA DE ALTA RESISTENCIA Y MALLA EXAGONAL DOBLE TORSION	PRODIMIN	126-19	01-ago-19	3 d	Despacho parcial .	Administracion
6	CYM	CIVIL	D	ALAMBRE BC GB3 C08 2.20 25 KG	PRODIMIN	126-20	01-ago-19	3 D	LLEGARA EL DIA 30 DE AGOSTO	Administracion
7	CYM	CIVIL	D	ALAMBRE BC GD3 C20 2.20 100 KG	PRODIMIN	126-21	01-ago-19	3D	LLEGARA EL DIA 30 DE AGOSTO	Administracion
5	CYM	CIVIL	D	PERNO ESTABILIZADOR DE 22X1500 MM	PRODIMIN	126-22	01-ago-19	3D	LLEGARA EL DIA 30 DE AGOSTO	Administracion
6	CYM	CIVIL	D	PLANCHUELA PH 200X200X4.5 38MM 10 PQ	PRODIMIN	126-23	01-ago-19	3D	LLEGARA EL DIA 30 DE AGOSTO	Administracion
7	CYM	CIVIL	D	TUERCA 22 MM (PERNO HELICOIDAL)	PRODIMIN	126-24	01-ago-19	3D	LLEGARA EL DIA 30 DE AGOSTO	Administracion
8	CYM	CIVIL	D	CABLE ESTURION AA 6X19S 1/2 RD-GALV	PRODIMIN	126-25	01-ago-19	3D	LLEGARA EL DIA 30 DE AGOSTO	Administracion
9	CYM	CIVIL	D	GRAPAS DE 1/2" MODELO G-450	PRODIMIN	126-26	01-ago-19	3D	LLEGARA EL DIA 30 DE AGOSTO	Administracion
10	CYM	CIVIL	D	AGREGADO PIEDRA CHANCADA	CANtera ZUÑIGA	154-19	19-ago-19	1D	LLEGARA 15 CUBOS EL DIA 30 DE AGOSTO	Administracion
11	CYM	CIVIL	D	AGREGADA ARENA GRUESA	CANtera ZUÑIGA	154-19	19-ago-19	1D	LLEGARA 15 CUBOS EL DIA 30 DE AGOSTO	Administracion
12	CYM	CIVIL	D	COMPRA DE FIERRO CORRUGADO	CORPORACION HELEO CONSTRUCTOR	175-19	04-sep-19	1D	DE ACUERDO A LA PROGRAMACION	Administracion
13	CYM	CIVIL	D	COMPRA DE ALAMBRE	CORPORACION HELEO CONSTRUCTOR	175-19	04-sep-19	1D	DE ACUERDO A LA PROGRAMACION	Administracion
14	CYM	CIVIL	D	CEMENTO PORTLAND TIPO IP BIG BAG DE 1.5 TON	YURA SA	183-19	05-sep-19		DE ACUERDO AL CRONOGRAMA	
15	CYM	CIVIL	D	SIKA ANTISOL S. CILINDRO X 200 LT. SIKA AER, CILINDRO X 200 LTS	MVS REPRESENTACIONES SRI	185-19	06-sep-19	1D	ESTA EN OBRA	

4.5. Resultados a nivel de valor ganado (SPI – CPI)

Como parte fundamental del desarrollo de la presente tesis, tiene como función la integración de los indicadores de valor ganado SPI y CPI para mejorar la planificación y control del proyecto en la etapa constructiva, haciendo uso de las herramientas del Last Planner System.

Con la intención de poder medir el porcentaje de avance físico del proyecto se trabajó como unidad de medida las horas hombre empleadas por cada actividad, motivo por el cual se procedió a revisar y calcular las HH unitarias por cada partida del Análisis de Precios Unitarios del Proyecto. Realizando el siguiente ejercicio como ejemplo.

Donde las horas hombre por cada partida se obtiene del producto de las HH unit. Con el metrado correspondiente de la partida. Se puede apreciar que los datos obtenidos de la partida de conformación de base granular son los siguientes: un metrado 16,500 m³, una cantidad de 0.045 hh/m³, que será ejecutado en su totalidad empleando 742.5 horas hombre. Cada partida tiene una unidad de medida (m, kg, m³, etcétera). Un metrado que se ha obtenido de los planos y un precio unitario, que es desglosado en mano de obra, materiales y equipos o herramientas. En el anexo, se adjuntan los metrados y los costos unitarios de todo el proyecto.

Figura 30

Grafica del APU de la Partida: Conformación de Base Granular

Partida	04.01.08	Conformación de base granular (incluye el extendido y compactado)					
Rendimiento	m ³ /DIA	500.0000	EQ. 500.0000	Costo unitario directo por : m ³			7.54
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio US\$	Parcial US\$
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ		hh	0.2500	0.0050	12.93	0.06
0101010005	PEON		hh	1.0000	0.0200	7.84	0.16
01010100060001	OPERADOR DE EQUIPO PESADO		hh	1.0000	0.0200	12.99	0.26
					0.0450		0.48
	Materiales						
0290130022	AGUA		m ³		0.1250	8.00	1.00
							1.00
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	0.48	0.02
03011000060006	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSA		hm	1.0000	0.0200	52.00	1.04
03011600020001	MINI CARGADOR BOB CAT 953		hm	1.0000	0.0200	35.00	0.70
							1.76
	Subpartidas						
010119170108	CARGUIO Y ACARREO DE MATERIAL DE PRE		und		1.0000	4.30	4.30
							4.30

Nota. Se resalta la sumatoria de cantidades hh por cuadrilla.

Tabla 6

Sección del Formato de Presupuesto del Proyecto figura

ITEM	PARTIDAS	UND	PRESUPUESTO		
			CANT	PU	PT
			A	B	C=AxB
3.0	PAVIMENTACIÓN CONCENTRADORA 2				
3.1	Movimiento de Tierras				
3.1.1	Corte de terreno en material común a nivel de subrasante	m3	18,000.00	4.21	75,780.00
3.1.2	Corte de terreno en roca Ripable	m3	1,150.00	7.70	8,855.00
3.1.3	Relleno compactado a nivel de sub rasante con material de préstamo (incluye carguio y acarreo distancia 10 km en promedio)	m3	14,600.00	10.18	148,628.00
3.1.4	Mejoramiento de subrasante (h = 0.30 m promedio), escarificado con ripper de motoniveladora, saturación y compactación con rodillo liso vibratorio	m3	3,280.00	9.95	32,636.00
3.1.5	Explotación de material en cantera para rellenos a nivel de sub rasante (SPCC entrega cantera en area mina)	m3	18,960.00	12.68	240,412.80
3.1.6	Explotación de material en cantera para base granular (SPCC entrega cantera a 10 km aproximadamente de la obra)	m3	20,500.00	12.68	259,940.00
3.1.7	Transporte de material para base granular (Distancia promedio = 10 km)	m3	20,500.00	16.69	342,145.00
3.1.8	Conformación de base granular (incluye el extendido y compactado)	m3	16,500.00	10.18	167,970.00
3.1.9	Eliminación de material excedente (promedio 6 km)	m3	25,500.00	15.26	389,130.00

Nota. Se resalta la cantidad de metrado de la partida.

