



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA



**“LAST PLANNER SYSTEM EN LA EJECUCIÓN DE OBRA DE
AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO EN LA COMUNIDAD DE
UMPUCO - PALCA - LAMPA - PUNO”**

TESIS

PRESENTADA POR:

Bach. ANDREA FIDELA RAMOS QUISPE

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÍCOLA

PUNO – PERÚ

2022



DEDICATORIA

A Dios, por ser mi gran guía y por darme la oportunidad más grande que quiero optar en mi vida, y fortalece mi corazón e ilumina mi mente además eres increíble quien me puso en mi camino a personas que han estado siempre conmigo y compañía durante todo el tiempo de mis estudios.

A mi familia; papá Felicidad, mamá Ginés, a mis hermanos Francisco, Edgar, Fredy, Ruht y Marisol por su ayuda incondicional en todos los momentos de mi vida, para ellos este reconocimiento por ese esfuerzo y sacrificio las cuales me permitieron llegar hasta aquí. Y a la persona que me motiva a continuar mis sueños y metas.

A mi querido, novio Winfer y a mi hijo Stephen; ellos son mi motivo y la fuente de darme fuerza, ánimo y muchas aspiraciones.

Andrea Fidela Ramos Quispe



AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mi alma mater la Universidad Nacional del Altiplano y a la Escuela Profesional de Ingeniería Agrícola, por haberme formado como profesional.

A mis profesores de la Facultad de Ingeniería Agrícola, por sus valiosas enseñanzas impartidas y el tiempo dedicado para el logro de mi profesión.

Al Dr. Germán Belizario Quispe, por la oportuna orientación y guía en el desarrollo del presente trabajo de investigación.

A mi novio Winfer, por su apoyo incondicional y desinteresado y a mi bebé por la motivación, y a todas las personas quienes me brindaron su ayuda.

Andrea Fidela Ramos Quispe



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTOS

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

RESUMEN	12
ABSTRACT.....	13

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	15
1.1.1. Problema general	16
1.1.2. Problemas específicos	16
1.2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	17
1.3. OBJETIVOS.....	17
1.3.1. Objetivo general.....	17
1.3.2. Objetivos específicos	17
1.4. HIPÓTESIS	18
1.4.1. Hipótesis general.....	18
1.4.2. Hipótesis específicas.....	18

CAPITULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	19
2.1.1. Antecedentes internacionales.....	19



2.1.2. Antecedentes nacionales	20
2.2. MARCO TEÓRICO	22
2.2.1. Pensamiento de Lean Construction.....	22
2.2.2. Filosofía Lean Construction.....	23
2.2.3. Inicios de Last Planner System.....	25
2.2.4. Last Planner System.....	34
2.2.5. Plan de operaciones	37
2.2.6. Indicador de confiabilidad de PPC	37
2.2.7. Reunión semanal de producción	38
CAPÍTULO III	
MATERIALES Y MÉTODOS	
3.1. MATERIALES.....	39
3.1.1. Materiales de escritorio y cómputo.....	39
3.1.2. Lugar de investigación.....	39
3.1.3. Ubicación política	39
3.1.4. Ubicación geográfica	39
3.1.5. Vías de acceso.....	40
3.1.6. Ubicación geográfica del proyecto	41
3.1.7. Relieve topográfico	42
3.1.8. Caso de estudio de la obra	42
3.2. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	42
3.2.1. Plan maestro.....	43
3.2.2. Lookahead Planning (planificación intermedia).....	46
3.2.3. Porcentaje de Plan de Cumplimiento (PPC).....	50
3.2.4. Características de Last Planner System	52



3.2.5. Diseño del método de investigación	53
3.2.6. Fuentes técnicas e instrumentos de selección de datos	54
3.2.7. Procesamiento y presentación de datos	55
3.3. LUGAR DE EJECUCIÓN DE LA OBRA.....	58
3.3.1. Área que se asignó para la ejecución de la obra	58
3.3.2. Especificaciones técnicas de la obra	58
3.3.3. Presupuesto de obra	58
3.3.4. Organización de la Obra.	59
3.4. ENFOQUE LAST PLANNER SYSTEM EN LOS PROYECTOS	60
3.4.1. Matriz de herramienta de Last Planner System	60
3.4.2. Implementación del Last Planner System.....	60
CAPÍTULO IV	
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	
4.1. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS.....	62
4.1.1. Diseño del master plan para mejorar la planificación de la obra.....	62
4.1.2. Identificación, registro y análisis de las causas de no cumplimiento (CNC)	65
4.1.3. Controlar el Porcentaje de Plan de Cumplimiento (PPC).....	67
4.1.4. Curva S y avance de obra	73
V. CONCLUSIONES.....	75
VI. RECOMENDACIONES	76
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	77
ANEXOS.....	80
Anexo 1. Cronograma de actividades.....	80
Anexo 2. Asignación de recursos	81



Anexo 3.	Consideraciones generales	82
Anexo 4.	Matriz de consistencia	85
Anexo 5.	Seguridad y Salud en el Trabajo, Comunidad Umpuco.....	86
Anexo 6.	Charlas de uso correcto de herramientas el cumplimiento el cronograma en la obra.....	86
Anexo 7.	Se observa al personal de salud realizando el control de temperatura al personal obrero	87
Anexo 8.	Presencia de aguas por exceso de lluvias.....	87
Anexo 9.	Sala de Reuniones de Producción Semanales ambientada con las pizarras y Post-it's donde se ubicaba el Lookahead Planning.....	88
Anexo 10.	Láminas de arquitectura.....	88

Área: Ingeniería y tecnología

Línea: Ingeniería de infraestructura rural

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 26 de julio de 2022



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Herramientas del Lean Desing.....	24
Tabla 2.	Diferencia entre los sistemas de gestión tradicionales y el Last Planner System.....	26
Tabla 3.	Control diario de trabajo	31
Tabla 4.	Acceso por vía terrestre desde la ciudad de Puno a comunidad de Umpuco	40
Tabla 5.	Resumen de presupuesto	58
Tabla 6.	Dimensiones de cuadrillas	63
Tabla 7.	Porcentaje de plan completado en la semana 1.....	68
Tabla 8.	Porcentaje del plan completado en la semana 2.....	69
Tabla 9.	Porcentaje de plan completado en la semana 3.....	69
Tabla 10.	Porcentaje de plan completado en la semana 10.....	70
Tabla 11.	Porcentaje de plan completado en la semana 21	71



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Modelo de flujo de producción Lean Production	20
Figura 2.	Pensamiento Last Planner (Capítulo Lean Perú).....	26
Figura 3.	Modelo de flujos.....	27
Figura 4.	Master plan	27
Figura 5.	Lookhead – LAP (Sistema Last Planner)	28
Figura 6.	Reglas Lookhead Plannig	29
Figura 7.	Plan semanal de producción	30
Figura 8.	Control diario de trabajo (Sistema Last Planner)	32
Figura 9.	Esquema Last Planner	33
Figura 10.	Estructura completa del Last Planner System	34
Figura 11.	Plan de cumplimiento PPC	35
Figura 12.	Planeamiento LookAhead.....	36
Figura 13.	Sistema Pull	37
Figura 14.	Ubicación y lugar de estudio	41
Figura 15.	Master Plan-Umpuco.....	44
Figura 16.	Fases de mitología de implementación LPS.....	45
Figura 17.	Restricciones de un proyecto	46
Figura 18.	Plan semanal	47
Figura 19.	LAP en el tiempo.....	48
Figura 20.	Porcentaje de plan de cumplimiento.....	50
Figura 21.	LAP en el tiempo (Consideraciones).....	51
Figura 22.	Plan diario y plan semanal de producción	52
Figura 23.	Herramientas aplicadas.....	54
Figura 24.	La ejecución de obra de agua potable y saneamiento.....	56



Figura 25.	Vista aérea de la comunidad de Umpuco	57
Figura 26.	Personal staff de obra “Consortio ejecutor de la Comunidad de Umpuco”	59
Figura 27.	Sectores para la ejecución de la obra.....	61
Figura 28.	Metrado por sector del proyecto.....	63
Figura 29.	Histograma y campana de Gauss.....	64
Figura 30.	Rendimiento acumulado	64
Figura 31.	Curva de producción de la ejecución.....	65
Figura 32.	Análisis de causas de no cumplimiento.....	66
Figura 33.	Porcentaje de Plan de no Cumplido (PPC).....	67
Figura 34.	Fórmula de cálculo de PPC (%)	68
Figura 35.	Resumen de porcentaje de plan de cumplimiento	71
Figura 36.	Porcentaje del Plan Cumplido (PPC)	72
Figura 37.	Porcentaje de Plan Cumplido (PPC) Acumulado	72
Figura 38.	Plan de cumplimiento PPC Acumulada	73
Figura 39.	Curva S de la obra de agua potable y saneamiento	74



ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

LSP	: Last Planner System
SUP	: Sistema del Último Planificador
PPC	: Porcentaje de Plan Cumplido
CNC	: Causas de No Cumplimiento
LC	: Lean Construction
LP	: Lean Production
CPLCI	: Capítulo Peruano del Lean Construction Institute
PUCP	: Pontificia Universidad Católica del Perú
UNA	: Universidad Nacional del Altiplano
ITE	: Inventario de Trabajo Ejecutable
SAC	: Servicio Anónima Cerrado
JCC	: Joseph Cutipa Campos
NGA	: Nivel General de Actividades
CB	: Cartas Balance
RPM	: Rutina del Plan Maestro
TT	: Tren de Trabajo



RESUMEN

En la presente investigación se aplica un sistema de planificación en la ejecución de una obra de agua potable y saneamiento, y explica el impacto que tiene la puesta en función de una herramienta de gestión de productividad sobre el control y mejora de la ejecución. El objetivo es aplicar el Last Planner System en la ejecución de “obra de agua potable y saneamiento, comunidad de Umpuco - Palca - Lampa – Puno”. En este proyecto se implementó el Last Planner System por 21 semanas, para evaluar cuantitativamente el retraso generado en la ejecución, y medir los datos estadísticamente, luego se describió el cómo se desarrolla la planificación en la ejecución de obra de agua potable y saneamiento utilizando las herramientas de este Sistema Last Planner, como: planificación maestra, planeamiento LookAhead y el Porcentaje de Plan de Cumplimiento de las actividades programadas. Las instrucciones al personal de obra y las reuniones semanales fueron el procedimiento empleado para evaluar la situación del proyecto para cumplir con los objetivos; también, se monitoreó y controló el avance y plazo de ejecución con la curva S, y darle más soporte a la programación. Como resultados se puede indicar que es una buena práctica; con resultados favorables, pues se terminó en el plazo programado a pesar de las adversidades climatológicas del momento. Se concluye que, notoriamente hubo mejora en la planificación y ejecución de la obra, mediante el uso del Last Planner System y se pudo revertir el atraso de 5% en la semana 10.

Palabras clave: Control de avance y plazo, planificación, sistema Last Planner,



ABSTRACT

This research deals with the application of a planning system in the execution of a drinking water and sanitation project, and explains the impact that the implementation of a productivity management tool has on the control and improvement of the execution. The objective is to apply the Last Planner System in the execution of "drinking water and sanitation works in the community of Umpuco - Palca - Lampa - Puno". In this project the Last Planner System was implemented for 21 weeks, to evaluate the delay generated in the execution, quantitatively, and the results were measured based on statistical data, then it was described how the planning is developed in the execution of drinking water and sanitation works using the tools of this Last Planner System, such as: master planning, LookAhead planning and the Percentage of Compliance Plan of the programmed activities. Instructions to site personnel and weekly meetings were the procedure used to evaluate the status of the project to meet the objectives; also, the progress and execution deadline were monitored and controlled with the S curve, and to give more support to the programming. The results indicate that it is a good practice, with favorable results, since the project was completed on schedule despite the adverse weather conditions at the time. It is concluded that there was a noticeable improvement in the planning and execution of the work, through the use of the Last Planner System and it was possible to reverse the 5% delay in week 10.

Keywords: Progress and deadline control, Last Planner System, planning.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

El crecimiento económico de nuestro país hace que muchos sectores de la economía se dinamicen y uno de ellos es el sector construcción, a esto podemos añadir las brechas que aún existen en materia de infraestructura de saneamiento básico y agua potable, siendo estos dos aspectos una enorme oportunidad para el planteamiento de proyectos en nuestro país.

Es en ese sentido que actualmente se tiene muchos proyectos en ejecución en nuestro país; sin embargo, su cumplimiento tiene problemas debido a los aspectos de manejo administrativo y de planeamiento, pues estos son tradicionales que conllevan principalmente en el no cumplimiento de los plazos previstos o aún puede conducir hasta el abandono de la ejecución de los proyectos; esta situación plantea que se debe sugerir algunas alternativas de solución.

Las herramientas con las que cuenta el sistema Last Planner es una de ellas, que facilitan el óptimo uso de los recursos en obra y además mejora el cumplimiento de los plazos de entrega de obra, de tal manera que no se tenga atrasos, como se muestra en la ejecución de la obra de agua potable y saneamiento básico de la comunidad de Umpuco-Palca-Lampa.

En esta tesis los datos obtenidos se analizan con la metodología de Last Planner System en la ejecución de obra de agua potable y saneamiento rural, las cuales se fueron controlando los resultados semanalmente.



El objetivo es la aplicación del plan maestro, planeamiento LookAhead y Porcentaje de Plan de Cumplimiento en la ejecución de la obra de agua potable y saneamiento en la comunidad de Umpuco, Palca – Lampa – Puno.

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El incumplimiento de los plazos de entrega de las obras en los tiempos previstos, es un problema que se puede observar a diario en nuestra región, generando estos a su vez otros inconvenientes como precepción negativa a los proyectos por parte de la población, la cual inmediatamente va asociar a presencia de corrupción; además, conllevara a los sobrecostos que podría generar. Esta situación no es tomada en serio, pues esto demuestra debido a que muchos proyectos no toman algunas medidas para poder superarlos y continúan persistiendo con el mismo problema.

Entonces, el planteamiento de metodologías de la planificación adecuada para prevenir este importante problema; ya que el Last Planner System constituye una metodología para poder superar este problema gracias a sus herramientas de planificación maestra, planeamiento lokahead y plan porcentaje de cumplimiento, en la ejecución de obras de agua potable y saneamiento, en otras obras, así como en otras latitudes, es por esta razón que en esta investigación se plantea su uso en nuestra región.

Existen diversas razones por las cuales la planificación tradicional no se cumple (Ballard, 1994, p. 1-1):

La planificación tradicional se basa en la “predicción” de lo que va a suceder a cargo de la programación de la obra.

- *Una única persona realiza la planificación y define los hitos.*



- *Este último punto conlleva a que no se analicen los errores de la planificación y sus causas, y por lo tanto a que no se genere un aprendizaje.*
- *Plazos del proyecto cortos que necesitan un sistema de control para no generar penalidades por sobretiempos.*

1.1.1. Problema general

¿Cómo es la influencia del Last Planner System en la ejecución de obra de agua potable y saneamiento en la comunidad de Umpuco - Palca - Lampa – Puno?

1.1.2. Problemas específicos

- ¿Cómo influye la implementación del Master Plan y LookAhead (Planificación) en el Last Planner System en la ejecución de obra de agua potable y saneamiento en la comunidad de Umpuco - Palca - Lampa – Puno?
- ¿Cómo se identificó, registró y analizó de las causas de no cumplimiento (CNC) utilizando Last Planner System en la ejecución de obra de agua potable y saneamiento en la comunidad de Umpuco - Palca - Lampa – Puno?
- ¿Cómo controlar el Porcentaje de Plan de Cumplimiento (PPC) de las actividades usando el Last Planner System en la ejecución de obra de agua potable y saneamiento en la comunidad de Umpuco - Palca - Lampa – Puno?



1.2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

La pésima planificación de la obra es una causa principal del problema descrito líneas arriba, esta situación se debe a una deficiencia en la formación de profesionales encargados del manejo de los proyectos; es decir, el capital humano no tiene fortalezas en la planificación adecuada de las obras tanto pública y privadas.