Tabla 7*Cuadro Comparativo de Horas Hombre*

Semanas	Horas Hombre Programadas	H H Prog. Acumulada	Horas Hombre Ganadas	H H Gana. Acumulada
SEM 53	1 879,27	1 879,27	1 756,96	1 756,96
SEM 54	3 369,07	5 248,34	3 380,47	5 137,43
SEM 55	3 781,36	9 029,70	3 943,28	9 080,71
SEM 56	3 957,03	12 986,72	4 886,39	13 967,10
SEM 57	6 133,45	19 120,18	6 148,80	20 115,90
SEM 58	6 564,61	25 684,79	6 157,83	26 273,73
SEM 59	7 541,19	33 225,98	7 541,24	33 814,97
SEM 60	8 347,26	41 573,24	8 362,96	42 177,92
SEM 61	4 041,11	45 614,36	8 767,02	50 944,94
SEM 62	8 179,88	53 794,24	7 247,06	58 192,00
SEM 63	10 447,24	64 241,47	10 298,90	68 490,90
SEM 64	12 028,27	76 269,74	9 027,58	77 518,48
SEM 65	9 027,23	85 296,97	9 277,37	86 795,85
SEM 66	3 628,91	88 925,88	5 990,27	92 786,12
SEM 67	1 752,62	90 678,50	0,00	92 786,12
SEM 68	1 930,07	92 608,57	0,00	92 786,12
SEM 69	3 499,77	96 108,34	0,00	92 786,12
SEM 70	9 887,14	105 995,48	0,00	92 786,12
SEM 71	14 103,35	120 098,82	0,00	92 786,12
SEM 72	10 474,96	130 573,79	0,00	92 786,12
TOTAL	130 573,79		92 786,12	

Para analizar el estudio de avance según el valor ganado, se tomó como muestra el mismo periodo de intervención de los PPC desde la semana 53 hasta la semana 72, obteniendo toda la información de horas hombre programadas según el avance del cronograma maestro de línea base 3 del proyecto, el cual se adjuntará en los anexos. Adicionalmente se obtuvo la información de los EV de los reportes semanales elaborados por el ingeniero de planeamiento y control. Complementariamente se dio inicio a los cálculos de porcentaje de avance tanto programado como ejecutado por semana y acumulado según las 20 semanas de estudio en el proyecto.

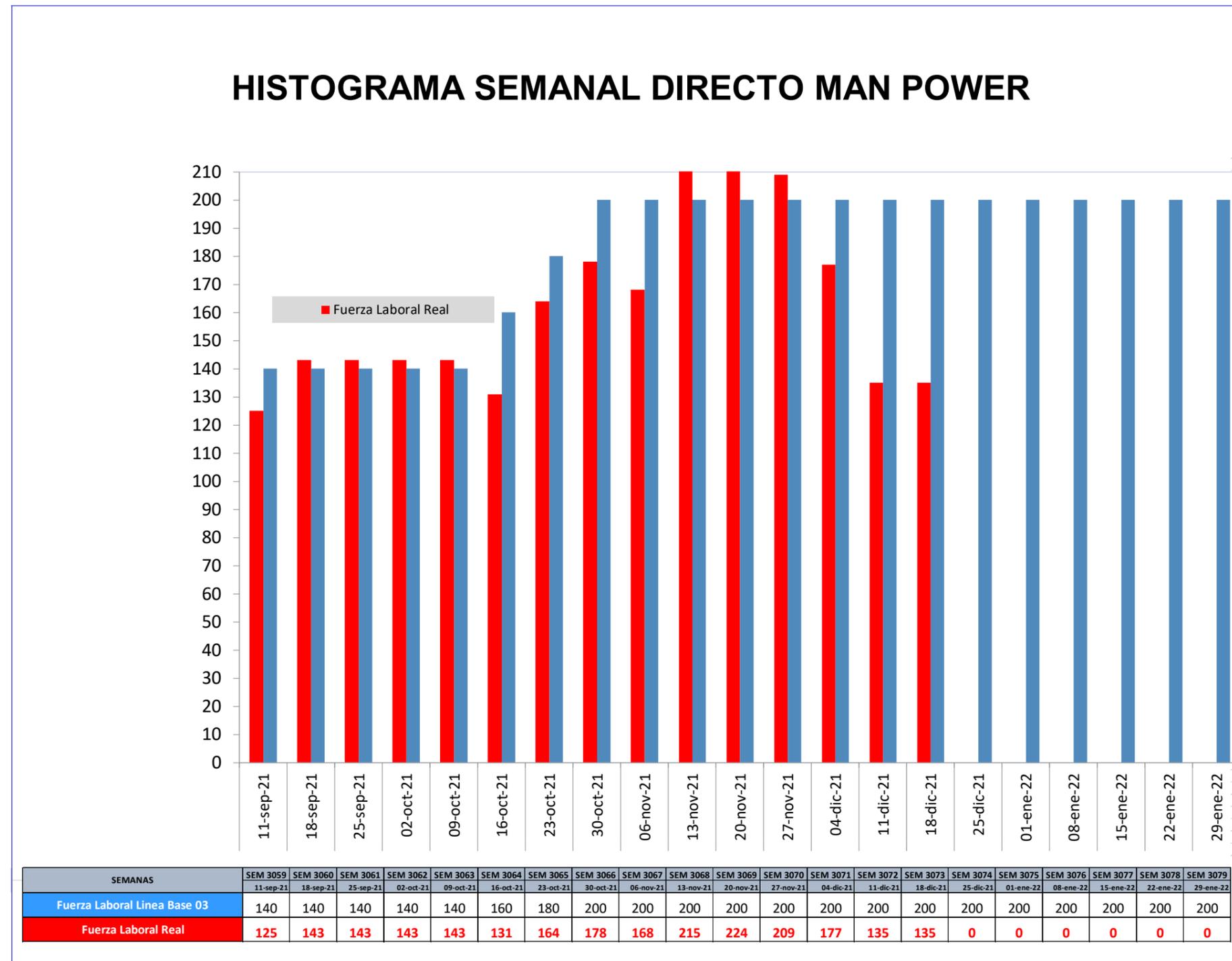
Tabla 8*Cuadro Comparativo de Porcentaje de Avances*

Semanas	% avance programado	% avance ejecutado
SEM 53	1.44	1.35
SEM 54	2.58	2.59
SEM 55	2.90	3.02
SEM 56	3.03	3.74
SEM 57	4.70	4.71
SEM 58	5.03	4.72
SEM 59	5.78	5.78
SEM 60	6.39	6.40
SEM 61	3.09	6.71
SEM 62	6.26	5.55
SEM 63	8.00	7.89
SEM 64	9.21	6.91
SEM 65	6.91	7.11
SEM 66	2.78	4.59
SEM 67	1.34	0.00
SEM 68	1.48	0.00
SEM 69	2.68	0.00
SEM 70	7.57	0.00
SEM 71	10.80	0.00
SEM 72	8.02	0.00

Para poder visualizar la tendencia del avance ejecutado al respecto de lo programado, se elaboró una curva "S" de aprendizaje tomando como muestra de estudio las 20 semanas establecidas, observando que en la penúltima semana (71) se obtiene el mayor porcentaje programado de avance (10.80%), es decir que las actividades ejecutadas para esa semana, presentan una incidencia mayor en relación a las demás y en la semana (67) se programó el menor avance (1.34%) de todo el periodo de 20 semanas. Seguidamente se evalúa que el porcentaje de avance real se detuvo en la semana 67 esto por motivos explicados anteriormente.