El uso de nuevas metodologías de planificación en la ejecución de obras inevitablemente va traer mejoras considerables, pues sus herramientas están creadas para ese objetivo; su desconocimiento tal vez sea un factor que justifique la existencia del problema descrito del no cumplimiento de obras en los tiempos previstos.

En consecuencia, la generación de resultados positivos para superar el problema descrito a través del uso de esta metodología justifica la necesidad de su implementación en los proyectos que se ejecutan y se ejecutarán en nuestra región, especialmente en las obras de agua potable y de saneamiento básico, constituyendo una herramienta imprescindible en su uso.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo general

Aplicar el Last Planner System en la ejecución de obra de agua potable y saneamiento en la comunidad de Umpuco - Palca - Lampa – Puno.

1.3.2. Objetivos específicos

- Implementar el Master Plan y LookAhead Planning Last Planner System en la ejecución de obra de agua potable y saneamiento en la comunidad de Umpuco - Palca - Lampa – Puno.



- Analizar las causas de no cumplimiento (CNC) utilizando Last Planner System en la ejecución de obra de agua potable y saneamiento en la comunidad de Umpuco - Palca - Lampa – Puno
- Controlar el porcentaje de plan de cumplimiento (PPC) de las actividades usando Last Planner System en la ejecución de obra de agua potable y saneamiento en la comunidad de Umpuco - Palca - Lampa – Puno.

1.4. HIPÓTESIS

1.4.1. Hipótesis general

El Last Planner System mejora el tiempo de ejecución de la obra de agua potable y saneamiento en la comunidad de Umpuco - Palca - Lampa – Puno.

1.4.2. Hipótesis específicas

- La implementación de Master Plan y Lookahead Planning mejora en la obra de agua potable y saneamiento de la comunidad de Umpuco, distrito de Palca – Lampa – Puno.
- La identificación, el registro y el análisis de las causas de no cumplimiento (CNC) mejora en la ejecución de obra de agua potable y saneamiento en la comunidad de Umpuco - Palca - Lampa – Puno
- El control del porcentaje de plan del cumplimiento (PPC) de las actividades, mejora la planificación de la obra de agua potable y saneamiento en la comunidad de Umpuco, distrito de Palca – Lampa – Puno.



CAPITULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. Antecedentes internacionales

Diaz (2007) indica que “la aplicación del Last Planner System en la construcción de un edificio habitacional de mediana altura, ha dado resultados positivos, y considera que es una buena herramienta que reduce la variabilidad e incertidumbre propia del sector construcción y encuentra una principal ausencia en el caso que no exista una persona diferente a los técnicos de campo, que se ocupen por liberar restricciones que impiden la ejecución oportuna de las actividades programadas cada semana. Afirma también que el sistema de planificación y control ‘Último Planificador’ promueve importantes mejoras en el desempeño general del proyecto, teniendo como resultado una mejora considerable en la planificación de una obra”.

Glenn (2000) menciona “la necesidad de implementar el Last Planner Systemen en la producción, pues su aplicación mejoro hasta en un 90 %, además indica que se debe medir los beneficios del plan de mejora en calidad, costo y tiempo, y que se deben retroalimentarse y actualizarse tanto la planificación intermedia y el plan maestro de acuerdo a las variaciones que surja respecto al plan inicial y que se debe socializar esas variaciones”.

Koskela (1992), menciona que “la construcción debe adoptar la nueva filosofía de producción, tradicionalmente, la construcción ha tratado de mejorar su competitividad haciendo que las conversiones sean cada vez más eficientes. Sin embargo, a juzgar por la experiencia de la industria manufacturera, la construcción podría conseguir mejoras

espectaculares simplemente identificando y eliminando las actividades que no son de conversión (que no añaden valor), la adopción de la nueva filosofía de producción supondrá un cambio de paradigma fundamental para la industria de la construcción”.

El modelo de flujo de procesos tiene como objetivo eliminar las pérdidas y reducir los tiempos de ejecución de las actividades, de acuerdo a la siguiente figura:

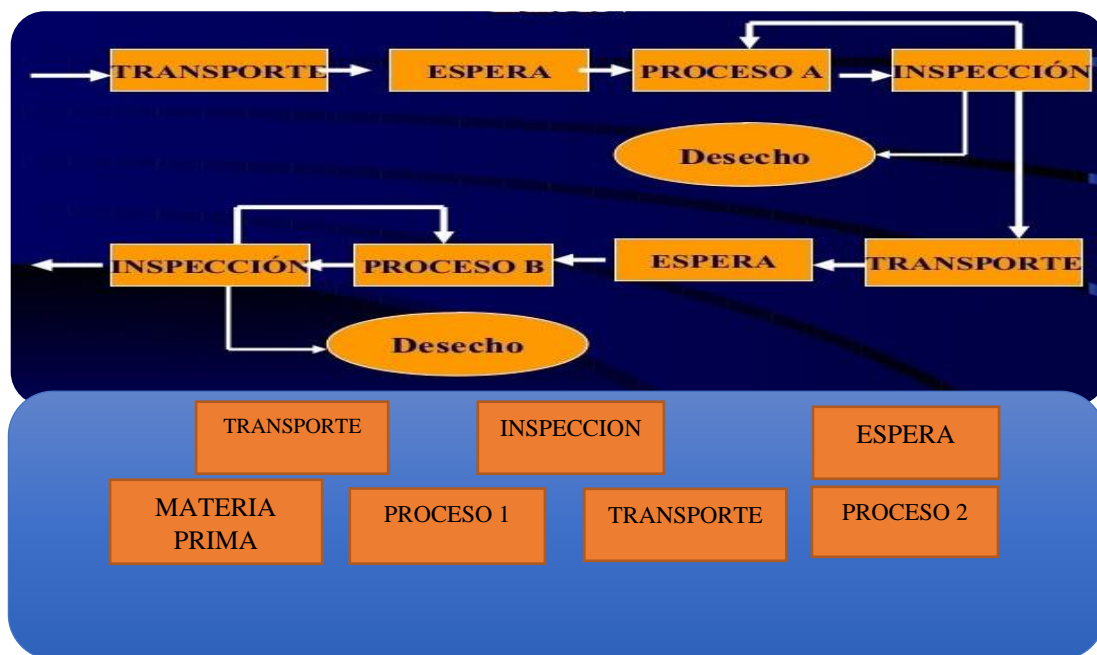


Figura 1. Modelo de flujo de producción Lean Production

Fuente: Koskela (1995).

En la Figura 1, se muestra la variabilidad entre procesos; es decir, hay desperdicios como los transportes, materia prima, entre otros; el modelo de flujo de procesos busca disminuir luego generar en totalidad su valor.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Ramírez (2012), menciona la importancia de la optimización de los procesos de construcción para lo cual identifiqué esos factores que influían negativamente en su productividad con la implementación del Last Planner System en un proyecto



inmobiliario; menciona también la parte operativa como la aplicación del tren de actividades con los equipos de trabajo de cada área, logrando de esa manera el mejor ordenamiento de las horas extra y evitando la rotación excesiva del personal.

Rojas Guevara y Silva Rafael (2019), obtuvieron dos resultados: primero la reducción del tiempo de ejecución de obra sin hacer algún uso adicional de los recursos y segundo disminuyeron los costos generales; estos resultados fueron logrados debido a la implementación del Last Planner System, sectorizando adecuadamente, calculando los rendimientos de trabajo en cada cuadrilla, de esa manera también calcularon los trenes de trabajo.

Para Toledo (2017) hubo mejoras en la planificación de una obra, obteniéndose resultados positivos en el plan de porcentaje de cumplimiento PPC, eso se demuestra con un mejoramiento desde 21% hasta un 51% en la primera semana y en la última semana respectivamente. También menciona que en los tipos de trabajo de las partidas en el periodo de implementación se los identificó, caracterizó, y cuantificó, de esa manera se mejoró el rendimiento de cada cuadrilla. Finalmente indica que hubo en las nueve actividades planificadas un mejor control.

Chokewanka (2018) menciona que la implementación del Sistema Last Planner reduce el tiempo de ejecución de la construcción del proyecto y optimiza el uso de los recursos. También menciona que se incrementó de los rendimientos, pues había un retraso de 6% en la semana 13, respecto al expediente técnico; corroborando de esa manera la óptima de la planificación con el Last Planner System.

Aslam, Gao y Smith (2021), indican que *Lean construction* (LC) ha sido ampliamente aceptada como una filosofía sólida para permitir las prácticas de construcción sostenible (SC). También indican que los resultados del estudio mostraron



que 20 de los 32 retos identificados pueden superarse utilizando LC integrado con SC. Por último, se ha desarrollado una matriz de Lean Approaching Sustainability Tools (LAST) para proporcionar directrices a las partes interesadas en la construcción para la selección de prácticas/herramientas/técnicas de LC en la superación de los 15 retos más importantes.

2.1.3. Antecedentes locales

Para Flores (2016), el sistema Last Planner es muy útil, pues mejora el rendimiento de la productividad y reduce los tiempos de ejecución considerablemente, pero para lograr esos objetivos de eficiencia se debe implementar adecuadamente la parte operativa del sistema como es el mejoramiento de los problemas de la obra, siendo este una de las causas del incumplimiento de las obras, por lo tanto, el sistema recomienda que se debe hacer acciones correctivas.

2.2. MARCO TEÓRICO

La filosofía del Lean Construction “construcción sin pérdidas” tiene como objetivo minimizar el tiempo de ejecución desde un sistema tradicional, en el que no hay planificación, hacia un proceso ejecutivo de una obra, desde la idea del proyecto (Koskela, 1992; Abdelhamid et al., 2008).

2.2.1. Pensamiento de Lean Construction

Lean “significa depuración de desperdicios, en otras palabras, es una filosofía que orienta a que la producción sea óptima. Su uso se dio en el sector industrial a inicios del siglo XIX, en la fábrica de automóviles de Henry Ford. Pues inicialmente tenían el modelo de producción en masa, economías bajo escala y máquinas industriales con



capacidad de producir piezas a un bajo costo, era el modelo de producción” (Koskela, 2010).

2.2.2. Filosofía Lean Construction

Esta filosofía Lean cuyo “inicio ha sido en la industria ahora se aplica en varios sectores; sin embargo, en la construcción se debe adecuar los conceptos y sus herramientas para el logro de su objetivo general que busque “el mejoramiento continuo y la reducción de desperdicios” (Kosela, 1992).

En el sector de construcción esta filosofía “tiene el objetivo de reducir los inconvenientes de seguridad, calidad, pues Lean siempre estará presente en cada etapa del proyecto, desde el más simple e inicial hasta las actividades de campo; esto hace diferente respecto al sector industria pues este es más cambiante y no estandarizado como la industria” (Kosela, 1992).

Ahora esta filosofía de Lean Construction “se aplica en otro tipo de obras como: edificaciones, saneamiento, carreteras, y otras). Su principio es diseñar sistemas de producción con el objetivo de reducir los desperdicios, también la variabilidad, de tal manera que se debe generar un valor posible máximo. Valor, es todo aquello que facilite al cliente a cumplir sus objetivos, ósea a todos los procesos definidos por el cliente, las cuales son generados por el constructor; entretanto que la pérdida es toda actividad que tiene un costo, sin agregar valor al producto” (Howell, 1992).

Además, se plantean los siguientes tipos de trabajo (Howell, 1992):

- Trabajo Productivo: se define como aporta en forma directa a la producción, y como contribuye en el campo de ejecución de una obra.
- Trabajo Contributivo: en esta actividad se emplea charlas de seguridad.



- Trabajo No Contributivo: en esta actividad trabajos rehechos, falta orientaciones y más charlas.

Tabla 1. Herramientas del Lean Desing

LPDS	N	Herramienta	Fuente
Definición del proyecto	1	<i>Matriz de selección del equipo de diseño</i>	Pablo Orihuelas et al 2011
	2	<i>Cuaderno de diseño</i>	Pablo Orihuelas et al 2011
	3	<i>Matriz de necesidades y valores del inversionista</i>	Pablo Orihuelas et al 2011
	4	<i>Matriz de necesidades y valores del usuario final</i>	Pablo Orihuelas et al 2011
	5	<i>Base de datos repositorios</i>	Inés Castillo 2014
	6	<i>Matriz de alineación de propósitos</i>	Pablo Orihuelas et al 2011
	7	<i>Despliegue de la función de calidad (OFD)</i>	Yoji Akao 1978
Diseño Lean	8	<i>Reporte A3</i>	Toyota
	9	<i>Estacionamiento</i>	Cynthia Tsao et al 2002
	0	<i>Matriz de responsabilidades</i>	Carlos Formoso et a 1999
	1	<i>Tabla de entrada y salida</i>	Carlos Formoso et a 1999
	2	<i>Lista de tareas</i>	Luis Alarcón et a 1998
	3	<i>Lista de chequeo</i>	Luis Alarcón et a 1998
	4	<i>Solicitud de información (RFI)</i>	Grupo Internacional de Lean Construcción
	5	<i>Constructibilidad en el diseño</i>	Instituto de la Industria de la construcción 1986

Fuente: Castillo (2014).



2.2.3. Inicios de Last Planner System

La invención del Last Planner se “le atribuye a Ballard, el continuador de la idea fue Greg Howell; también se pueden considerar a Mike Casten y Laurie Koskela, quienes contribuyeron en su desarrollo. Su evolución y desarrollo más ocurrió en la década de los noventa a raíz del trabajo de consultoría de Glenn Ballard y Gregory Howell para el sector de construcción industrial. En ese periodo, el LPS demostró su crecimiento y aplicación combinando permanentemente la práctica con la teoría por medio de la investigación” (Ballard, 1994).

Glen Ballard (1994) publicó por primera vez como una herramienta que pueda contrarrestar las principales barreras en la construcción, y estas son:

- La planificación es un sistema de producción. Plenamente en la experiencia del profesional a cargo.
- La planificación se enfoca en disminuir el tiempo de ejecución en una obra a corto plazo.

Esta metodología del sistema Last Planner “se puede definir como la última persona o grupo de personas que asignarán funciones directas en campo para luego ser transmitidas a todo el personal en obra. El encargado trabaja siempre con el objetivo de lo que se piensa hacer realmente que se cumpla en la ejecución” (Ballar G. , 1994).

Además, se puede considerar la función de último planificador para lograr que lo que se quiere hacer que coincida con lo que realmente se pueda hacer y que al final ambas conlleven en lo que vamos a realizar. Las herramientas del Last Planner “a escala grande son los planes maestros, el Lookahead a 6 semanas, las programaciones semanales y diarias, etc. Todos estos persiguen un objetivo de llegar al detalle de la producción con un seguimiento diario. Además, se puede complementar con herramientas de medición

de la efectividad del Last Planner y sus programaciones en diferentes etapas, por medio del Porcentaje de Cumplimiento y Causas de no cumplimiento” (Ballar G. , 1994).

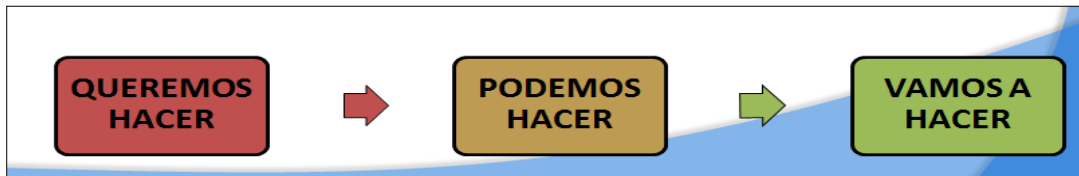


Figura 2. Pensamiento Last Planner (Capítulo Lean Perú)

Fuente: Ballar (1994).

Tabla 2. Diferencia entre los sistemas de gestión tradicionales y el Last Planner System

Sistemas de gestión tradicionales	Sistema de gestión Last Planner
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Planificación en base a supuestos con alta incertidumbre.</i> • <i>Planificación de actividades de transformación.</i> • <i>Debe → se hará → puede</i> • <i>Programa según criterio del programados.</i> • <i>Experiencia para mejorar futuros proyectos.</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Planificación en base a compromisos de corto plazo y confiables.</i> • <i>Planificación que considera el efecto de flujos</i> • <i>Debe → se hará → puede</i> • <i>Participación del personal clave en el proyecto</i> • <i>Monitoreo permanente del desempeño y las causas de no cumplimiento.</i>

Fuente: Nieto (2017).

El factor principal de Lean Construction es crear un Sistema de Producción, de modo que los plazos establecidos se hagan real, la calidad y los niveles de productividad elevados en obra; de tal manera cuentan con los siguientes pasos que debe cumplirse (Nieto, 2017; Akanbi et al., 2019):

a) Hacer que los flujos no paren

Se refiere a que los flujos que continúen hasta concluir y luego los desperdicios deben ser eliminados.

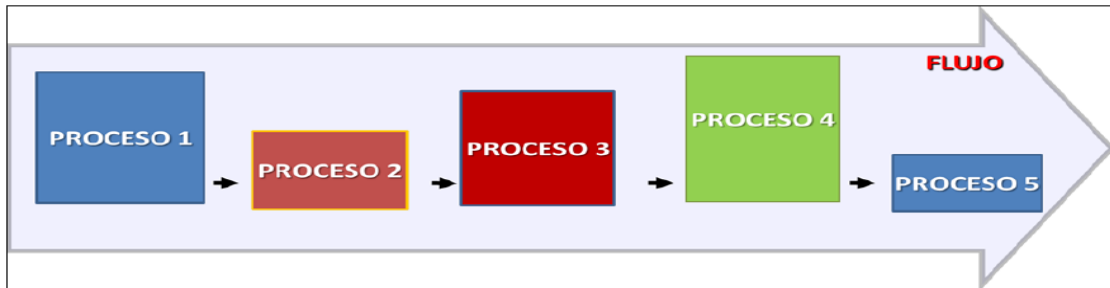


Figura 3. Modelo de flujos

Fuente: Capítulo I, Peruano (2017).

b) Master plan - tren de trabajo

Es una herramienta que “se ejecuta a través de trenes de trabajo. Los trenes de trabajo consisten en un cronograma a tasa constante que ejecutan las cuadrillas, similar a la medición diaria de la producción, esto promueve la mejora de la productividad en la curva de aprendizaje” (JCC TERRA Ingenieros, 2015).



Figura 4. Master plan

Fuente: JCC TERRA Ingenieros (2015).

c) LookAhead Planning

Herramienta del Sistema Last Planner, “esta herramienta permite a que la ejecución de una obra de saneamiento hace que cumpla con los plazos de entrega establecido; es decir, proyectar en las próximas 4 semanas de la obra. En este nivel de planificación se debe ver las actividades, definición de procesos y detectar las restricciones de cada actividad que aún no se puede ejecutar. Todos los involucrados de la obra deben de participar en la planificación (maestros de obra, capataces, subcontratistas, ingeniero residente, ingenieros de campo, ingeniero de calidad y SSOMA, entre otros), el objetivo es determinar durante las reuniones semanales de producción (1 vez por semana), para de esta forma alertar con la solicitud de recursos” (Glenn H. ,, 2000).

Durante la primera semana del LookAhead Planning (LAP), no debe haber ninguna restricción, ósea es Inventario de Trabajo Ejecutable (ITE), por eso se planifica con el encargado de la obra que todos los recursos están expeditos para poder ejecutar todas las actividades planificadas previamente. Esto se puede visualizar en el siguiente esquema (JCC TERRA Ingenieros, 2015):



Figura 5. Lookhead – LAP (Sistema Las Planner)

Fuente: JCC TERRA Ingenieros (2021).

N° PLANEAMIENTO		OP	OF	P	SEMANA 23						
					L	M	M	J	V	S	
					19-Jul	20-Jul	21-Jul	22-Jul	23-Jul	24-Jul	
1	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA DE PVC SAP-SP Ø 3/4" C-10	m	3	1	2			S1A1	S2A2	S3A3	
2	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA DE PVC SAP-SP Ø 1" C-10	m	4	0	2				S1A1	S2S2	
3	PRUEBA HIDRAULICA DE TUBERIA DE AGUA POTABLE (INC. DESINFECCION)	m	0	1	1	S1A1	S2A2	S3A3	S4A4	S5A5	
4	ACCESORIOS EN REDES	glb					S1A1	S2A2	S3A3	S4A4	
5	COLOCACION DE ACCESORIOS C/CONCRETO FC=140 KG/CM2 P/DADO	m3	5	2	1			S1A1	S2A2	S3A3	
6	CONCRETO fc=140 Kg/cm2 P/FALSO PISO	m3	3	2	1	S1A1	S2A2	S3A3	S4A4	S5A5	
7	CONCRETO 1:8 +25% PM, PARA SOBRECIMENTOS	m3	2	0	2		S1A1	S2A2	S3A3	S4A4	
8	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA SOBRECIMENTOS	m2	4	2	1			S1A1	S2A2	S3A3	
9	CONCRETO FC= 175 KG/CM2	m3	2	1	1				S1A1	S2A2	
10	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	3	2	1					S1A1	

Figura 7. Plan semanal de producción

Fuente: Diseño propio

En la Figura 7, se observa la planificación para cinco primeros días de la semana (lunes a viernes), no se incluye los días sábados pues son colchones de productividad o buffers, pero en el caso que no se cumpla con las actividades programadas para la semana, recién se debe de completar con el día sábado.

e) Verificación diaria de trabajo

Esta herramienta facilita el control diario de las cuadrillas y su metrado ejecutado, generando el avance de la actividad realizada, pero en caso que no se haya logrado completar se señala la razón del no cumplimiento y se estudia en la reunión semanal de producción.

Tabla 3. Control diario de trabajo

Actividad productiva	Und	Meta	C.e.	Cuadrilla			Responsable	Horario	% avance	Observaciones
				OP	OF	P				
Suministro e instalación de tubería de PVC SAP-SP Ø 3/4" C-10	m	32.45	27.54	3	1	2	Ing. Carlos Meza	07:00am - 5:00pm	85%	No se cumplió porque llovió desde 1:00pm hasta 3:20pm
Suministro e instalación de tubería de PVC SAP-SP Ø 1" C-10	m	28.65	24.45	4	0	2	Ing. Carlos Meza	07:00am - 5:00pm	85%	No se cumplió porque llovió desde 11:30pm hasta 1:25pm
Prueba hidráulica de tubería de agua potable (inc. Desinfección)	m	24.46	20.34	0	1	1	Ing. Carlos Meza	07:00am - 5:00pm	83%	
Accesorios en redes	glb	1.00	1.00				Ing. Damian Puma	07:00am - 5:00pm	100 %	
Colocación de accesorios c/concreto F'C=140 KG/CM2 P/DADO	m3	58,34	62.46	5	2	1	Ing. Carlos Meza	07:00am - 5:00pm	106 %	Actividad se prolongó hasta el final del día
Concreto F'C=140 KG/CM2 P/FALSO PISO	m3	32.4	28.45	3	2	1	Ing. Carlos Meza	07:00am - 5:00pm	88%	
Concreto 1:8 +25% pm, para sobrecimientos	m3	42.34	38.5	2	0	2	Ing. Carlos Meza	07:00am - 5:00pm	91%	
Encofrado y desencofrado para sobrecimientos	m2	40.68	20.48	4	2	1	Ing. Carlos Meza	07:00am - 5:00pm	50%	Por causa de lluvia torrencial perjudico el avance
Concreto F'C= 175 KG/CM2	m3	38.28	34.35	2	1	1	Ing. Carlos Meza	07:00am - 5:00pm	90%	
Encofrado y desencofrado	m2	35,74	26.42	3	2	1	Ing. Carlos Meza	07:00am - 5:00pm	74%	No se cumplió por falta de programación

Fuente: JCC TERRA (2015).

En la Tabla 3 se observa la parte de la herramienta del Sistema Last Planner en el que se maneja en la óptima continua, la que se debe sincerar y llegar a la raíz del problema para evitar que se repita en las siguientes semanas.

f) Adquirir flujos eficientes

Una vez que se tenga el flujo continuo de trabajo, el siguiente paso es para lograr capacidades de producción en los procesos. Cada actividad tendrá un cálculo correcto de cuadrillas y metrado de producción diario cosa que hay se ve la producción

Ballard, G. (2000) refiere que, “en última instancia, alguien (un individuo o un grupo) decide qué trabajo físico, específico será realizado mañana. Este tipo de planes han sido llamados asignaciones”. Aquí quiere decir que los encargados de asignar las tareas diarias se llaman “últimos planificadores”, esta herramienta comprende o aplica una forma de trabajo en equipo hay encontramos involucrados como equipo técnico. Esta función principal del último planificador se indica en la figura 8.

Figura 8. Control diario de trabajo (Sistema Last Planner)



Fuente: Ballard (1999)

El uso de buffers en el diseño de planificación, “permite en programar actividades productivas de los días (lunes a viernes), si en caso que no cumpla en los días mencionadas se trabaja el día sábado más para cumplir la meta de la semanal” (Castillo, 2014).

Figura 9. Esquema Last Planner



Fuente: Lean Construction Intitute (2007)

En el último planificador del Sistema Last Planner se “tiene niveles, como son: el Plan Maestro es una planificación a largo plazo, indican las metas de obra, después está la planificación LookAhead Planing, la que consiste en una programación de 4 semanas y esta va analizar las siguientes partidas a ejecutar y libre de las restricciones, finalmente el último nivel es la planificación semanal sin restricciones, los recursos deben estar óptimos y se debe analizar la productividad aplicando la mejora continua” (Ballar, 1994).



Figura 10. Estructura completa del Last Planner System

Fuente: Adriazola & Torres (2009).

En esta figura 10 se observa la estructura completa del Sistema Last Planner

2.2.4. Last Planner System

Las herramientas en un proyecto de ejecución de una obra son las siguientes:

2.2.4.1. Porcentaje de Plan de Cumplimiento (PPC)

Es una herramienta que sirve para controlar la programación utilizando un identificador llamado PPC, en caso no se cumplen las actividades, se deben también mencionar sus razones del no cumplimiento, detectando sus causas.

A eso se llama raíz del problema y se indica la medida correctiva para las siguientes semanas (mejora continua). Durante la Reunión Semanal se analiza y compara los elementos cumplidos con elementos planificados.

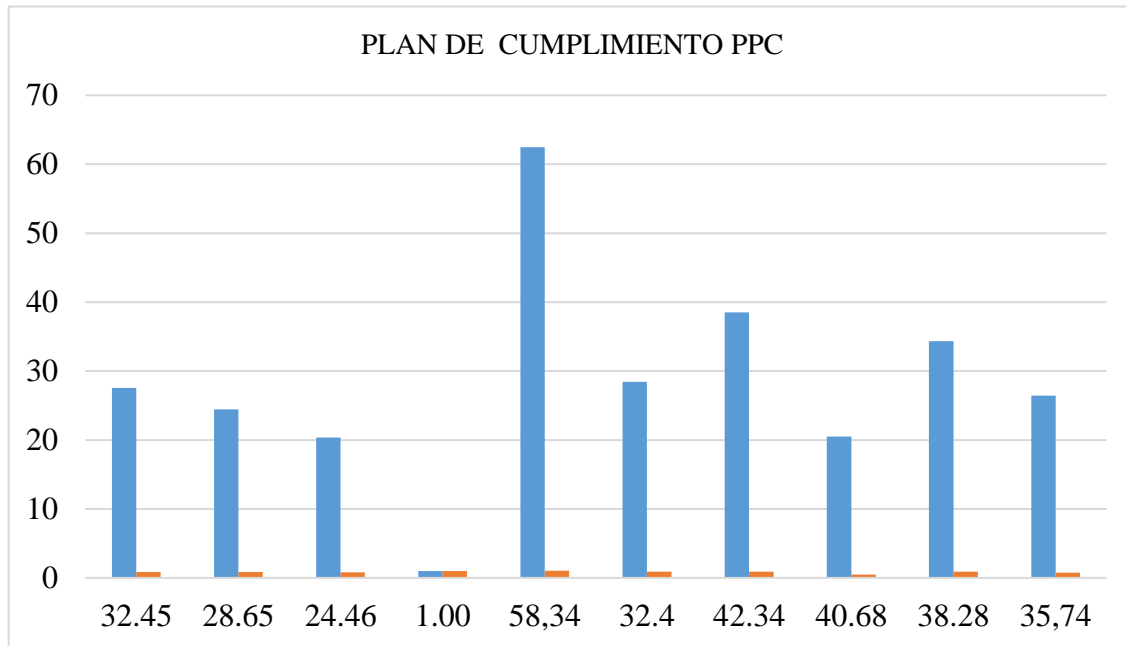


Figura 11. Plan de cumplimiento PPC

Fuente: Ballard (2000).

En la figura 11 se observa el PPC de 4 semanas, cada una con sus motivos de no cumplimiento.

2.2.4.2. LookAhead Planning

El LookAhead Planning es una herramienta de planificación de mediana plazo, cuyo objetivo es dar entender que las actividades deben realizarse entre las 3 – 6 semanas (dependerá del tipo de proyecto), se hace para poder resolver las restricciones de las partidas próximas a ejecutar. Considerando los conceptos, las principales causas que influyen en la productividad es la desorganización del equipo de técnicos. y esto perjudicara la planificación pues no generara flujos continuos (Chokewanka, 2018).

PROYECTO: NOMBRE DE LA OBRA		UBICACION: DIRECCION DE LA OBRA												SEMANA: SEMANA A DESARROLLAR						N° DE HOJA: 1															
Descripción de la Actividad		SEMANA ANTERIOR					SEMANA 1					SEMANA 2					SEMANA 3					SEMANA 4													
		L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	V	L	M	M	J	V	S	V	L	M	M	J	V	S	V	L	M	M	J	V	S
		15/07	16/07	17/07	18/07	19/07	22/07	23/07	24/07	25/07	26/07	29/07	30/07	31/07	01/08	02/08	03/08	04/08	05/08	06/08	09/08	10/08	11/08	12/08	13/08	16/08	17/08	18/08	19/08	20/08	23/08	24/08	25/08	26/08	27/08
EXCAVACION DE ZANJA MANUAL	SI A1	SI A2	SI A3	SI A5	SI A6		SI A1	SI A2	SI A3	SI A5	SI A6		SI A1	SI A2	SI A3	SI A5	SI A6		SI A1	SI A2	SI A3	SI A5	SI A6		SI A1	SI A2	SI A3	SI A5	SI A6		SI A1	SI A2	SI A3	SI A5	SI A6
RENO NORMAL A=0.40, H=0.60	SI A1	SI A2	SI A3	SI A5	SI A6		SI A1	SI A2	SI A3	SI A5	SI A6		SI A1	SI A2	SI A3	SI A5	SI A6		SI A1	SI A2	SI A3	SI A5	SI A6		SI A1	SI A2	SI A3	SI A5	SI A6		SI A1	SI A2	SI A3	SI A5	SI A6
REFINE Y NIVELACION DE TERRENO CAVADO	SI A1	SI A2	SI A3	SI A5	SI A6		SI A1	SI A2	SI A3	SI A5	SI A6		SI A1	SI A2	SI A3	SI A5	SI A6		SI A1	SI A2	SI A3	SI A5	SI A6		SI A1	SI A2	SI A3	SI A5	SI A6		SI A1	SI A2	SI A3	SI A5	SI A6
CAMA DE APOYO PITUBERIA AGUA	SI A1	SI A2	SI A3	SI A5	SI A6		SI A1	SI A2	SI A3	SI A5	SI A6		SI A1	SI A2	SI A3	SI A5	SI A6		SI A1	SI A2	SI A3	SI A5	SI A6		SI A1	SI A2	SI A3	SI A5	SI A6		SI A1	SI A2	SI A3	SI A5	SI A6
RELLENO CON MATERIAL PROPIO ECCIONADO, ZARANDEADO	SI A1	SI A2	SI A3	SI A5	SI A6		SI A1	SI A2	SI A3	SI A5	SI A6		SI A1	SI A2	SI A3	SI A5	SI A6		SI A1	SI A2	SI A3	SI A5	SI A6		SI A1	SI A2	SI A3	SI A5	SI A6		SI A1	SI A2	SI A3	SI A5	SI A6
ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE NUAL (DIST. PROM. 30M)	SI A1	SI A2	SI A3	SI A5	SI A6		SI A1	SI A2	SI A3	SI A5	SI A6		SI A1	SI A2	SI A3	SI A5	SI A6		SI A1	SI A2	SI A3	SI A5	SI A6		SI A1	SI A2	SI A3	SI A5	SI A6		SI A1	SI A2	SI A3	SI A5	SI A6
BERIAS	SI A1	SI A2	SI A3	SI A5	SI A6		SI A1	SI A2	SI A3	SI A5	SI A6		SI A1	SI A2	SI A3	SI A5	SI A6		SI A1	SI A2	SI A3	SI A5	SI A6		SI A1	SI A2	SI A3	SI A5	SI A6		SI A1	SI A2	SI A3	SI A5	SI A6
SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PVC SAP-SP Ø 31" C-10	SI A1	SI A2	SI A3	SI A5	SI A6		SI A1	SI A2	SI A3	SI A5	SI A6		SI A1	SI A2	SI A3	SI A5	SI A6		SI A1	SI A2	SI A3	SI A5	SI A6		SI A1	SI A2	SI A3	SI A5	SI A6		SI A1	SI A2	SI A3	SI A5	SI A6
SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PVC SAP-SP Ø 1" C-10	SI A1	SI A2	SI A3	SI A5	SI A6		SI A1	SI A2	SI A3	SI A5	SI A6		SI A1	SI A2	SI A3	SI A5	SI A6		SI A1	SI A2	SI A3	SI A5	SI A6		SI A1	SI A2	SI A3	SI A5	SI A6		SI A1	SI A2	SI A3	SI A5	SI A6
UEBAS	SI A1	SI A2	SI A3	SI A5	SI A6		SI A1	SI A2	SI A3	SI A5	SI A6		SI A1	SI A2	SI A3	SI A5	SI A6		SI A1	SI A2	SI A3	SI A5	SI A6		SI A1	SI A2	SI A3	SI A5	SI A6		SI A1	SI A2	SI A3	SI A5	SI A6

Figura 12. Planeamiento LookAhead

Fuente: Ghio (2001).