Figura 32

Histograma de Fuerza Laboral Respecto a las 20 Semanas de Estudio del Proyecto



4.5.1. Resultados según el SPI

Para poder demostrar que tan eficiente es el avance de nuestro proyecto se hace una comparación con lo programado, es decir se establece una relación de horas hombre ganadas y horas hombre programadas.

Horas Hombre Programadas: Según lo mencionado anteriormente en el análisis de precios unitarios, cada partida contiene una cantidad de horas hombre requeridas para ejecutar dicha partida en la dimensión que esta se encuentra medida, por lo tanto, si se programan diferentes partidas en diversos frentes de trabajo estos generan horas hombre por cada actividad realizada que fue programada.

Horas Hombre Ganadas: De la misma forma cada partida ejecutada genera horas hombre de las actividades realizadas, sin embargo, solo se consideran horas hombre ganadas si dicha actividad es terminada dentro del plazo programado.

Para poder calcular el índice de desempeño del cronograma maestro (SPI). Se obtiene del cociente de horas hombre ganadas entre horas hombre programadas. Los resultados obtenidos luego del proceso de cálculo del SPI semanal y acumulado se representan bajo la siguientes figuras y tablas.

Figura 33

Grafica de Horas Hombre Obtenidas en la Semana 66

SEMANA 66				
CUMPLIMIENTO AL 24-12-21 (dentro de las 20 semanas)	HH PROG	3,628.91	% PROG	2.78%
	HH REAL	5,990.27	% REAL	4.59%

Nota. Fuente: Elaboración Propia

Figura 34

Cuadro Descriptivo de Valores de la Semana 66

SEMANA 66				
SPI	CPI	HH/ GANADAS	HH/ GASTADAS	HH/ PROGRAMADAS
1.65		5990.27		3628.91
PROGRAMADO		REAL		DEFASE
2.78%		4.59%		1.81%

Nota. Fuente: Elaboración Propia

Figura

Formato de Porcentaje de Plan Completado de la Semana 66

		<h2 style="text-align: center;">PORCENTAJE DEL PLAN CUMPLIDO (PPC)</h2>													
PROYECTO: URBANIZACIÓN CONCENTRADORA TOQUEPALA							SEMANA 3073							Cumplimiento diario SI / NO	
ID	DESCRIPCIÓN	UND	METRADO	HH/unit	TIPO	18-dic	19-dic	20-dic	21-dic	22-dic	23-dic	24-dic	%		
PROJ	URBANIZACIÓN CONCENTRADORA TOQUEPALA		130,574	322,634.0000											
1	PARTIDAS GENERALES					S	D	L	M	X	J	V			
4.1.10	Suministro e instalación de grating para tránsito pesado	kg	0.00												
	ACCESO 1		2932.853	293.29	0.1								150%	SI	
			4399.280	439.93	0.1										
4.1.11	Suministro e instalación de insertos metálicos en canchales	kg	0.00												
	ACCESO 1		2172.900	407.20	0.1874									SI	
	TR-III		3259.350	610.80	0.1874										
4.1.12	Suministro e instalación de sello elastomérico para juntas	ml	318.76												
	ACCESO 1		0.000	-	0.2501								#DIV/0!	ANP	
			318.755	79.72	0.2501	106.25		106.25	106.25						
4.1.13	Suministro e instalación de sello elastomérico para juntas	ml	629.40												
	ACCESO 1		0.000	-	0.1818								#DIV/0!	ANP	
			629.400	114.42	0.1818	209.80		209.80	209.80						
5	TRABAJO ELECTRICOS EN LA CONCENTRADORA 2														
5.2	Obras Civiles (Construcción de Banco Ductos, Manholes, Bases para Postes)														
5.2.1	Movimiento de Tierras														
5.2.1.1	Excavación estructural en material común	m3													
	ACCESO 1		0.000	-	3.1250								#DIV/0!	ANP	
			26.700	83.44	3.1250	8.90	8.90	8.90							
5.2.1.2	Excavación estructural en roca fracturada	m3													
5.2.1.3	Relleno estructural	m3													
	ACCESO 1		0.000	-	0.1531								#DIV/0!	ANP	
			37.500	5.74	0.1531	12.50	12.50	12.50							
5.2.1.3	Eliminación de material excedente	m3													
	ACCESO 1		0.000	-	0.2339								#DIV/0!	ANP	
			44.400	10.39	0.2339	14.80	14.80	14.80							
5.2.2	Suministro y Construcción de Banco Ductos, Manhole, Bases para Postes.														
2.01.02	Encofrado y desencofrado	m2													
	ACCESO 1		0.000	-	2.8125								#DIV/0!	ANP	
			24.900	70.03	2.8125		12.45	12.45							
9	PAVIMENTACIÓN CONCENTRADORA 1														
9.1	Movimiento de Tierras														
9.2	Pavimentación														
9.2.1	Pavimento Flexible.														
9.2.1.1	Imprimación (incluye: Limpieza de base granular, imprimación)	m2													
	ACCESO 1		8446.680	190.05	0.023								97.08%	NO	
			8200.000	184.50	0.023										
9.2.1.2	Carpeta asfáltica en caliente, e = 2 pulgadas (Incluye A)	m2													
	ACCESO 1		4331.815	687.46	0.159								85.41%	NO	
			3700.000	587.19	0.159										
11	TRABAJO ELECTRICOS EN LA CONCENTRADORA 1														
11.2	Obras Civiles (Construcción de Banco Ductos, Manholes, Bases para Postes)														
11.2.1	Movimiento de Tierras														
11.2.1.3	Relleno estructural	m3													
	Acceso 1														
	Bancoductos		9.137	1.40	0.1531	4.57	4.57						100%	SI	
			9.137	1.40	0.1531	4.57	4.57								
11.2.2	Suministro y Construcción de Banco Ductos, Manhole, Bases para Postes.														
11.2.2.2	Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2	kg													
	Acceso 1		0.000	-	0.0704								#DIV/0!	ANP	
	Bancoductos		419.930	29.56	0.0704	209.96	209.96								
11.3	Obras Eléctricas														
11.3.3	Suministro e Instalación de Tuberías conduit y accesorios.														
11.3.3.6	Suministro e instalación de tubería PVC SAP SCH-40 diámetro	m													
	ACCESO 1		0.000	-	1.3235								#DIV/0!	ANP	
			375.000	496.31	1.3235			375.00							

CUMPLIMIENTO AL 24-12-21		HH PROG	3,628.91	% PROG	1.12%
		HH REAL	5,990.27	% REAL	1.86%

SEMANA 66					
CUMPLIMIENTO AL 24-12-21 (dentro de las 20 semanas)		HH PROG	3,628.91	% PROG	2.78%
		HH REAL	5,990.27	% REAL	4.59%

HH DIA	256.51	1242.7	#####	1268.1	1166.2	0.0	0.00	1.86%	5990.27
HH ACUM	240955.99	241212	242455	244512	245780	246946	246946	76.54%	246946.27
HH ACUM (período de estudio)	86795.85	328008	570464	814976	1E+06	1E+06	2E+06	2E+06	92786.12

Avance Real (Día)	0.08%	0.39%	0.64%	0.39%	0.36%	0.00%	0.00%		
Avance Real (Acumulado)	74.8%	75.1%	75.8%	76.2%	76.5%	76.5%	76.5%		
Actividades no programadas	#####							24	
Actividades programadas	6	11	14	12	1	0	0	17	PPC
Actividades cumplidas	23	32	38	17	2	0	0	15	88%

Como se logra apreciar en el formato de PPC, obtenemos cantidades de horas hombre tanto programadas como ejecutadas de acuerdo al metrado alcanzado en la semana que se trabaja, logrando así cuantificar cada semana los resultados, se realizó también un acumulado por cada semana de ejecución de actividades mostrados también en el formato; a continuación, se mostrara una tabla de SPI según la semana y el acumulado a la fecha de cada una de estas.