En la Figura 12 se muestra un formato sugerido por los ingenieros Ballard y Howell (1997) cuyo objetivo “es brindar ayuda a los profesionales respecto a la planificación a corto plazo para depurar los inconvenientes que podrían alterar el flujo”.

2.2.4.3. Justo a tiempo

Es una filosofía que “fundamenta la forma en que debería optimizarse un sistema de producción y también conocido como (just in time) Su finalidad es reducir o eliminar los desperdicios, luego ejecutar las actividades necesarias, para lo cual se debe realizar adecuadamente en el primer intento” (Ballard & Howell, 1997).

Entonces, la idea comprende tres principales conceptos fundamentales: Entidad necesaria, horas extras necesarias y en la oportunidad necesaria.

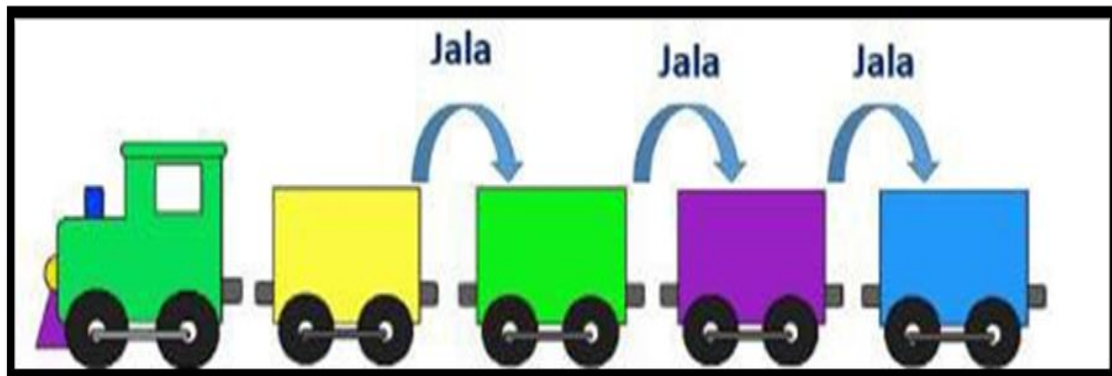


Figura 13. Sistema Pull

Fuente: Chung & Tong (2019).

2.2.5. Plan de operaciones

Es un plan bastante exacto indica de qué forma debe realizarse una actividad preparado, y es desarrollado por aquellos que participarán en la realización. Se elabora un proceso de diagrama que involucra el área de trabajo además indica el movimiento de trabajadores, materiales y equipo. Los criterios de diseño para las operaciones elaboradas son: calidad, tiempo, costo y seguridad. Se utiliza Planear-Hacer-Revisar-Actuar (PDCA) como una manera de probar y mejorar la capacidad (koskela, 1992).

2.2.6. Indicador de confiabilidad de PPC

Este indicador indica el número del porcentaje de trabajos realizados, trabajos planificados del Plan Semanal de Producción. También facilita comparar estos porcentajes con las semanas trabajadas. Su finalidad es controlar el cumplimiento del plazo establecido, de tal manera se pueda reconocer la actividad no cumplida, luego que sirva para corrección en la próxima semana (koskela, 1992).



2.2.7. Reunión semanal de producción

Aquí se implementa el LookAhead Planning para elaborar el estudio de reducción y otros compromisos que debe tener las personas en la reunión, y cada persona debe cumplir sus compromisos de esa forma asegurar el éxito del plan, el sistema PLS tiene compromiso de controlar los recursos y optimizar el tiempo de ejecución (Glenn, 2004).



CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. MATERIALES

Los materiales empleados para la implementación del Last Planner System (LSP) se detallan a continuación:

3.1.1. Materiales de escritorio y cómputo

Los materiales de cómputo y de escritorio, que se utilizaron son los siguientes: cinta maskit, lapiceros, impresora, tijera, cuaderno de campo, papel bond A4, lápiz, memoria USB, plumones, cámara fotográfica, computadora y pizarra.

3.1.2. Lugar de investigación

Esta investigación se llevó a cabo en el área rural del distrito de Palca, específicamente la comunidad de Umpuco.

3.1.3. Ubicación política

Este trabajo se desarrolló en la región de Puno, departamento de Puno, de la provincia de Lampa, distrito de Palca y comunidad de Umpuco.

3.1.4. Ubicación geográfica

Coordenadas geográficas		Coordenada UTM (WGS84)	
<i>Latitud Sur</i>	: 15°16'31.9" S	UTM	: WGS 84 zona 19L sur.
<i>Longitud Oeste</i>	: 70°32'39.9" W	ESTE	: 334167.09
<i>Altitud promedio</i>	: 4040 m.s.n.m	NORTE	: 8310574.417



Limites hidrográficos políticos

El ámbito de estudio es la comunidad de Umpuco, cuyos límites son: por el este con distrito de Pucara, por el oeste con el distrito de Ocuvi, por el norte con el distrito de Palca y por el sur con distrito de Lampa.

3.1.5. Vías de acceso

Para llegar hasta la comunidad de Umpuco, por vía terrestre desde la ciudad de Puno como punto de inicio. Se muestran en la siguiente tabla: desde la ciudad de Puno hasta el área de ejecución de la obra por vía terrestre, son aproximadamente 108 km. El detalle de las distancias hacia el trabajo investigación:

Tabla 4. Acceso por vía terrestre desde la ciudad de Puno a comunidad de Umpuco

Desde	Hasta	km.	Tiempo en minutos	Tipo de carretera	Característica del tránsito
Puno	Juliaca	42.00	40	Pavimentada	Fluido
Juliaca	Lampa	32.00	30	Pavimentada	Fluido
Lampa	Palca	32.00	60	Afirmado	Esporádico
Palca	Umpuco	12.00	20	Afirmado y trocha	Esporádico

Fuente: elaboración propia

3.1.6. Ubicación geográfica del proyecto

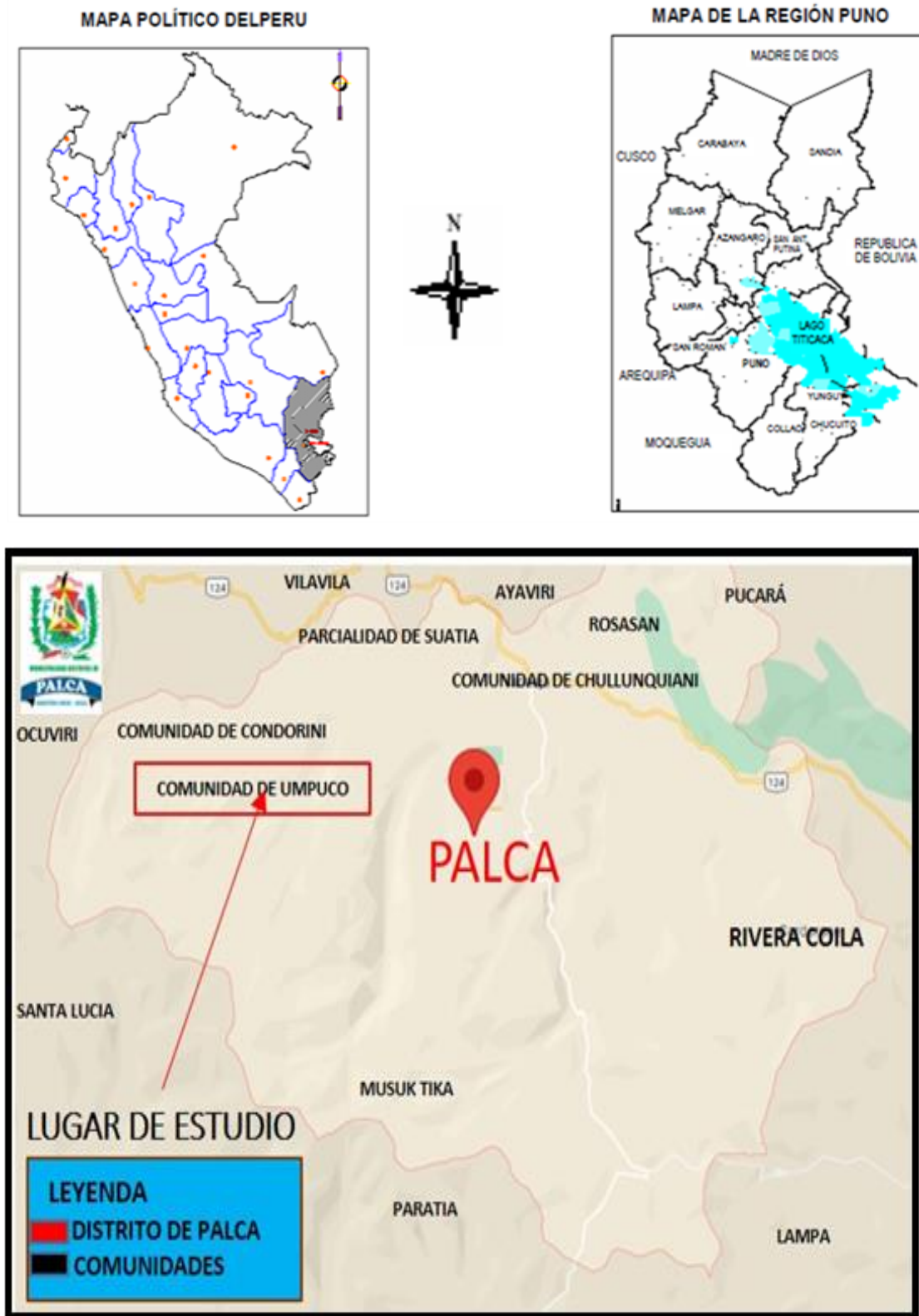


Figura 14. Ubicación y lugar de estudio

Fuente. Expediente técnico



3.1.7. Relieve topográfico

El relieve que presenta el área de estudio es propio de una zona altiplánica, cuya topografía tiene pendientes suaves, cerros con perfiles angulosos, cortados por quebradas, planicies altiplánicas montañosas o cadenas de cerros, constituido de rocas sedimentarias.

3.1.8. Caso de estudio de la obra

El Last Planner System es implementada para el proyecto “la ejecución de obra de agua potable y saneamiento en la comunidad de Umpuco - Palca - Lampa - Puno” ha sido ejecutado por una empresa contratista de nombre; Constructora JCC TERRA INGENIEROS S.A.C liderada por el Ingeniero Residente de obra Ing. Boomer Mollisaca Chura. La fecha de inicio del proyecto fue el 12 de Julio del 2021; el proyecto consiste en el mejoramiento de la infraestructura de la comunidad de Umpuco – Palca - Puno, que consta de 72 módulos, un reservorio de 10m³, instalaciones de servicio de agua y saneamiento para cada vivienda de 5 integrantes por familia en promedio. De acuerdo con el diagnóstico realizado en la zona de estudio conjuntamente con las familias beneficiarias que colaboran con los trabajos requeridos en informarnos sobre las características que se tiene para la intervención, que justifica la importancia de contar con el servicio de agua y saneamiento básico adecuado y eficiente a toda hora del día para que las familias gocen de buena salud y así poder desarrollar sus actividades cotidianas con toda normalidad en mejores condiciones de vida. El tiempo de diseño para los proyectos de sistema de agua es de 20 años y para el sistema de saneamiento UBS-AH es de 10 años.

3.2. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación es aplicada; su nivel es descriptivo, y el diseño es de corte longitudinal, durante las 21 semanas de investigación.



3.2.1. Plan maestro

Se trabaja desde final a hacia el principio a través de una Sesión Pull, primeramente, se realiza la ruta crítica del proyecto, en este caso para realizar la ruta crítica se tiene que trabajar con las personas involucradas de la ejecución de la obra, y luego han sido eliminadas la mayoría de las actividades, como los puntos críticos, y los encargados de la ejecución plenamente se comprometieron con lo que han dicho e, internamente se obligan entre ellos para luego ser cumplida la tarea.

La técnica utilizada para implementar el Plan Maestro han sido los Trenes de Trabajo. Estos Trenes de Trabajo son unos métodos para la programación al ritmo continuo, se parece a la línea de producción, son técnicas de programación cuyo ritmo es constante. Esto se desarrolla antes del inicio de la obra. Plan Maestro - Tren de Trabajo.

- **¿Qué software preparar?** Inicialmente se preparó el Microsoft Excel y luego se hizo una sesión con afiches y paleógrafos en el local de reuniones que facilita la participación de todos los involucrados.
- **¿El tren de trabajo beneficia?** Si beneficia en plan de producción; así mismo, el tren de trabajo sirve de guía como planificador y permite controlar las actividades ejecutadas de las cuadrillas y equipos.
- **¿Vamos a trabajar en obra siempre con el TT?** Sí, porque el TT aporta un plan de producción y así mismo, se realizó una sesión para definir los hitos.

NOMBRE DE PROYECTO:		UBICACIÓN:		DIRECCIÓN DE LA OBRA:		FECHA:		FECHA DE ELABORACION DE LOOKHEAD:		SEMANA:		SEMANA A DESARROLLAR:		N° DE HOJA:																			
Instalación de agua potable y saneamiento rural en la comunidad de Umpuco														1																			
Código	Descripción de la Actividad	Inicio	Fin	Und	Metrado Total	Responsable	SEMANA 1				SEMANA 2				SEMANA 3				SEMANA 4														
							L	M	X	J	L	M	X	J	L	M	X	J	L	M	X	J											
							22/07	23/07	24/07	25/07	26/07	27/07	28/07	29/07	30/07	31/07	01/08	02/08	03/08	04/08	05/08	06/08	07/08	08/08	09/08	10/08	11/08	12/08	13/08	14/08	15/08	16/08	
	GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN																																
	✓ Suministro e instalación de tubería de PVC SAP.SP Ø 3.4" C-10	22/07/2021	01/08/21	m	1,813.03	Equipo técnico		L2V2	L3V3	L4V4	L5V5	L1V1	L2V2	L3V3	L4V4	L5V5	L1V1	L2V2	L3V3	L4V4													
	✓ Suministro e instalación de tubería de PVC SAP.SP Ø 1" C-10	23/07/21	02/08/21	m	1,125.34	Equipo técnico		L2V2	L3V3	L4V4	L5V5	L1V1	L2V2	L3V3	L4V4	L5V5	L1V1	L2V2	L3V3	L4V4													
	✓ P prueba hidráulica de tubería de agua potable (inc. desinfección)	24/07/21	05/08/21	m	1,714.34	Equipo técnico			L3V3	L4V4	L5V5	L1V1	L2V2	L3V3	L4V4	L5V5	L1V1	L2V2	L3V3	L4V4	L2V2	L3V3	L4V4	L5V5									
	✓ Accesorios en redes	25/07/21	06/08/21	gib	1,325.00	Equipo técnico				L4V4	L5V5	L1V1	L2V2	L3V3	L4V4	L5V5	L1V1	L2V2	L3V3	L4V4	L2V2	L3V3	L4V4	L5V5	L1V1								
	✓ Colocación de accesorios c/concreto FC=140 KG/CM2 P/dado	26/07/21	07/08/21	m3	1,635.12	Equipo técnico					L5V5	L1V1	L2V2	L3V3	L4V4	L5V5	L1V1	L2V2	L3V3	L4V4	L5V5	L2V2	L3V3	L4V4	L5V5	L2V2	L3V3	L4V4					
	✓ Concreto Fc=140 Kg/cm2 P falso piso	29/07/21	08/08/21	m3	1,354.57	Equipo técnico						L5V5	L1V1	L2V2	L3V3	L4V4	L5V5	L1V1	L2V2	L3V3	L4V4	L5V5	L2V2	L3V3	L4V4	L5V5	L2V2	L3V3	L4V4				
	✓ Concreto 1:3 +25% PM para sobrecimientos	29/07/21	09/08/21	m3	1,514.77	Equipo técnico				L3V3	L4V4	L5V5	L1V1	L2V2	L3V3	L4V4	L5V5	L1V1	L2V2	L3V3	L4V4	L5V5	L2V2	L3V3	L4V4	L5V5	L2V2	L3V3	L4V4				
	✓ Encofrado y desencofrado para sobrecimientos	30/07/21	09/08/21	m2	1,324.61	Equipo técnico				L3V3	L4V4	L5V5	L1V1	L2V2	L3V3	L4V4	L5V5	L1V1	L2V2	L3V3	L4V4	L5V5	L2V2	L3V3	L4V4	L5V5	L2V2	L3V3	L4V4				
	✓ Concreto FC= 175 KG/CM2	31/07/21	12/08/21	m3	1,644.00	Equipo técnico				L4V4	L5V5	L1V1	L2V2	L3V3	L4V4	L5V5	L1V1	L2V2	L3V3	L4V4	L5V5	L2V2	L3V3	L4V4	L5V5	L2V2	L3V3	L4V4	L5V5				
	✓ Encofrado y desencofrado	01/08/21	13/08/21	m2	1,134.58	Equipo técnico					L5V5	L1V1	L2V2	L3V3	L4V4	L5V5	L1V1	L2V2	L3V3	L4V4	L5V5	L2V2	L3V3	L4V4	L5V5	L2V2	L3V3	L4V4	L5V5				

Figura 15. Master Plan-Umpuco.

Fuente: Elaborado por el autor (2021).

Cabe mencionar que el Master Plan establece un formato utilizando el programa de Microsoft Excel, para luego ser empleado la herramienta del sistema producción, puesto que esta herramienta es una de las mejores planificadoras, en el que se visualiza el Tren de trabajo para el proyecto.

Fases de mitología de implementación LPS

Su principio básico es aumentar el cumplimiento de las actividades de la ejecución de obra de agua potable y saneamiento mediante la metodología hace que se disminuye el tiempo de realización de trabajo y está asociada sumamente a la planificación.

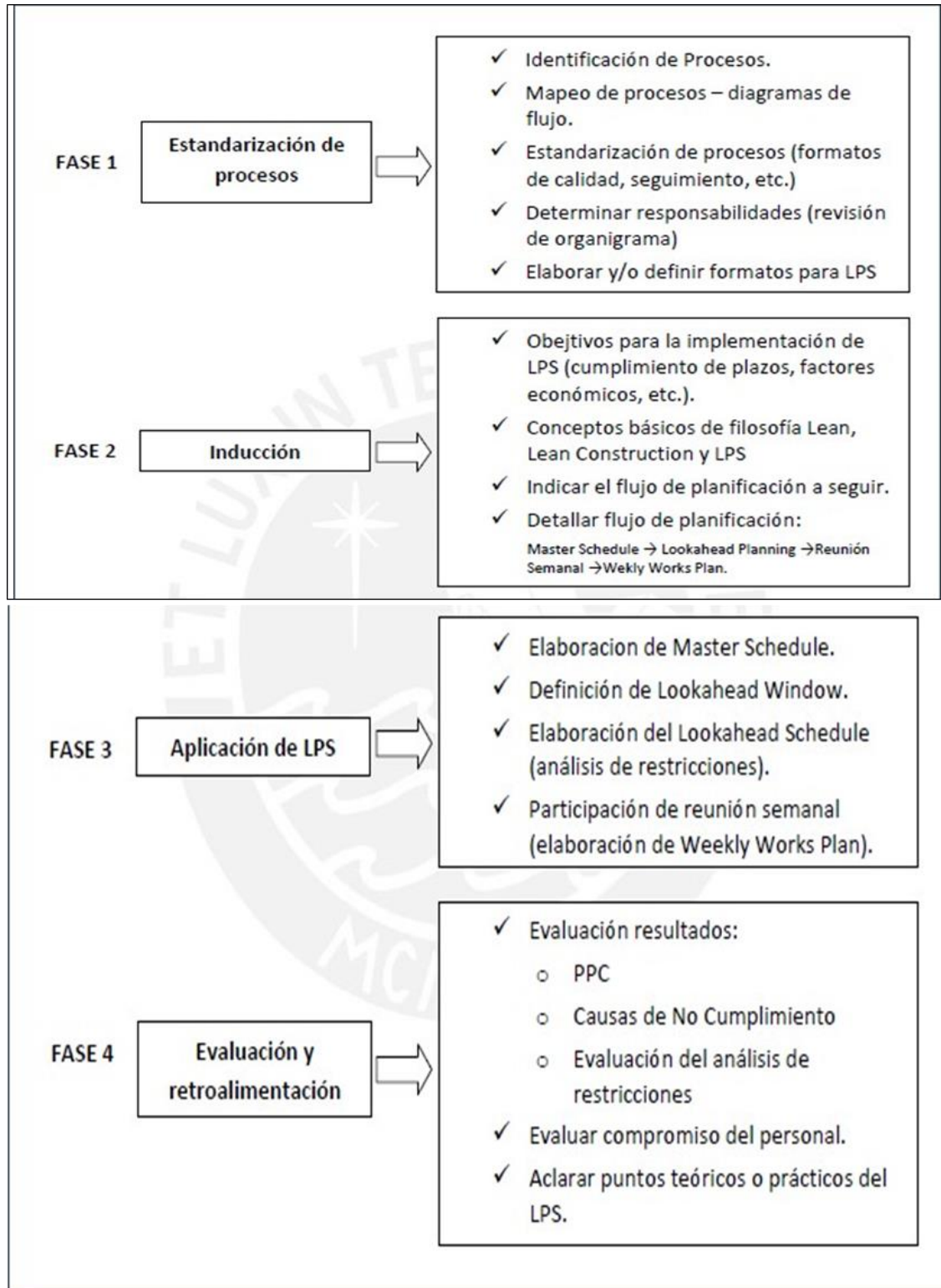


Figura 16. Fases de mitología de implementación LPS

Fuente: Adriazola (2008).

Restricciones de un proyecto

La restricción es de mucha importancia porque afecta el resultado en la ejecución de la obra, las actividades críticas restringen el tiempo de ejecución en una obra esto ocurre generalmente en las obras por la administración directa.

N°	FECHA	RESTRCCION	PLAN DE ACCION	RESPONSABLES	PASO 1	PASO 2	PASO FINAL	FECHA DE LEVANTAMIENTO
1	19/07/2021	TUBERIA DE PVC SAP-SP Ø 2" C-10	seguimiento a pedido	Ing. GERMAN SOLIS	SEGUIMIENTO A REQUERIMIENTO ANTERIOR	SEGUIMIENTO A REQUERIMIENTO ANTERIOR	SEGUIMIENTO A REQUERIMIENTO ANTERIOR	30/07/2021
2	19/07/2021	MALLA DE ALAMBRE GALV. # 10 2" X 2"	Generar requerimiento	Ing. CARLOS MEZA	SEGUIMIENTO A REQUERIMIENTO ANTERIOR	SEGUIMIENTO A REQUERIMIENTO ANTERIOR	SEGUIMIENTO A REQUERIMIENTO ANTERIOR	30/07/2021
3	19/07/2021	PIEDRA CHANCADA DE 3/4"	Generar requerimiento	Ing. CARLOS MEZA	SEGUIMIENTO A REQUERIMIENTO	SEGUIMIENTO A REQUERIMIENTO	SEGUIMIENTO A REQUERIMIENTO	30/07/2021
4	19/07/2021	LADRILLO KK 18 HUECOS 10X14X24 cm	Generar requerimiento	Ing. GERMAN SOLIS	SEGUIMIENTO A REQUERIMIENTO	SEGUIMIENTO A REQUERIMIENTO	SEGUIMIENTO A REQUERIMIENTO	28/07/2021
5	19/07/2021	LADRILLO CARAVISTA DE 9X12.5X23 cm	Generar requerimiento	Ing. GERMAN SOLIS	SEGUIMIENTO A REQUERIMIENTO	SEGUIMIENTO A REQUERIMIENTO	SEGUIMIENTO A REQUERIMIENTO	30/07/2021
6	19/07/2021	CAJA DE CONCRETO PREFABRICADA P/DESAGUE 0.30x0.60m, MARCO Y TAPA	Generar requerimiento	Ing. GERMAN SOLIS	SEGUIMIENTO A REQUERIMIENTO	SEGUIMIENTO A REQUERIMIENTO	SEGUIMIENTO A REQUERIMIENTO	30/07/2021
7	19/07/2021	IMPERMEABILIZANTE	Generar requerimiento	Ing. GERMAN SOLIS	SEGUIMIENTO A REQUERIMIENTO	SEGUIMIENTO A REQUERIMIENTO	SEGUIMIENTO A REQUERIMIENTO	30/07/2021
8	19/07/2021	PUERTA METALICA 0.70M X 2.30M INCL MARCO Y COLOCACION	Coordinar con ingreso e contratista	Ing. GERMAN SOLIS	Coordinar su ingreso a la obra	SEGUIMIENTO A REQUERIMIENTO	SEGUIMIENTO A REQUERIMIENTO	30/07/2021
9	19/07/2021	PINTURA ASFALTICA IMPERMEABLE	Generar requerimiento	Ing. GERMAN SOLIS	SEGUIMIENTO A REQUERIMIENTO	SEGUIMIENTO A REQUERIMIENTO	SEGUIMIENTO A REQUERIMIENTO	30/07/2021

Figura 17. Restricciones de un proyecto

Fuente: Koskela (2010).

Una vez realizada el Last Planner System, las restricciones se tomaron de 4 semanas, el análisis de la actividad se realiza en cada semana, en la cuales se toma en cuenta las restricciones como mano de obra, materiales, equipos y herramientas.

3.2.2. Lookahead Planning (planificación intermedia)

Esto involucra planificar ahora, proyectando de 4 semanas. Se hace la proyección de los recursos necesarios, las actividades, y la definición de los procesos y operaciones de las cuatro semanas.

El LAP es una planificación que siempre está pendiente de controlar y mejorar la productividad. La cuarta semana hemos tenido un análisis de las actividades y recursos mucho más en general.

El LAP el último planificador se realizó mediante afiches en cartulinas y con su participación de los involucrados participación. Una vez terminada la reunión se cubrió las pizarras con un plástico transparente para no perder las tarjetas, se muestra en la figura siguiente.



Figura 18. Plan semanal

Fuente: Gleen (2008).

Esta etapa es la más importante del sistema producción y es donde se sacan las restricciones que nos van a dar flujo a la obra. Los contratistas dan el inicio de los trabajos, así mismo, siempre estaban pendientes de las actividades que van a desarrollar y siempre viendo y marcando para estar preparado en el momento de la ejecución.

Después que se tenga estas restricciones identificadas, se debe colocar fecha y el responsable para su liberación.

En la planificación semanal, teniendo como base el inventario de trabajo disponible, se hará la planificación con los encargados para repartir las tareas para toda la semana.

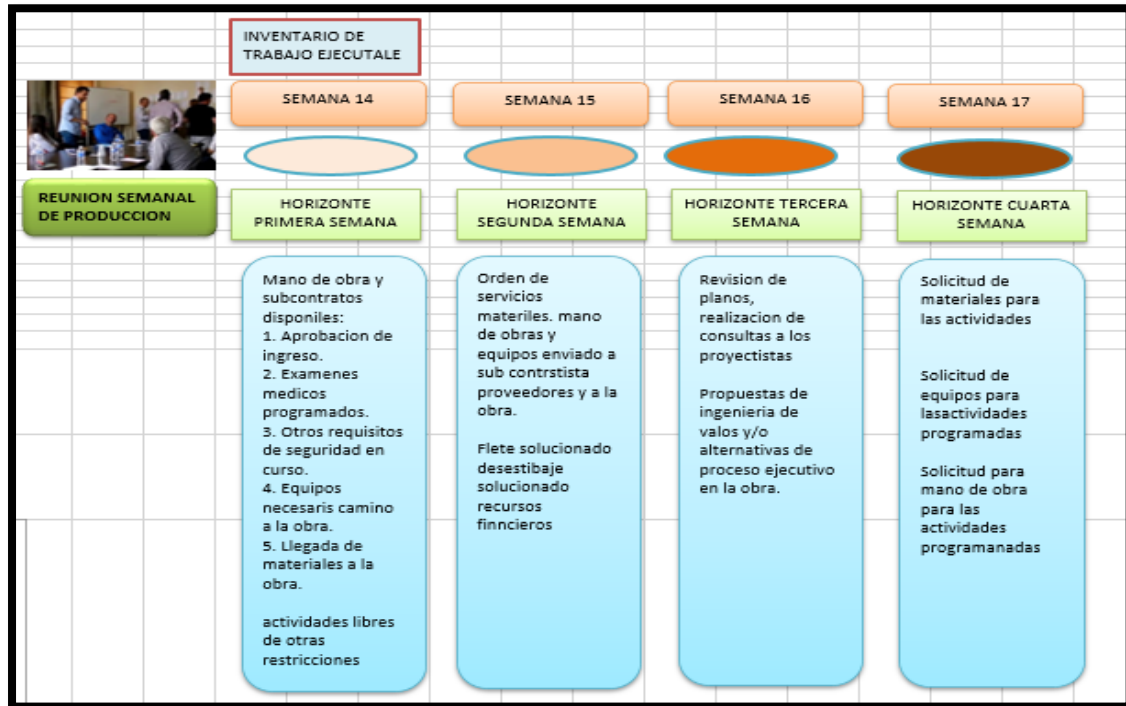


Figura 19. LAP en el tiempo

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 19 se muestra, la clasificación de horizonte semanas, las formas de la herramienta más importantes del Lookahead Planning. Antes del control general para las obras de la empresa JCC TERRA Ingenieros S.A.C.

- **En el primer horizonte o semana 01**, en esta semana se tuvo que liberar las restricciones de las actividades, que dio la confiabilidad de seguridad de flujo continuo, y ha sido liberado la mano de obra y las subcontratas encontrarse.
- **En la segunda semana**, en esta semana se organizaron de los materiales para mano de obra, costo de transportes esta semana se generaron los órdenes de servicio, materiales para mano de obra y equipos que premediten costos de



transporte definitiva.