Tabla 9

Registro de SPI por Semana y Acumulado

Semanas	SPI semanal	SPI acumulado
SEM 53	0.93	0.93
SEM 54	1.00	0.98
SEM 55	1.04	1.01
SEM 56	1.23	1.08
SEM 57	1.00	1.05
SEM 58	0.94	1.02
SEM 59	1.00	1.02
SEM 60	1.00	1.01
SEM 61	2.17	1.12
SEM 62	0.89	1.08
SEM 63	0.99	1.07
SEM 64	0.75	1.02
SEM 65	1.03	1.02
SEM 66	1.65	1.04
SEM 67	0.00	1.02
SEM 68	0.00	1.00
SEM 69	0.00	0.97
SEM 70	0.00	0.88
SEM 71	0.00	0.77
SEM 72	0.00	0.71

Como se puede apreciar en la tabla, se logró alcanzar un máximo de SPI de 2.17 en la semana 61 y un mínimo de SPI de 0.75 en la semana 64 dentro de las 20 semanas de estudio que se planteó a inicios de esta investigación. Destaca la variabilidad que se muestra como en todo proyecto de construcción, sin embargo, podemos observar que respecto a lo acumulado el SPI tiende a un comportamiento mayor 1, lo que significa que se ha finalizado más trabajo del que se tenía planificado, es decir, estaríamos adelantado en el cronograma. Lo cual nos indica que CyM Vizcarra está dentro del rango de los contratistas que realizan una buena gestión en la planificación y control de proyectos.

Figura 37

Cuadro Descriptivo de Valores Acumulados Hasta la Semana 66

ACUMULADO HASTA LA SEMANA 66				
SPI	CPI	HH/ GANADAS	HH/ GASTADAS	HH/ PROGRAMADAS
1.04		92786.12		88925.88
PROGRAMADO		REAL		DEFASE
68.10%		71.06%		2.96%

Nota. Fuente: Elaboración Propia

4.5.2. Resultados según el CPI

Para poder medir el Costo-Eficiencia de los recursos presupuestados de nuestro proyecto se hace una comparación con lo gastado, es decir una relación de horas hombre ganadas y horas hombre gastadas. Lo que nos permite definir cuanto se está ganando en relación de lo que se está invirtiendo en nuestro proyecto.

Horas Hombre Gastadas: Se refiere a las horas hombre invertidas empleadas durante el transcurso de alguna partida o actividad asignada en la ejecución del proyecto, es decir la fuerza laboral con la que se lleva a cabo la ejecución de las actividades en una jornada diaria.

Horas Hombre Ganadas: De la misma forma cada partida ejecutada genera horas hombre de las actividades realizadas, sin embargo, solo se consideran horas hombre ganadas si dicha actividad es terminada dentro del plazo programado.

Para poder calcular el índice de desempeño de costo (CPI). Se obtiene del cociente de horas hombre ganadas entre horas hombre gastadas. Los resultados obtenidos luego del proceso de cálculo del CPI semanal y acumulado se representan bajo la siguientes figuras y tablas. Se obtuvieron las horas hombre gastadas del

formato de reporte de las reuniones diarias (Daily Report) y se manejaron en un cuadro las cantidades seleccionadas según el periodo de las 20 semanas.

Para poder calcular las horas hombre gastadas en el proyecto, se tomo la cantidad que indica en los reportes diarios de todas las horas trabajadas en una jornada laboral, como se aprecia en la siguiente figura.

Figura 38

Grafico de Obtención de Horas Hombre Gastadas

PERSONAL DE CONSTRUCCIÓN						
DESCRIPCIÓN	CONTRACT.	CANT. EN PROYECTO	CANT. EN OBRA	CANTIDAD DESCANSO	EN PROCESO %	HH TOTALES
Personal Directo						
Operador de Equipo pesado	38	43	29	10	4	290
Capataz	3	4	3	0	1	30
Operario	44	66	40	14	12	400
Oficial	40	40	22	14	4	220
Peón	45	39	24	14	1	240
Vigía	18	20	16	3	1	160
TOTAL DIRECTO CYM	188	212	134	55	23	1,340

Nota. Primera sección del reporte diario Fuente: Elaboración Propia

Como se logra apreciar en la Figura anterior, se obtiene un total de 134 personas agrupadas en rangos de Operadores de equipo pesado, capataces, operarios, oficiales, peones y vigías, luego de obtener la cantidad de personal de mano directa en el proyecto se procede a multiplicar por la cantidad de horas de jornada que se ejecutaran en el día, Para nuestro proyecto se tiene una jornada laboral de 10 horas al día, tal como se puede apreciar el resultado del cálculo obtenido en la figura (40) de 1340 horas hombre.

Figura 39

Cuadro Indicativo del Valor del CPI en la Semana 66

SEMANA 66				
SPI	CPI	HH/ GANADAS	HH/ GASTADAS	HH/ PROGRAMADAS
	0.94	5990.27	6345.00	
PROGRAMADO		REAL		DEFASE
2.78%		4.59%		1.81%