- **En la tercera semana**, se liberaron los planos aprobados por la supervisión, la revisión de planos, realización de consultas a los expertos del área de ingeniería de valor y/o alternativas de proceso ejecutivo en la obra.
- **En la semana cuarta**, se solicitó materiales para las actividades, así como para equipos para las actividades programadas, para mano de obra para las actividades programadas, se tuvo que prever las incompatibilidades o trabajos adicionales al presupuesto contractual y ha sido consultado por cuaderno de obra.

3.2.2.1. Rutina del Lookahead Planning – LAP

a) ¿Cuándo realizarlo?

En esta etapa se realizó reuniones semanales de producción con propósito de cumplir las tareas de la obra. El ingeniero residente aprovecha la inspección del último planificador.

b) ¿Cómo se organiza?

El residente de la obra maneja las reuniones y también se tuvo un moderador que solo estaba en la programación de la reunión.

c) ¿Cuánto tiempo dura la reunión?

Aproximadamente 4 horas.

d) ¿Cómo organizar las pizarras?

Inicialmente se tuvo un LAP en Excel a detalle antes de iniciar la reunión. Un encargado del equipo técnico tuvo que preparar la pizarra, papelografos afiches, post it. Cabe mencionar que cooperaban los involucrados.

e) ¿Qué sucede si no se ha levantado la restricción en el periodo planificado?

No se programa ninguna actividad.

3.2.3. Porcentaje de Plan de Cumplimiento (PPC)

El PPC es el Porcentaje del Plan Completado, para alcanzar a este porcentaje de cumplimiento, se hizo el seguimiento a las actividades completadas.

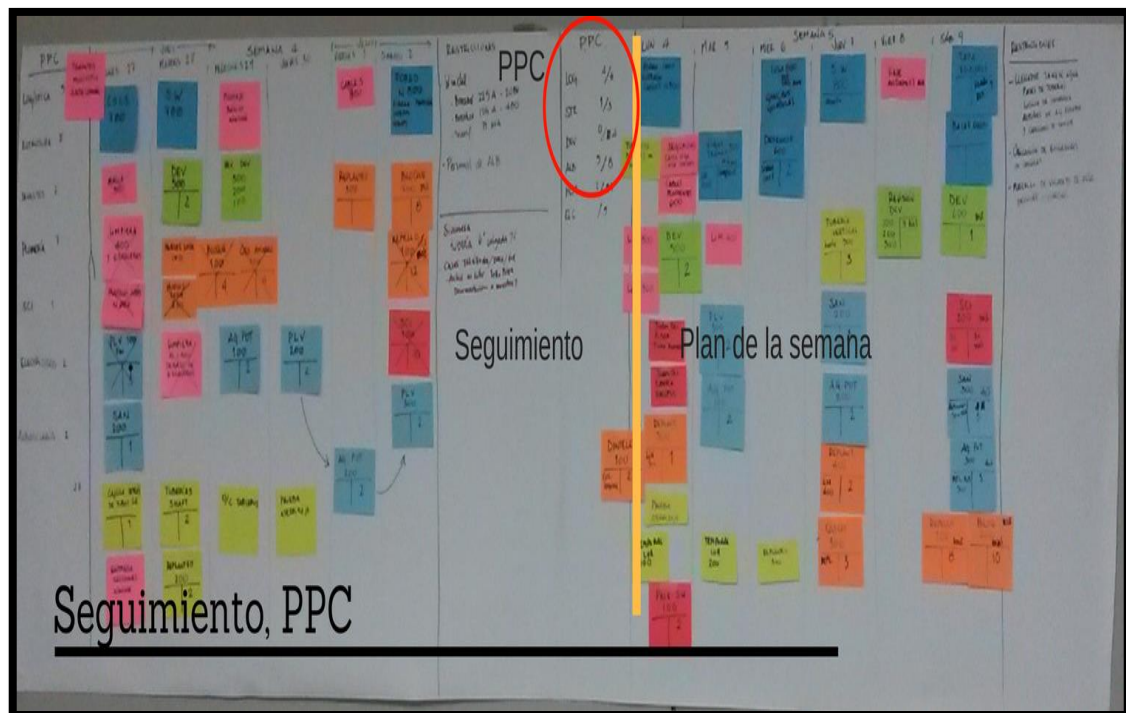


Figura 20. Porcentaje de plan de cumplimiento

Fuente: Adriaola (2008).

Cada reunión semanal comienza por este punto, se recoge los motivos del no cumplimiento, y estos serán la base para la implementar de mejoras.

Este sistema no reemplaza al sistema tradicional, más al contrario lo enriquece, añadiendo estabilidad de un proceso que se repite cada semana, también aporta agilidad a la hora de resolver los imprevistos, pues el sistema anticipa casi todos los eventos que puedan ocurrir después. Aquí se verá que el compromiso del personal con el proyecto

aumenta cada semana, y al observar resultados igualmente aumentan la motivación y la productividad.

N° PLANTEAMIENTO		OP	OF	P	SEMANA 23					
					L	M	M	J	V	S
					19 Jul	20 Jul	21 Jul	22 Jul	23 Jul	24 Jul
1 SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA DE PVC 3/4" C-10	m	3	1	2			S1A1	S2A2	S3A3	
2 SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA DE PVC 1" C-10	m	4	0	2				S1A1	S2S2	
3 PRUEBA HIDRAULICA DE TUBERIA DE AGUA POTABLE (INC. DESINFECCION)	m	0	1	1	S1A1	S2A2	S3A3	S4A4	S5A5	
4 ACCESORIOS EN REDES	gb					S1A1	S2A2	S3A3	S4A4	
5 COLOCACION DE ACCESORIOS CC ONCRETO FC=140 KG/CM2 (FRADO)	m3	5	2	1			S1A1	S2A2	S3A3	
6 CONCRETO FC=140KG/CM2 (FALSO FSO)	m3	3	2	1	S1A1	S2A2	S3A3	S4A4	S5A5	
7 CONCRETO F.C 125% FM, PARA SOBRECIMENTOS	m3	2	0	2		S1A1	S2A2	S3A3	S4A4	
8 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA SOBRECIMENTOS	m2	4	2	1			S1A1	S2A2	S3A3	
9 CONCRETO FC= 175 KG/CM2	m3	2	1	1				S1A1	S2A2	
10 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	3	2	1					S1A1	

Figura 21. LAP en el tiempo (Consideraciones)

Fuente: Glenn (2010).

En la figura 21, se muestra que la planificación es solo para los primeros 05 días de la semana (lunes a viernes) y los días sábados son solo hasta el mediodía, solo se trabaja el día sábado cuando no se cumple con lo programado durante la semana.

3.2.3.1. Planificación semanal

Viene a ser el resultado de la primera semana del LAP. Se realiza como Inventario de Trabajo Ejecutable (ITE), ya que este proceso ha pasado por filtro de disponibilidad de prerequisites, de recursos, de frentes. Las reuniones son preparadas por los encargados y no es necesario preparar una nueva reunión.

En la reunión semanal de producción participaron el ingeniero residente, el encargado de la Oficina Técnica, el área de producción y finalmente según requerimiento de información.

3.2.3.2. Programación diaria

Esta herramienta controla el avance de la ejecución en la obra de saneamiento y agua potable, las causas que impidieron el cumplimiento de las metas planificadas y evitar el incumplimiento de las actividades que vienen en camino.

ACTIVIDAD PRODUCTIVA	UNO	META	C.E	CUADRILLA			RESPONSABLE	HORARIO	% AVANCE	OBSERVACIONES
				OP	OP	P				
SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA DE PVC SAP SP Ø34" C-10	m	32,45	27,54	3	1	2	ING. CARLOS MEZA	07:00am - 5:00pm	85%	no se cumplio por que lluvia desde 1:00pm hasta 3:20pm
SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA DE PVC SAP SP Ø11" C-10	m	28,65	24,46	4	0	2	ING. CARLOS MEZA	07:00am - 5:00pm	84%	no se cumplio por que lluvia desde 11:30am hasta 1:25pm
PRUEBA HIDRAULICA DE TUBERIA DE AGUA POTABLE (INC. DESINFECTON)	m	24,46	20,34	0	1	1	ING. CARLOS MEZA	07:00am - 5:00pm	82%	
ACCESORIOS EN REDES	gb	1,00	1,00				ING. DAMIAN PUMA	07:00am - 5:00pm	100%	
COLOCACION DE ACCESORIOS O CONCRETO FC=140 KG/CM2 PICADO	m ³	58,34	62,46	5	2	1	ING. CARLOS MEZA	07:00am - 5:00pm	106%	actividad se prolongo hasta el final de l dia
CONCRETO fr=140 Kg/cm2 PFAISO PISO	m ³	32,4	28,46	3	2	1	ING. CARLOS MEZA	07:00am - 5:00pm	88%	
CONCRETO 18-25 PPM, PARA SOBRECIMENTOS	m ³	42,34	38,5	2	0	2	ING. CARLOS MEZA	07:00am - 5:00pm	91%	
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA SOBRECIMENTOS	m ²	40,68	21,46	4	2	1	ING. CARLOS MEZA	07:00am - 5:00pm	50%	por causa de lluvia temporal perdico el avance
CONCRETO FC=175 KG/CM2	m ³	38,28	34,35	2	1	1	ING. CARLOS MEZA	07:00am - 5:00pm	90%	
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m ²	35,74	26,42	3	2	1	ING. CARLOS MEZA	07:00am - 5:00pm	74%	no se cumplio por falta de programacion

Figura 22. Plan diario y plan semanal de producción

Fuente: Diseño propio (2021).

En esta figura 22, se observa las variabilidades y las incidencias del proyecto, para que analicen las medidas correctivas en las planificaciones en que se analicen el avance y las restricciones.

3.2.4. Características de Last Planner System

En Esta etapa de investigación se caracteriza los tipos de LPS.

a. Aplicada

Porque busca dar solución a un problema generado por el retraso en la ejecución de la obra de agua potable y saneamiento.



b. Cuantitativa

Porque los resultados pueden medirse en base a datos estadísticos, los resultados obtenidos servirán para optimizar el nivel de planificación del proyecto.

c. Descriptiva

Esta investigación es descriptiva, porque el propósito es describir cómo se desarrolla la planificación empleando el Last Planner System.

3.2.5. Diseño del método de investigación

Esta investigación de la ejecución de la obra de saneamiento, tiene.

a. Longitudinal

Es longitudinal porque han sido utilizados las muestras de información de forma semanal del proyecto, luego se analizarán de modo que se puedan comprobar las metas planteadas en las hipótesis.

b. Prospectiva

Es prospectiva, ya que, al momento de la ejecución, los resultados son evaluados utilizando tablas y figuras, las cuales son generadas con los datos obtenidos de campo.

c. Retrospectiva

La investigación es retroactiva porque busca identificar las razones por las que no está realizándose algunas actividades del proyecto

3.2.6. Fuentes técnicas e instrumentos de selección de datos

3.2.6.1. Fuentes técnicas

Los datos se toman en el mismo lugar de la ejecución obra, a través del control diario mediante el formato preestablecido de planes diarios y controles de productividad, dirigidas al cumplimiento de las actividades programadas semana tras semana, la que se fundamentó en las técnicas de investigación, estructuración de actividades que orienten al tipo de requerimiento de información que se busca obtener.

3.2.6.2. Herramientas aplicadas

La tesis se centra en el estudio y análisis de la aplicación LPS y de las herramientas de planificación maestra, planeamiento LookAhead, Porcentaje de Plan de Cumplimiento de las actividades programadas; y cumplir con los objetivos del mismo en el proyecto “Last Planner System en la ejecución de obra de agua potable y saneamiento en la comunidad de Umpuco, distrito de Palca – Lampa – Puno”.

MATRIZ DE ASIGNACIÓN DE RESPONSABILIDADES										
R (RESPONSABLE) = Es el Responsable del Entregable	I (INFORMADO) = Es informado del resultado del entregable									
F (FIRMA) = El entregable requiere su firma	V (VALIDA) = Validada el control de calidad del entregable									
P (PARTICIPA) = Participa en la construcción/elaboración del entregable	A (AUTORIZA) = Autoriza la entrega del entregable									
EDT	SUPERINTENDENTE DE OBRA Superintendente de Obra Proyecto	NOMBRE DE RESIDENTE Ing. Residente	NOMBRE DEL INGENIERO DE OFICINA TECNICA Ing. Oficina Tecnica	NOMBRE DE INGENIERO DE CAMPO Ing. Campo	NOMBRE DE ASISTENTE DE CAMPO Ing. Asistente Campo	NOMBRE DEL INGENIERO DE CALIDAD Ing. De Calidad	NOMBRE DE PDR Previsionista de Riesgo	NOMBRE DE MAESTRO DE OBRA Maestro de Obra	NOMBRE DE ADMINISTRADOR Administracion	NOMBRE DE ALMACENERO Almacenero
GESTION										
✓ Suministro e instalación de tubería de PVC SAP-SP Ø 3/4" C-10	I	P-F-V	R-P							
✓ Suministro e instalación de tubería de PVC SAP-SP Ø 1" C-10	I	P-F-V		R-P	P					
✓ Prueba hidráulica de tubería de agua potable (inc. desinfección)	I	P-F-V		P-F-V		R-P				
✓ Accesorios en redes	I	P-F-V					R-P			
✓ Colocación de accesorios c/concreto FC=140 KG/CM2 P/dado	F-I-A	R-P								
✓ Concreto f'c=140 Kg/cm2 P/falso piso	I-V	R-P		R-P	R-P	R-P	R-P	R-P	R-P	
✓ Concreto 1:8 +25% PM, para sobrecimientos		R-P	P				P	P		
✓ Encofrado y desencofrado para sobrecimientos	I	R-P	P	P-F-V	P	P	P	P		
✓ Concreto FC= 175 KG/CM2	I	R-P								
✓ Encofrado y desencofrado	I	R-P	P	P-F-V	P	P	P	P		

Figura 23. Herramientas aplicadas

Fuente: Koskela (2008).



En la siguiente figura se observa la matriz de herramientas aplicada para cada módulo del sistema de entrega de proyectos de Last Planner Sístym.

3.2.7. Procesamiento y presentación de datos

3.2.7.1. Procesamiento de datos

El análisis lógico de la información de datos se efectuó, semana tras semana, el control y avances para la confiabilidad de la planificación, mediante el Last Planner System.

3.2.7.2. Presentación de datos

En las reuniones semanales se observa la presentación de los resultados óptimos y la mejora de producción; asimismo, representando los cuadros estadísticos; secuencia figuras, panel de control usando los estadísticos, diagrama de barras y secuencias gráficas de avance (lotes), para el análisis de la confiabilidad de la programación, además en ellos se vieron las restricciones.

3.2.7.3. Características del proyecto

Los ambientes han sido debidamente equipados con instalaciones sanitarias y eléctricas, sistemas de aire acondicionado e incluido duchas calientes.



Figura 24. La ejecución de obra de agua potable y saneamiento

Fuente: Diseño propio (2021).