Nota. Fuente: Elaboración Propia

Tabla 10

Control de Horas Hombre Directas e Indirectas Acumulado

PERIODO	SEMANA	DÍA	FECHA	PERSONAL DIRECTO	PERSONAL INDIRECTO	HH DIRECTO	HH INDIRECTO	HH ACUM DIRECTO	HH ACUM INDIRECTO	HH TOTAL
SEM 1	SEM 3060	SÁBADO	18/09/2021	125	54	1250	540	1250	540	1790
		DOMINGO	19/09/2021	138	59	1104	472	2354	1012	3366
		LUNES	20/09/2021	138	59	1380	590	3734	1602	5336
		MARTES	21/09/2021	138	59	1380	590	5114	2192	7306
		MIÉRCOLES	22/09/2021	143	54	1430	540	6544	2732	9276
		JUEVES	23/09/2021	143	54	1430	540	7974	3272	11246
		VIERNES	24/09/2021	143	54	1430	540	9404	3812	13216
SEM 2	SEM 3061	SÁBADO	25/09/2021	143	54	1430	540	10834	4352	15186
		DOMINGO	26/09/2021	143	54	1144	432	11978	4784	16762
		LUNES	27/09/2021	143	54	1430	540	13408	5324	18732
		MARTES	28/09/2021	143	54	1430	540	14838	5864	20702
		MIÉRCOLES	29/09/2021	134	54	1340	540	16178	6404	22582
		JUEVES	30/09/2021	134	54	1340	540	17518	6944	24462
		VIERNES	01/10/2021	134	54	1340	540	18858	7484	26342
SEM 3	SEM 3062	SÁBADO	02/10/2021	134	54	1340	540	20198	8024	28222
		DOMINGO	03/10/2021	134	54	1072	432	21270	8456	29726
		LUNES	04/10/2021	134	54	1340	540	22610	8996	31606
		MARTES	05/10/2021	134	54	1340	540	23950	9536	33486
		MIÉRCOLES	06/10/2021	142	44	1420	440	25370	9976	35346
		JUEVES	07/10/2021	142	44	1420	440	26790	10416	37206
		VIERNES	08/10/2021	142	44	1420	440	28210	10856	39066
SEM 4	SEM 3063	SÁBADO	09/10/2021							
		DOMINGO	10/10/2021	142	44	994	308	29204	11164	40368
		LUNES	11/10/2021	142	44	1420	440	30624	11604	42228
		MARTES	12/10/2021	142	44	1420	440	32044	12044	44088
		MIÉRCOLES	13/10/2021	131	52	1310	520	33354	12564	45918
		JUEVES	14/10/2021	131	52	1310	520	34664	13084	47748
		VIERNES	15/10/2021	131	52	1310	520	35974	13604	49578
SEM 5	SEM 3064	SÁBADO	16/10/2021	131	52	1310	520	37284	14124	51408
		DOMINGO	17/10/2021	131	52	917	364	38201	14488	52689
		LUNES	18/10/2021	131	52	1310	520	39511	15008	54519
		MARTES	19/10/2021	131	52	1310	520	40821	15528	56349
		MIÉRCOLES	20/10/2021	138	49	1380	490	42201	16018	58219
		JUEVES	21/10/2021	138	49	1380	490	43581	16508	60089
		VIERNES	22/10/2021	138	49	1380	490	44961	16998	61959
SEM 6	SEM 3065	SÁBADO	23/10/2021	138	49	1380	490	46341	17488	63829
		DOMINGO	24/10/2021	138	49	966	343	47307	17831	65138
		LUNES	25/10/2021							
		MARTES	26/10/2021	146	50	1460	500	48767	18331	67098
		MIÉRCOLES	27/10/2021	164	61	1640	610	50407	18941	69348
		JUEVES	28/10/2021	164	61	1640	610	52047	19551	71598
		VIERNES	29/10/2021	164	61	1640	610	53687	20161	73848
SEM 7	SEM 3066	SÁBADO	30/10/2021	164	61	1640	610	55327	20771	76098
		DOMINGO	31/10/2021	164	61	1148	427	56475	21198	77673
		LUNES	01/11/2021	164	61	1640	610	58115	21808	79923
		MARTES	02/11/2021	164	61	1640	610	59755	22418	82173
		MIÉRCOLES	03/11/2021	178	66	1780	660	61535	23078	84613
		JUEVES	04/11/2021	178	66	1780	660	63315	23738	87053
		VIERNES	05/11/2021	178	66	1780	660	65095	24398	89493
SEM 8	SEM 3067	SÁBADO	06/11/2021	178	66	1780	660	66875	25058	91933
		DOMINGO	07/11/2021	178	66	1780	660	68655	25718	94373
		LUNES	08/11/2021	177	64	1770	640	70425	26358	96783
		MARTES	09/11/2021	177	64	1770	640	72195	26998	99193
		MIÉRCOLES	10/11/2021	176	62	1760	620	73955	27618	101573
		JUEVES	11/11/2021	168	61	1680	610	75635	28228	103863
		VIERNES	12/11/2021	168	61	1680	610	77315	28838	106153
SEM 9	SEM 3068	SÁBADO	13/11/2021	168	61	1680	610	78995	29448	108443
		DOMINGO	14/11/2021	168	61	1176	427	80171	29875	110046
		LUNES	15/11/2021	168	61	1680	610	81851	30485	112336

		MARTES	16/11/2021	187	66	1870	660	83721	31145	114866
		MIÉRCOLES	17/11/2021	215	62	2150	620	85871	31765	117636
		JUEVES	18/11/2021	215	62	2150	620	88021	32385	120406
		VIERNES	19/11/2021	215	62	2150	620	90171	33005	123176
		SÁBADO	20/11/2021	215	62	2150	620	92321	33625	125946
		DOMINGO	21/11/2021	215	62	1505	434	93826	34059	127885
		LUNES	22/11/2021	215	62	2150	620	95976	34679	130655
SEM 10	SEM 3069	MARTES	23/11/2021	215	62	2150	620	98126	35299	133425
		MIÉRCOLES	24/11/2021	224	65	2240	650	100366	35949	136315
		JUEVES	25/11/2021	224	65	2240	650	102606	36599	139205
		VIERNES	26/11/2021	224	65	2240	650	104846	37249	142095
		SÁBADO	27/11/2021	221	62	2210	620	107056	37869	144925
		DOMINGO	28/11/2021	221	62	2210	620	109266	38489	147755
		LUNES	29/11/2021	221	62	2210	620	111476	39109	150585
SEM 11	SEM 3070	MARTES	30/11/2021	221	62	2210	620	113686	39729	153415
		MIÉRCOLES	01/12/2021	213	62	2130	620	115816	40349	156165
		JUEVES	02/12/2021	213	62	2130	620	117946	40969	158915
		VIERNES	03/12/2021	209	62	2090	620	120036	41589	161625
		SÁBADO	04/12/2021	205	62	2050	620	122086	42209	164295
		DOMINGO	05/12/2021	205	62	1435	434	123521	42643	166164
		LUNES	06/12/2021	205	62	2050	620	125571	43263	168834
SEM 12	SEM 3071	MARTES	07/12/2021	201	62	2010	620	127581	43883	171464
		MIÉRCOLES	08/12/2021	177	66	1770	660	129351	44543	173894
		JUEVES	09/12/2021	177	66	1770	660	131121	45203	176324
		VIERNES	10/12/2021	177	66	1770	660	132891	45863	178754
		SÁBADO	11/12/2021	177	66	1770	660	134661	46523	181184
		DOMINGO	12/12/2021	177	66	1239	462	135900	46985	182885
		LUNES	13/12/2021	177	66	1770	660	137670	47645	185315
SEM 13	SEM 3072	MARTES	14/12/2021	176	60	1760	600	139430	48245	187675
		MIÉRCOLES	15/12/2021	176	60	1760	600	141190	48845	190035
		JUEVES	16/12/2021	176	60	1760	600	142950	49445	192395
		VIERNES	17/12/2021	135	51	1350	510	144300	49955	194255
		SÁBADO	18/12/2021	135	51	1350	510	145650	50465	196115
		DOMINGO	19/12/2021	135	51	945	357	146595	50822	197417
		LUNES	20/12/2021	135	51	1350	510	147945	51332	199277
SEM 14	SEM 3073	MARTES	21/12/2021	135	51	1350	510	149295	51842	201137
		MIÉRCOLES	22/12/2021	135	51	1350	510	150645	52352	202997
		JUEVES	23/12/2021	0	3	0	30	150645	52382	203027
		VIERNES	24/12/2021	0	3	0	30	150645	52412	203057
		SÁBADO	25/12/2021	0	3	0	30	150645	52442	203087
		DOMINGO	26/12/2021	0	3	0	30	150645	52472	203117
		LUNES	27/12/2021	0	3	0	30	150645	52502	203147
SEM 15	SEM 3074	MARTES	28/12/2021	0	3	0	30	150645	52532	203177
		MIÉRCOLES	29/12/2021	0	3	0	30	150645	52562	203207
		JUEVES	30/12/2021	0	3	0	30	150645	52592	203237
		VIERNES	31/12/2021	0	3	0	30	150645	52622	203267
		SÁBADO	01/01/2022	0	3	0	30	150645	52652	203297
		DOMINGO	02/01/2022	0	3	0	30	150645	52682	203327
		LUNES	03/01/2022	0	3	0	30	150645	52712	203357
SEM 16	SEM 3075	MARTES	04/01/2022	0	3	0	30	150645	52742	203387
		MIÉRCOLES	05/01/2022	0	3	0	30	150645	52772	203417
		JUEVES	06/01/2022	0	3	0	30	150645	52802	203447
		VIERNES	07/01/2022	0	3	0	30	150645	52832	203477
		SÁBADO	08/01/2022	0	3	0	30	150645	52862	203507
		DOMINGO	09/01/2022	0	3	0	30	150645	52892	203537
		LUNES	10/01/2022	0	3	0	30	150645	52922	203567
SEM 17	SEM 3076	MARTES	11/01/2022	0	3	0	30	150645	52952	203597
		MIÉRCOLES	12/01/2022	0	3	0	30	150645	52982	203627
		JUEVES	13/01/2022	0	3	0	30	150645	53012	203657
		VIERNES	14/01/2022	0	3	0	30	150645	53042	203687
		SÁBADO	15/01/2022	0	3	0	30	150645	53072	203717
		DOMINGO	16/01/2022	0	3	0	30	150645	53102	203747
		LUNES	17/01/2022	0	3	0	30	150645	53132	203777
SEM 18	SEM 3077	MARTES	18/01/2022	0	3	0	30	150645	53162	203807
		MIÉRCOLES	19/01/2022	0	3	0	30	150645	53192	203837
		JUEVES	20/01/2022	0	3	0	30	150645	53222	203867
		VIERNES	21/01/2022	0	3	0	30	150645	53252	203897