COORDENADAS REFERENCIALES			
Nº PUNTO	NORTE	ESTE	DESCRIPCIÓN
1	8307135.42	337982.31	V-1
10	8307724.38	337986.32	V-10
20	8308659.79	338383.43	V-20
30	8310068.00	336543.61	V-30
40	8311100.77	335693.48	V-40
50	8308926.09	334247.55	V-50
60	8308631.80	334612.35	V-60
70	8307482.55	337862.12	V-70

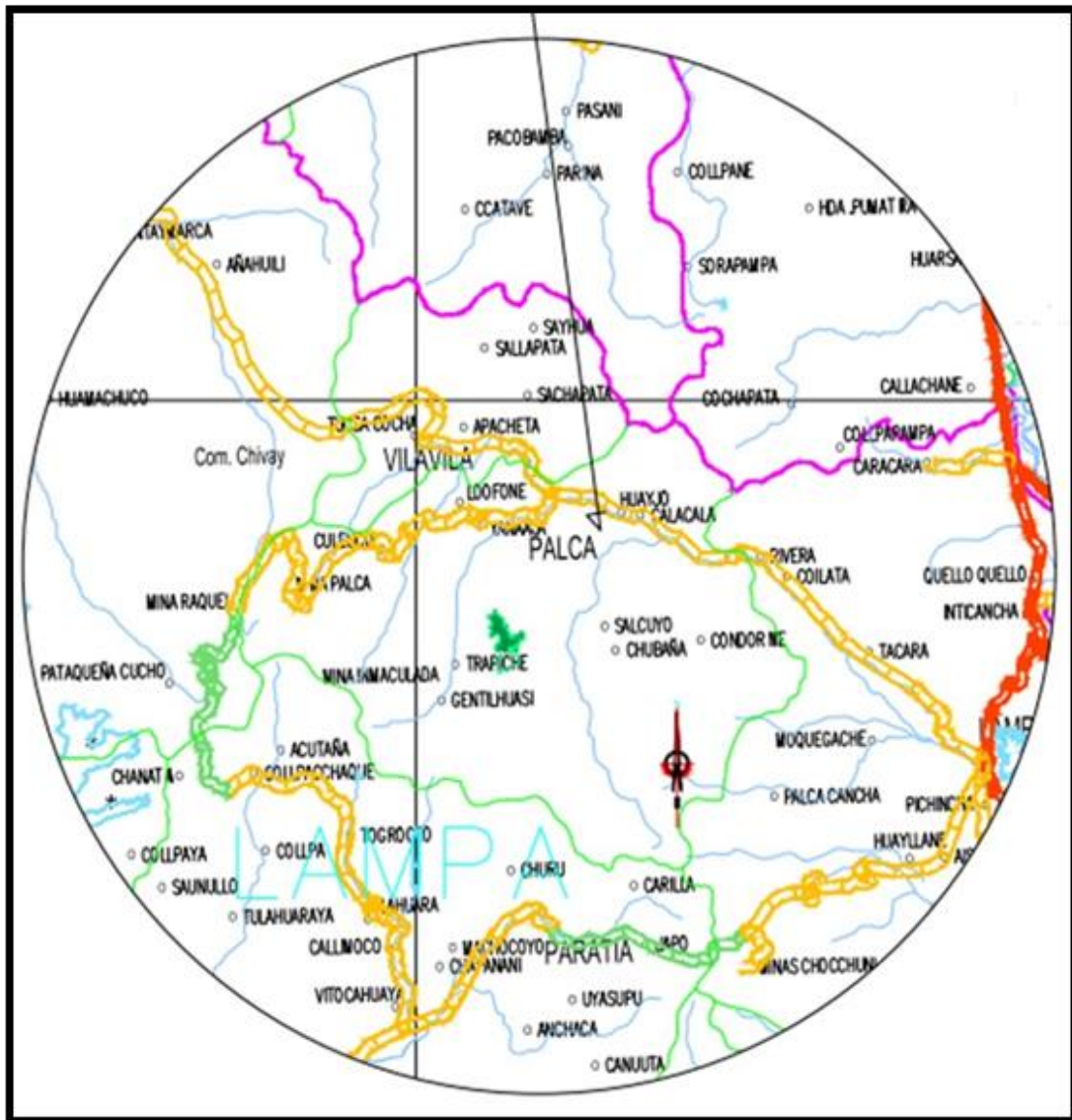


Figura 25. Vista aérea de la comunidad de Umpuco

Fuente: Expediente técnico



3.3. LUGAR DE EJECUCIÓN DE LA OBRA

3.3.1. Área que se asignó para la ejecución de la obra

El terreno asignado para la ejecución de la obra de agua potable y saneamiento se encuentra en un lote rural, ubicado en la comunidad de Umpuco del distrito de Palca, provincia de Lampa y departamento de Puno. El terreno donde se ejecutó la obra; las coordenadas del terreno de influencia indirecta del proyecto se encuentran en dentro de la coordenada que se indican en la presente tabla y en el plano.

3.3.2. Especificaciones técnicas de la obra

El terreno anteriormente contó solamente con instalaciones de obras de saneamiento como letrinas de pozo, es un terreno ubicado en una zona rural.

Las vías han sido ratificadas por la Municipalidad Distrital de Palca, luego de que se terminen los proyectos de habilitación rural de la zona que se encuentran a nivel de proyecto.

3.3.3. Presupuesto de obra

Tabla 5. Resumen de presupuesto

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio (S/.)	Parcial (S/.)
01	Obras provisionales, trabajos preliminares, seguridad y salud				94,310.00
02	Sistema de agua potable				865,816.86
03	Unidad básica de saneamiento				65,702.82
04	Componente social				31,307.62
05	Medidas de mitigación de impacto ambiental				37,687.30

06	Plan para para la vigilancia, prevención y control covid-19			19,090.00
	Costo directo		S/.	1,699,915.59
	GG	11.6%	S/.	197,255.10
	Utilidad	UTI	1.00%	16,999.16
	Costo parcial	ST	S/.	1,914,165.85
	Impuesto general a las ventas (I.G.V.)	18%	S/.	344,550.00
	Presupuesto total		S/.	2,258,720.42

Fuente: Expediente Técnico Contractual.

3.3.4. Organización de la Obra.

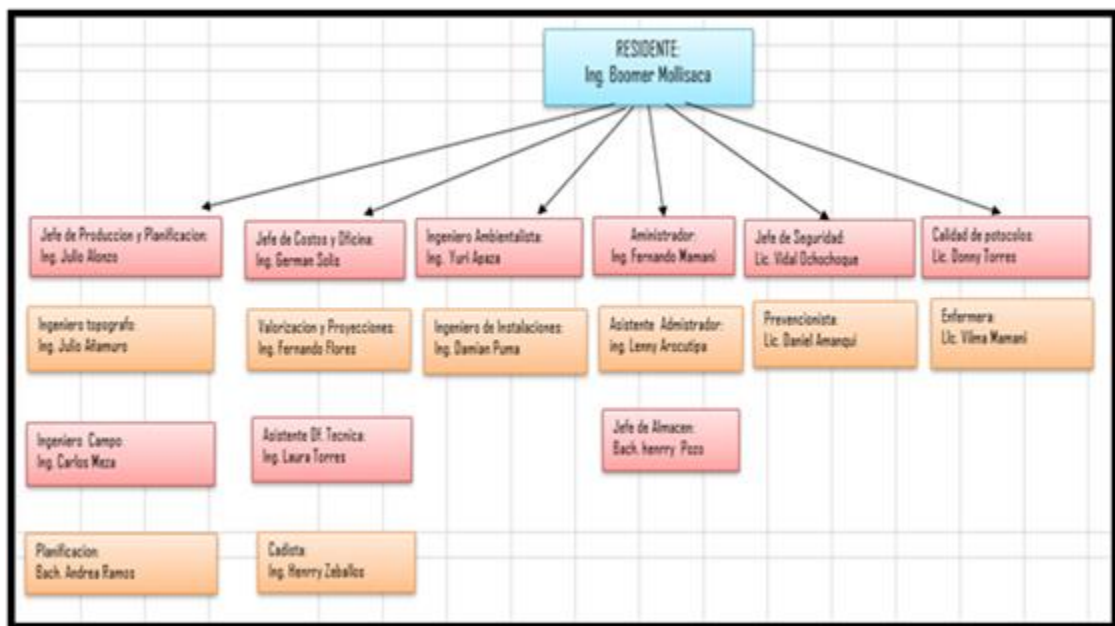


Figura 26. Personal staff de obra “Consortio executor de la Comunidad de Umpuco”

Fuente: Diseño propio

En esta figura 26, se muestra la lista de los encargados (equipo técnico) en la ejecución de la obra de agua potable y saneamiento en la comunidad de Umpuco del distrito de Palca – Lampa – Puno.



3.4. ENFOQUE LAST PLANNER SYSTEM EN LOS PROYECTOS

El Ingeniero Residente es el encargado de implementarla el Last Planner System en la obra con el apoyo de todo su equipo de trabajo (Ballar G. , 1994).

3.4.1. Matriz de herramienta de Last Planner System

Las actividades se han diseñado considerando a las siguientes herramientas de control, planificación diaria, sistema productivo y de mantenimiento de entrega en un plazo establecido. Y se realizó mecanismos de reuniones.

3.4.2. Implementación del Last Planner System

Antes de la implementación de Last Planner System se realizó un curso taller de capacitación a cargo del Ingeniero Civil Boomer Mollisaca, experto en sistemas de producción y planificación. Líneas abajo, se detallará los pasos que se siguió para la implementación del “Last Planner System” en el proyecto:

3.4.2.1. Capacitación al personal vinculado

Al implementar la metodología de Last Planner System en la ejecución de la obra de agua potable y saneamiento se minimiza el tiempo de ejecución y optimiza los recursos, sin embargo, cualquier metodología empleada es para la orientación y capacitación del personal obrero, el cual proporcionó los conocimientos necesarios que permite desarrollar en la práctica; los conceptos y herramientas que ha sido propuesto.

3.4.2.2. Teoría de lotes

Una cuadrilla debe entregar sus productos apenas los termine para dar inicio a la siguiente cuadrilla y que comience el trabajo a la brevedad posible. Se ha sectorizado el terreno en lotes de área

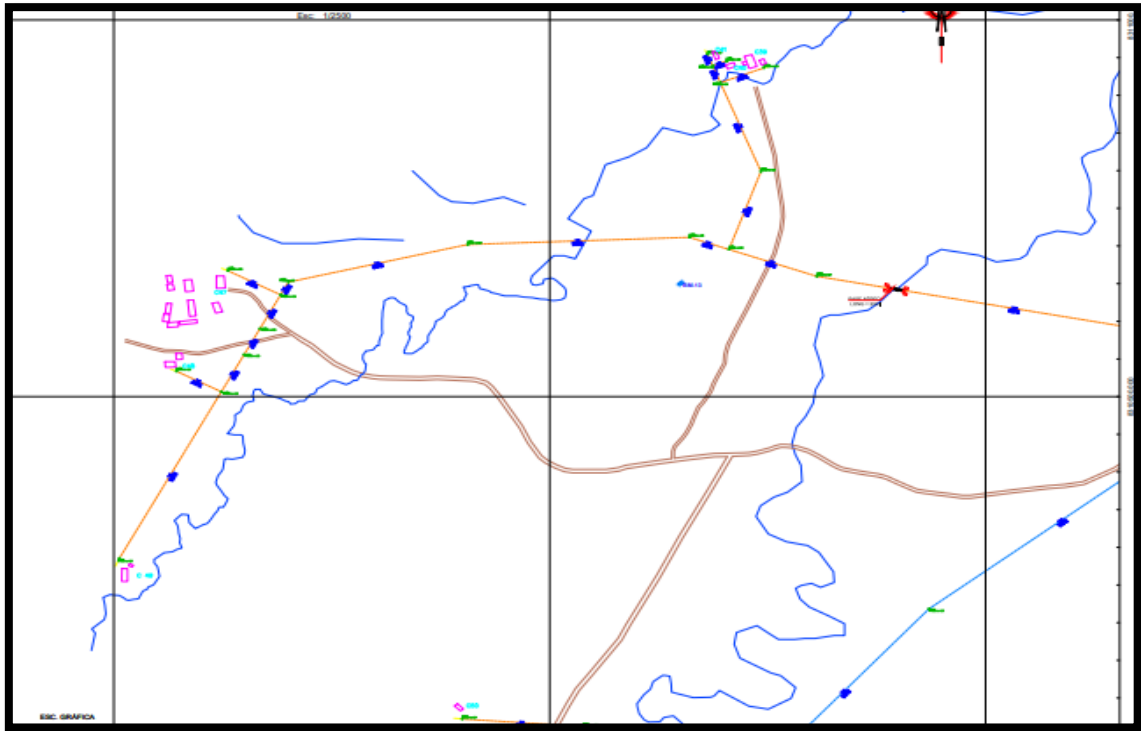


Figura 27. Sectores para la ejecución de la obra.

Fuente. Elaboración propia



CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

El presente capítulo señala los resultados de la evaluación utilizando el Last Planner System en la ejecución de obra para agua potable y saneamiento en la comunidad de Umpuco, Palca – Lampa – Puno. El respectivo análisis de resultados se ha hecho primeramente por medio del Porcentaje de Plan de Cumplimiento (PPC) y la respectivo Curva S de avance del proyecto.

4.1.1. Diseño del master plan para mejorar la planificación de la obra.

Todas las actividades que deben de ejecutarse comprenden un total de 10 las cuales son:

- Suministro e instalación de tubería de PVC SAP-SP Ø 3/4" C-10
- Suministro e instalación de tubería de PVC SAP-SP Ø 1" C-10
- Prueba hidráulica de tubería de agua potable (inc. desinfección)
- Accesorios en redes
- Colocación de accesorios c/concreto $f'c=140 \text{ kg/cm}^2$ P/dado
- Concreto $f'c=140 \text{ kg/cm}^2$ P/falso piso
- Concreto 1:8 +25% PM, para sobrecimientos
- Encofrado y desencofrado para sobrecimientos
- Concreto $f'c= 175 \text{ kg/cm}^2$
- Encofrado y desencofrado

Debido a que el metrado genera el dimensionamiento de las cuadrillas, de los cuales se ha realizado los rendimientos de presupuesto y los rendimientos reales de la obra.

N°	ACTIVIDADES	METRADOS																														TOTAL	PROVEDO	
		19-Jul			20-Jul			21-Jul			22-Jul						23-Jul																	
		S1A1	S1A1	S2A2	S1A1	S2A2	S1A1	S1A1	S3A3	S2A2	S1A1	S3A3	S2A2	S1A1	S2A2	S1A1	S4A4	S3A3	S2A2	S4A4	S3A3	S2A2	S1A1	S3A3	S2A2	S4A4	S3A3	S2A2	S1A1					
		ÁREA	ÁREA	ÁREA	ÁREA	ÁREA	ÁREA	ÁREA	ÁREA	ÁREA	ÁREA	ÁREA	ÁREA	ÁREA	ÁREA	ÁREA	ÁREA	ÁREA	ÁREA	ÁREA	ÁREA	ÁREA	ÁREA	ÁREA	ÁREA	ÁREA	ÁREA	ÁREA	ÁREA					
01	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA DE PVC SAP-SP Ø 3/4" C-10	88.86	65.61	64.8	148.11	86.63	57.32	55.15	93.21	67.45	22.56	55.15	55.15	55.15	55.15	93.21	86.63	86.63	93.21	88.86	65.61	22.56	58.76	64.8	64.8	58.76	72.67	70.08	70.08	64.8	64.8	57.28	3,025.85	98.11
02	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA DE PVC SAP-SP Ø 1" C-10	96.78	73.77	82.06	87.07	94.24	45.67	60.00	81.39	94.24	18.98	60.00	60.00	60.00	60.00	81.39	94.24	94.24	81.39	86.78	73.77	18.98	66.23	82.06	82.06	66.23	81.91	76.93	76.93	62.06	82.06	64.54	3,102.22	95.41
03	PRUEBA HIDRAULICA DE TUBERIA DE AGUA POTABLE (INC. DESINFECCION)	29.84	22.57	46.42	41.88	29.01	44.48	18.47	31.21	29.01	36.89	18.47	18.47	18.47	18.47	31.21	29.01	31.21	29.84	22.57	36.89	20.74	46.42	46.42	20.74	25.65	24.73	24.73	46.42	46.42	20.21	954.15	29.87	
04	ACCESORIOS EN REDES	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	32.80	66.70	
05	COLOCACION DE ACCESORIOS C/CONCRETO FC=175 KG/CM2	29.84	22.57	46.42	41.88	29.01	44.48	18.47	31.21	29.01	36.89	18.47	18.47	18.47	18.47	31.21	29.01	31.21	29.84	22.57	36.89	20.74	46.42	46.42	20.74	25.65	24.73	24.73	46.42	46.42	20.21	954.15	1.00	
06	CONCRETO f'c=40 Kg/cm2 P.FALSO PISO	84.15	52.12	109.32	88.62	88.67	104.75	55.18	93.25	88.67	104.32	55.18	55.18	55.18	55.18	93.25	88.67	88.67	93.25	84.15	52.12	104.32	50.15	109.32	109.32	50.15	82.02	58.81	58.81	109.32	49.87	2,518.47	1,365.84	
07	CONCRETO 18 +25%PM, PARA SOBRECIMENTOS	21	16.78	34.21	30.66	12.60	32.78	11.66	2.80	12.60	26.04	11.66	11.66	11.66	11.66	2.80	12.60	12.60	2.80	21	16.78	26.04	13.70	34.21	34.21	13.70	16.95	16.34	16.34	34.21	13.35	581.47	20.79	
08	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA SOBRECIMENTOS	358.95	288.01	477.48	430.77	378.16	457.54	241.09	407.85	378.16	442.51	241.09	241.09	241.09	241.09	407.85	378.16	378.16	407.85	358.95	288.01	442.51	208.03	477.48	477.48	208.03	288.51	248.30	248.30	477.48	477.48	203.78	10,954.35	337.80
09	CONCRETO FC=175 KG/CM2	84.15	52.12	109.32	88.62	88.67	104.75	55.18	93.25	88.67	104.32	55.18	55.18	55.18	55.18	93.25	88.67	88.67	93.25	84.15	52.12	104.32	50.15	109.32	109.32	50.15	82.02	58.81	58.81	109.32	49.87	2,518.47	1.00	
10	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	84.15	52.12	109.32	88.62	88.67	104.75	55.18	93.25	88.67	104.32	55.18	55.18	55.18	55.18	93.25	88.67	88.67	93.25	84.15	52.12	104.32	50.15	109.32	109.32	50.15	82.02	58.81	58.81	109.32	49.87	2,518.47	81.16	

Figura 28. Metrado por sector del proyecto

Fuente: Glenn (2010).