		SÁBADO	22/01/2022	0	3	0	30	150645	53282	203927
		DOMINGO	23/01/2022	0	3	0	30	150645	53312	203957
		LUNES	24/01/2022	0	3	0	30	150645	53342	203987
SEM 19	SEM 3078	MARTES	25/01/2022	0	3	0	30	150645	53372	204017
		MIÉRCOLES	26/01/2022	0	3	0	30	150645	53402	204047
		JUEVES	27/01/2022	0	3	0	30	150645	53432	204077
		VIERNES	28/01/2022	0	3	0	30	150645	53462	204107
		SÁBADO	29/01/2022	0	3	0	30	150645	53492	204137
		DOMINGO	30/01/2022	0	3	0	30	150645	53522	204167
		LUNES	31/01/2022	0	3	0	30	150645	53552	204197
SEM 20	SEM 3079	MARTES	01/02/2022	0	3	0	30	150645	53582	204227
		MIÉRCOLES	02/02/2022	0	3	0	30	150645	53612	204257
		JUEVES	03/02/2022	0	3	0	30	150645	53642	204287
		VIERNES	04/02/2022	0	3	0	30	150645	53672	204317

Nota. Fuente: Elaboración Propia

Posteriormente se procedió a organizar los datos obtenidos de las tablas anteriores de horas hombre gastadas, dando lugar a un resumen de horas hombre semanalmente tal como se muestra en la siguiente tabla

Tabla 11

Cuadro comparativo de horas hombre

Semanas	Horas Hombre Ganadas	H H Gana. Acumulada	Horas Hombre Gastadas	H H Gast. Acumulada
SEM 53	1756.96	1756.96	9404.00	9404.00
SEM 54	3380.47	5137.43	9454.00	18858.00
SEM 55	3943.28	9080.71	9352.00	28210.00
SEM 56	4886.39	13967.10	7764.00	35974.00
SEM 57	6148.80	20115.90	8987.00	44961.00
SEM 58	6157.83	26273.73	8726.00	53687.00
SEM 59	7541.24	33814.97	11408.00	65095.00
SEM 60	8362.96	42177.92	12220.00	77315.00
SEM 61	8767.02	50944.94	12856.00	90171.00
SEM 62	7247.06	58192.00	14675.00	104846.00
SEM 63	10298.90	68490.90	15190.00	120036.00
SEM 64	9027.58	77518.48	12855.00	132891.00
SEM 65	9277.37	86795.85	11409.00	144300.00
SEM 66	5990.27	92786.12	6345.00	150645.00
SEM 67	0.00	92786.12	0.00	150645.00
SEM 68	0.00	92786.12	0.00	150645.00
SEM 69	0.00	92786.12	0.00	150645.00
SEM 70	0.00	92786.12	0.00	150645.00
SEM 71	0.00	92786.12	0.00	150645.00
SEM 72	0.00	92786.12	0.00	150645.00

Como se observa en la tabla 13, se tienen agrupadas tanto las horas hombre ganadas como las horas hombre gastas por semana y acumulativas, esto con el propósito de establecer la relación requerida para encontrar el CPI semanalmente el cual se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 12*Registro de CPI por Semana y Acumulado*

Semanas	CPI semanal	CPI acumulado
SEM 53	0.19	0.19
SEM 54	0.36	0.27
SEM 55	0.42	0.32
SEM 56	0.63	0.39
SEM 57	0.68	0.45
SEM 58	0.71	0.49
SEM 59	0.66	0.52
SEM 60	0.68	0.55
SEM 61	0.68	0.56
SEM 62	0.49	0.56
SEM 63	0.68	0.57
SEM 64	0.70	0.58
SEM 65	0.81	0.60
SEM 66	0.94	0.62
SEM 67	0.00	0.62
SEM 68	0.00	0.62
SEM 69	0.00	0.62
SEM 70	0.00	0.62
SEM 71	0.00	0.62
SEM 72	0.00	0.62

Nota. Fuente: Elaboración Propia

Como se puede apreciar en la tabla, se logró alcanzar un máximo de CPI de 0.94 en la semana 66 y un mínimo de SPI de 0.19 en la semana 53 dentro de las 20 semanas de estudio que se planteó a inicios de esta investigación. Destaca la variabilidad que se muestra como en todo proyecto de construcción, podemos observar que respecto a lo acumulado el CPI está por debajo de 1, lo que significa que se ha avanzado menos de lo que ha gastado, por lo cual se estaría excediendo del presupuesto de nuestro proyecto.

Como Resultado final de los cálculos realizados a nivel de valor ganado se obtiene el siguiente cuadro, tomando como valores los resultados obtenidos en la semana 66 de nuestro periodo de estudio en la presente tesis con el objetivo de

mejorar la planificación y control del proyecto: "Urbanización Concentradora Toquepala" aplicando la metodología del Last Planner System.

Figura 40

Esquema Descriptivo de Valores Acumulados Hasta la Semana 66

SEMANA 66				
SPI	CPI	HH/ GANADAS	HH/ GASTADAS	HH/ PROGRAMADAS
1.65	0.94	5990.27	6345.00	3628.91
PROGRAMADO		REAL		DESFASE
2.78%		4.59%		1.81%
ACUMULADO HASTA LA SEMANA 66				
SPI	CPI	HH/ GANADAS	HH/ GASTADAS	HH/ PROGRAMADAS
1.04	0.62	92786.12	150645.00	88925.88
PROGRAMADO		REAL		DESFASE
68.10%		71.06%		2.96%

Nota. Fuente: Elaboración Propia

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

Pons y Rubio (2019) en sus guías prácticas de Lean Construction ha demostrado que la metodología del Last Planner System, forman parte de una nueva era tecnológica y facilitan la planificación de las obras de construcción, potenciando el trabajo colaborativo entre todos los agentes intervinientes y mejorando los procedimientos. Comparando esta conclusión con los resultados obtenidos a nivel de Gestión de procura y Gestión de valor ganado en la presente tesis se puede discutir que la aplicación del LPS en el proyecto fue exitosa, ya que nos permitió mejorar en la planificación, seguimiento y control de todo el periodo estudiado en nuestro proyecto de construcción en el sector minero.

Howell (2002) en su guía para nuevos usuarios del Last Planner System, indica que para un buen desempeño del PPC está por encima del 80%, un desempeño pobre está por debajo del 60%. Equipos con experiencia mantienen un desempeño por encima del 85%. Comparando esta conclusión con nuestro resultado obtenido para el PPC acumulado al final del Periodo de estudio fue del 74% en la presente tesis se puede discutir que la confiabilidad y compromiso de las programaciones está dentro del rango a buen desempeño, ya que la tendencia a desarrollarse cada semana el PPC por lo general iba en aumento, pero aun así faltaría mejorar la planificación y control en el proyecto si queremos que ser parte del rango de equipos con experiencia.

Según nuestros resultados obtenidos de acuerdo a los indicadores de SPI semanalmente, presentan una tendencia mayor a 1, por lo cual podríamos afirmar que según las horas hombre planificadas estaríamos por encima con las horas hombre ganadas, sin embargo, según nuestros resultados obtenidos de acuerdo a los indicadores de CPI semanalmente, presentan una tendencia menor a 1, por lo cual podríamos afirmar que según las horas hombre ganadas estaríamos por encima con las horas hombre gastadas, por tal motivo podríamos discutir 2 posibilidades que se están presentando en el transcurso de la ejecución del proyecto.

La primera, en la semana se están ejecutando actividades no programadas la cual nos da mayor avance, pero nos genera mayor gasto de horas hombre, al ser ejecutadas por personal de rango no captado para esa actividad, como primera causal de realizar este tipo de actividades no programadas seria la falta de atención oportuna a la procura.

La segunda, en la semana se están ejecutando actividades programadas en horarios no establecidos, es decir horarios extendidos para lograr una meta puesta, la cual nos daría el cumplimiento y mayor avance, pero nos genera uso de mayor recurso para la ejecución de dichas actividades, que de igual forma estaría suscitada por la demora en la atención oportuna de la procura.

CONCLUSIONES

El uso del indicador de SPI del Proyecto influye positiva y significativamente en definir, si el rendimiento del proyecto en relación a la duración es el adecuado, porque nos ayuda a interpretar como es el comportamiento de lo planificado (Plan Maestro, Plan lookahead, Plan semanal y plan diario) con lo ejecutado en el proyecto.

El uso del indicador de CPI influye significativamente en definir si el rendimiento del proyecto en relación al costo es el adecuado, porque nos ayuda a interpretar como es el comportamiento del costo – eficiencia de los recursos presupuestados, es decir que los costos incurridos por la ejecución de las tareas no sobrepasen al presupuesto del proyecto.

El uso del Indicador en cumplimiento de procura del proyecto influye drástica y significativamente en la gestión operativa de la etapa constructiva de la obra, porque al analizar las causas de no cumplimiento de todo el periodo de 20 semanas, se pudo saber que el 50% era por parte del área de producción, sin embargo el 31% resulto ser por parte del área de administración y logística, dando sin lugar a dudas que los detalles causales en gran medida fueron por la falta y demora en atención a la adquisición de los recursos requeridos para la ejecución de la etapa constructiva del proyecto.

La aplicación del Last Planner System, como metodología de planificación y control en el proyecto, resulta ser un programa valido para diligenciar todo clase de proyectos de construcción civil, puesto que reduce la fluctuación de la planificación, proporcionando una correcta asignación de recursos y asegurando el cumplimiento de las actividades al realizar un análisis de restricciones en los planes intermedios y semanales de la etapa constructiva.

RECOMENDACIONES

Se recomienda que el LPS sea aplicado a cada proyecto según sus estándares. Debe existir flexibilidad en la adaptación. Las herramientas y los formatos que se utilicen deben ser simples y de fácil comprensión por todos los involucrados en el proyecto.

Se recomienda que para garantizar la efectividad del LPS, que todos los miembros asuman el compromiso con lo establecido en el proyecto, así como la capacitación constante a todos los participantes con el uso y forma de trabajo del LPS, ya que esto conlleva a ayudar a que el equipo comparta los objetivos del proyecto.

El Lookahead Planning debe ser ajustado a medida que se ejecuta el proyecto para realizar mejores planificaciones semanales y distribuir los trabajos de manera equitativa.

Se deben realizar capacitaciones constantes del uso del formato de planificación diaria y de los formatos de índice de producción, para que la información proporcionada en campo sea lo más real y confiable posible.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Angeli, C. (2017). *Implementacion del Sistema Last Planner en edificación en altura en una empresa constructora: estudio de casos de dos edificios en las comunas de las Condes y San Miguel*, [Tesis de pregrado, Universidad Andres Bello]. Repositorio institucional. Obtenido de <http://repositorio.unab.cl/xmlui/handle/ria/4601>
- Arias, K., & Yapuchura, V. (2019). *Aplicacion del método Last Planner System enfocado a criterios de sectorización para la construccion de centros comerciales, en la provincia de Tacna - 2018*, [Tesis de pregrado, Universidad Privada de Tacna]. Repositorio institucional. Obtenido de <http://repositorio.upt.edu.pe/handle/20.500.12969/831>
- Beauperthuy, L. D. (2016). ¿Por qué se retrasan las obras? *Construcción CVC*, 32-34.
- Chokewanka, V., & Sotomayor, J. (2018). *Sistema Last Planner para mejorar la planificación en la obra civil del centro de salud Picota - San Martín*, [Tesis de pregrado, Universidad de San Martín de Porres]. Repositorio institucional. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12727/4235>
- Espinoza, M. (1984). *Programación*. Buenos Aires: Humanitas. Obtenido de <http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/22043/Capitulo4.pdf>
- Gonzales, A. (2012). *Propuesta de implementación del Sistema Last Planner con el apoyo de modelación 4d para la obra gruesa de edificaciones*, [Tesis de pregrado, Universidad de Chile]. Repositorio institucional. Obtenido de https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/112493/cf-gonzalez_ar.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Guevara, J. (2015). *Guía practica para realizar una Pull Sesion*, [Tesis de pregrado, Universidad de los Andes Colombia]. Repositorio institucional. Obtenido de <https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/17757/u714237.pdf?sequence=1>
- Guevara, L., & Loayza, J. (2020). *Aplicación de la metodología Last Planner System para mejorar la ejecución de los proyectos de infraestructura sanitaria en la región Tacna - 2020*, [Tesis de pregrado, Universidad Privada de Tacna]. Repositorio institucional. Obtenido de <http://repositorio.upt.edu.pe/handle/20.500.12969/1572>
- Herrera, O., & Jeffrey, S. (2016). *Análisis de restricciones y productividad utilizando el sistema last planner para mejorar el flujo de trabajo en el túnel de presión en la central hidroeléctrica Quitaracsa I -2015*, [Tesis de pregrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. Repositorio institucional. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10757/620545>
- Loayza, W. (2019). *Apliación de la filosofía Lean Construcción en el planeamiento del proyecto Mejoramiento de los servicios de salud del hospital Hipolito Unanue, Tacna - 2018* [tesis de pregrado, Universidad Privada de Tacna]. Repositorio institucional. Obtenido de <http://repositorio.upt.edu.pe/handle/20.500.12969/831>

- Moyano, K., & Ventura, J. (2019). *Evaluación de la aplicación del Last Planner System en la construcción de edificios multifamiliares, en Trujillo. LA Libertad*, [Tesis de pregrado, Universidad Privada Antenor Orrego. Repositorio institucional. Obtenido de https://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/20.500.12759/4620/1/RE_ING.CIVIL_KATHERINE.MOYANO_JACKELIN.VENTURA_PLICACI%c3%93N.DEL.LAST.PLANNER_DATOS.PDF
- Real Academia Española. (2021). *Aplicación*. En Diccionario de la Lengua Española (edición del tricentenario). Obtenido de <https://dle.rae.es/aplicaci%C3%B3n>
- Rodriguez, K. (2017). *Implementacion de la metodología de planificación y control Last Planner en el proyecto de construcción: Unidad productiva San Rafael*, [Tesis de pregrado, Tecnológico de Costa Rica]. Repositorio institucional. Obtenido de <https://hdl.handle.net/2238/7296>
- Sanchis, I. (2013). *Last Planner System: un caso de estudio*, [Tesis de pregrado, Universidad Politécnica de Valencia]. Repositorio institucional. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10251/29693>
- Solís, R. (2009). Estudio de caso: demoras en la construcción de un proyecto en México. *Ingeniería*, 41-48. Obtenido de https://www.revista.ingenieria.uady.mx/volumen13/estudio_caso.pdf
- Torrealba, G. (17 de Marzo de 2020). *LinkenId*. Obtenido de LinkenId: <https://es.linkedin.com/pulse/last-planner-system-gesti%C3%B3n-%C3%A1gil-para-minimizar-los-de-torrealba>
- Yañez, J. (2019). *Aplicación de la metodología Last Planner como herramienta de planificación y control para la construcción de edificios multifamiliares de gran altura en la ciudad de lima*, [Tesis de pregrado, Universidad Católica de Santa María]. Repositorio institucional. Obtenido de <http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/handle/UCSM/9086>

ANEXOS

7.1. Matriz de consistencia

"APLICACIÓN DEL SISTEMA LAST PLANNER EN LA PLANIFICACION Y CONTROL DE LA ETAPA CONSTRUCTIVA DEL PROYECTO: URBANIZACION CONCENTRADORA TOQUEPALA, TACNA – 2022"				
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES	METODOLOGÍA
<p>Problema General</p> <p>¿Cuál es la influencia de la aplicación del sistema Last Planner en la planificación y control de la etapa constructiva del proyecto: Urbanización Concentradora Toquepala, Tacna - 2022?</p>	<p>Objetivo General</p> <p>Determinar la influencia de la aplicación del sistema Last Planner en la planificación y control de la etapa constructiva del proyecto: Urbanización Concentradora Toquepala.</p>	<p>Hipótesis General</p> <p>La aplicación del sistema Last Planner será de manera muy influyente en la planificación y control de la etapa constructiva del proyecto: Urbanización Concentradora Toquepala.</p>	<p>Variable Independiente</p> <p>Aplicación del Sistema Last Planner</p> <p>Indicadores:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Plan Maestro - Plan de Fases (pull) - Plan Lookahead - Plan Semanal - Porcentaje de plan completado - Causa de no cumplimiento <p>Escala:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Plan elaborado / plan no elaborado - Medición porcentual - Cumplimiento / no cumplimiento 	<p>Tipo de investigación</p> <p>Descriptiva, porque se investiga en la planificación y control de las obras proponiendo el sistema Last Planner en la etapa constructiva del proyecto, mejorando los tiempos, adquisición y optimización de recursos. Aplicada porque busca dar solución a un problema. Cuantitativa porque los datos son medibles.</p> <p>Nivel de Investigación</p> <p>Aprehensivo, porque analiza los resultados de la planificación y control en el sistema Last Planner.</p>
<p>Problemas Específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> - ¿Cuál es la influencia de la aplicación del sistema Last Planner en la planificación y control de plazos para mejorar la etapa constructiva del proyecto: "Urbanización Concentradora Toquepala"? - ¿Cuál es la influencia de la aplicación del sistema Last Planner en la planificación y control de costos para mejorar la etapa constructiva del proyecto: "Urbanización Concentradora Toquepala"? - ¿Cuál es la influencia de la aplicación del sistema Last Planner en la planificación y control de procura para mejorar la etapa constructiva del proyecto: "Urbanización Concentradora Toquepala"? 	<p>Objetivos Específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> - Determinar la influencia de la aplicación del sistema Last Planner en la planificación y control de plazos para mejorar la etapa constructiva del proyecto: Urbanización Concentradora Toquepala. - Determinar la influencia de la aplicación del sistema Last Planner en la planificación y control de costos para mejorar la etapa constructiva del proyecto: Urbanización Concentradora Toquepala. - Determinar la influencia de la aplicación del sistema Last Planner en la planificación y control de procura para mejorar la etapa constructiva del proyecto: Urbanización Concentradora Toquepala. 	<p>Hipótesis Especificas</p> <ul style="list-style-type: none"> - La aplicación del sistema Last Planner influirá significativamente en la planificación y control de los plazos de la etapa constructiva del proyecto. - La aplicación del sistema Last Planner influirá significativamente en la planificación y control de los costos de la etapa constructiva del proyecto. - La aplicación del sistema Last Planner influirá significativamente en la planificación y control de procura de la etapa constructiva del proyecto. 	<p>Variable Dependiente</p> <p>Planificación y Control</p> <p>Indicadores:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Desempeño de Programación - Desempeño de Costos - Desempeño de Procura <p>Escala:</p> <ul style="list-style-type: none"> - SPI - CPI - Cumplimiento / no cumplimiento 	<p>Diseño de Investigación</p> <p>Longitudinal, porque se toman muestras en prospectiva porque los datos tomados son evaluados con tablas y gráficos, en retrospectiva porque buscan las razones por las que no se ejecutaron actividades. Transversal, porque se recolectan datos en un mismo instante de tiempo.</p>