Luego de haber obtenido los metrados se pudo realizar el dimensionamiento de la cuadrilla con los rendimientos de presupuesto y el presupuesto real para tener los metrados.

Tabla 6. Dimensiones de cuadrillas

	ACTIVIDADES	UND.	METRADO TOTAL	CUADRILLA			RENDIMIENTO	TANK TIME	PERSONAL			SELECTORES	METRADO DE PRODUCCION DIARIO
1	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA DE PVC SAP-SP Ø 3/4" C-10	m	1843.14	3	1	1	10	1DIA	49.32	52	32	57.60	
2	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA DE PVC SAP-SP Ø 1" C-10	m	125.34	4	0	2	12	1DIA	22.92	24	32	35.7	
3	PRUEBA HIDRAULICA DE TUBERIA DE AGUA POTABLE (INC. DESINFECCION)	m	1744.34	0	1	1	12	1DIA	37.87	36	32	53.57	
4	ACCESORIOS EN REDES	gln	1325.61	0	0	0	25	1DIA	30.24	30	32	4143	
5	COLOCACION DE ACCESORIOS C/CONCRETO FC=40 KG/CM2 P/DADO	m3	1688.12	5	2	1	10	1DIA	49.32	46	32	52.75	
6	CONCRETO f'c=40 Kg/cm2 P/FALSO PISO	m3	1354.57	3	3	1	12	1DIA	22.92	38	32	42.33	
7	CONCRETO 18 +25%PM, PARA SOBRECIMENTOS	m3	1544.77	2	0	2	12	1DIA	37.87	34	32	47.34	
8	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA SOBRECIMENTOS	m2	1324.61	4	2	1	25	1DIA	30.24	30	32	4139	
9	CONCRETO FC=175 KG/CM2	m2	1644.12	2	1	1	10	1DIA	49.32	48	32	5138	
10	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m3	134.58	3	2	1	12	1DIA	22.92	24	32	35.46	

Fuente: Elaboración propia.

A través de campana de Gauss, se genera un histograma, para ver un control de las horas hombre empleadas en la ejecución del proyecto. En la figura 29 se observa el control del histograma de las horas hombres.

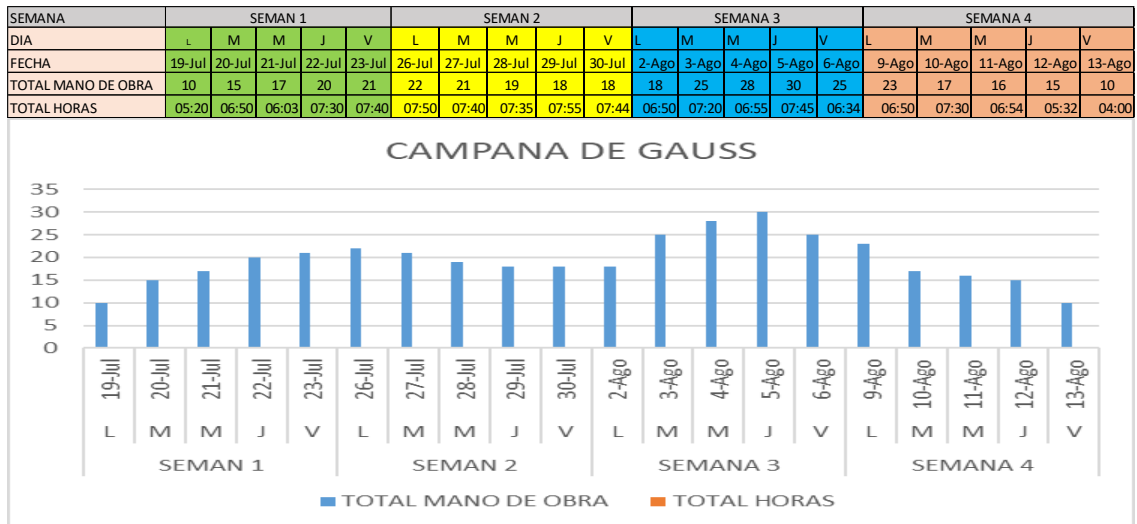


Figura 29. Histograma y campana de Gauss

Fuente: Elaboración propia

Para estimar los rendimientos en la obra y verificar que se estén cumpliendo según lo planificado, la evaluación se hace entre las semanas de 10 y 21, en este tiempo se utilizó el Last Planner System

SEMANA	N° ACTIVIDADES PLANIFICADAS	N° ACTIVIDADES EJECUTADAS	N° ACUM ACTIVIDADES PLANIFICADAS	N° ACUM ACTIVIDADES EJECUTADAS.	PPC SEMANAL	PPC ACUMULADO	PPC META
Sem 1	25	16	25	16	64.0%	64.0%	90.0%
Sem 2	26	16	51	32	69.0%	63.0%	90.0%
Sem 3	28	21	79	53	75.0%	67.0%	90.0%
Sem 4	24	17	103	70	70.0%	68.0%	90.0%
Sem 5	25	19	128	89	76.0%	70.0%	90.0%
Sem 6	27	20	155	109	74.0%	70.0%	90.0%
Sem 7	24	18	179	127	75.0%	71.0%	90.0%
Sem 8	24	19	203	146	79.1%	71.0%	90.0%
Sem 9	28	22	231	168	79.0%	72.0%	90.0%
Sem 10	20	17	251	185	85.0%	74.0%	90.0%
Sem 11	25	21	276	206	72.0%	74.0%	90.0%
Sem 12	26	23	302	229	88.0%	75.0%	90.0%
Sem 13	24	20	326	249	83.0%	75.0%	90.0%
Sem 14	25	18	351	267	84.0%	76.0%	90.0%
Sem 15	27	23	378	290	85.0%	77.0%	90.0%
Sem 16	26	22	404	312	85.0%	77.0%	90.0%
Sem 17	24	20	428	332	83.0%	78.0%	90.0%
Sem 18	26	21	454	353	80.0%	78.0%	90.0%
Sem 19	25	20	479	373	80.0%	78.0%	90.0%
Sem 20	26	21	505	394	80.0%	78.0%	90.0%
Sem 21	25	22	530	416	88.0%	79.0%	90.0%
	530	416			78%	77%	

Figura 30. Rendimiento acumulado

Fuente. Elaboración propia

La productividad se mide de acuerdo de las actividades ejecutadas sobre la programación según el presupuesto de la obra. En la figura 30 se observa la productividad de las actividades.

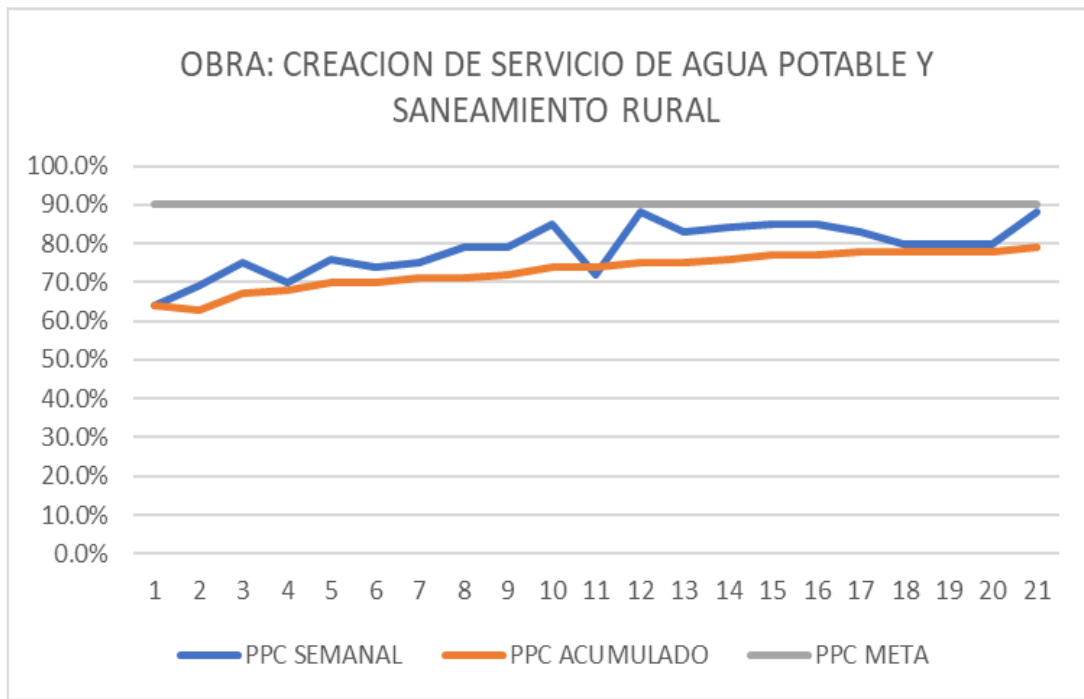


Figura 31. Curva de producción de la ejecución

Fuente: Elaboración propia

En la figura 31 se observa la productividad de los avances semanales, se realiza para cada herramienta, se observa los avances semanales de obra. La curva de productividad es para cada actividad que se ejecuta en el proyecto. En algunas figuras donde existen elevaciones, significa que no se están cumpliendo, esto se comprobará en el porcentaje plan de cumplimiento.

4.1.2. Identificación, registro y análisis de las causas de no cumplimiento (CNC)

Se identificó y se registró por medio de códigos, que permita encontrar las causas para no ejecutar una actividad así mismo se resolvió inmediatamente, y no dejar que se conviertan las actividades en un atraso acumulativo.

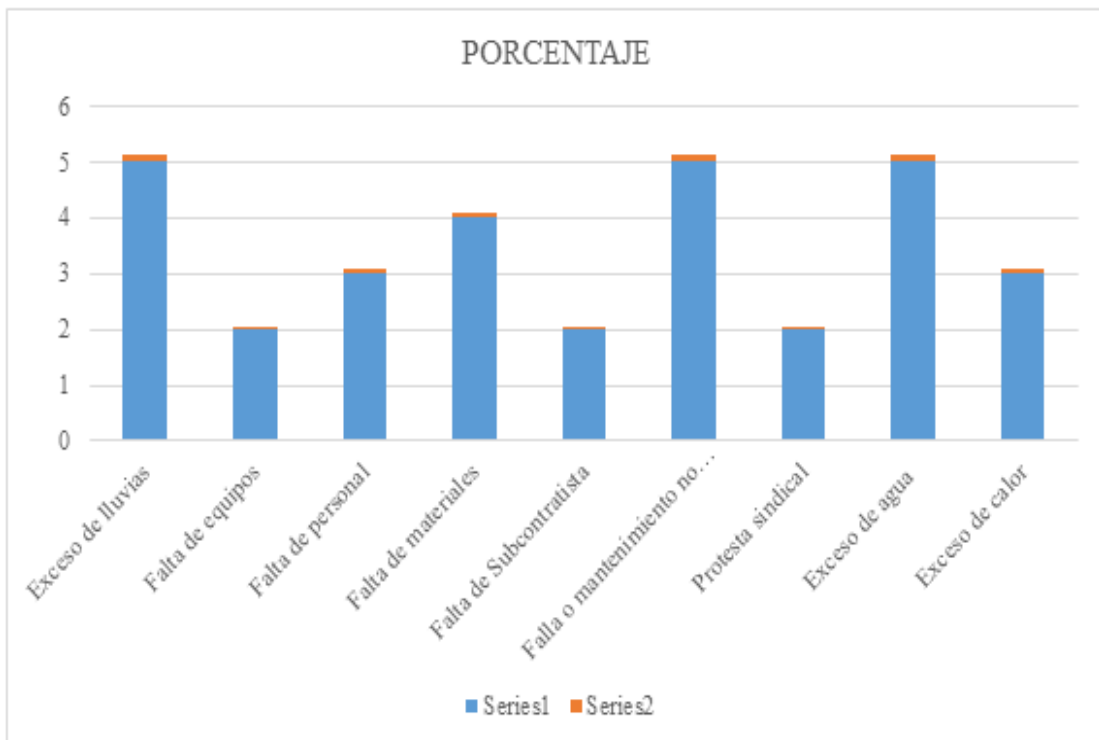


Figura 32. Análisis de causas de no cumplimiento.

Fuente: Elaboración propia

SEMANA	CAUSAS DE INCUMPLIMIENTO	Nº DE ACTIVIDADES	PORCENTAJE	SOLUCIONES PLANTEADAS
SEM 21	Exceso de lluvias	5	13.9%	Se ocasionó un retraso muy fuerte con torrente de lluvia y granizadas que había en la zona.
	Falta de equipos	2	5.6%	Se solicitó 1 Retroexcavadora de obra en llegar a la obra por falta de un operador.
	Falta de personal	3	8.3%	Se requiere Técnico de suelos. Llegada Miércoles de semana siguiente.
	Falta de materiales	4	11.1%	Limitados a la llegada de materiales solicitados con anterioridad. Se propone el seguimiento continuo de Prioridades de Obra para ir reduciéndolas. (por la pandemia COVID - 2019 se agotaron los materiales).
	Falta de Subcontratista	2	5.6%	Se envió restricción por falta de SC de terrazo sanitario como pendiente de pago.
	Falta o mantenimiento no programado de equipos	5	13.9%	Llegada de especialista Mecánico para el mantenimiento de equipos.
	Protesta sindical	2	5.6%	Se paralizaron las actividades. Condicionante a pago de jornal.
	Exceso de agua	5	13.9%	ocasionado por exceso lluvia que se llenaba a las canchales y para vaciar el agua otro tiempo perdido.
	Exceso de calor	3	8.3%	Se determinó jornales de 7:00 a 12:00 pm y de 2:00 pm a 6:00 pm para una mayor brecha de descanso del personal por altas temperaturas al medio día.

Figura 33. Porcentaje de Plan de no Cumplido (PPC)

Fuente: Elaboración propia

En la figura 33, se muestra la figura de causas de no cumplimiento semanal y acumulado semanal; inclusive aquí nos podemos dar cuenta que la mayor causa de no cumplimiento es por exceso de lluvia, falta de equipo, falta de materiales, entre otros el cual se sustenta en la programación:

- Ausencia de planificación, ausencia de experiencia.
- Ausencia de Ingeniería de detalles en el proyecto.

4.1.3. Controlar el Porcentaje de Plan de Cumplimiento (PPC)

El Porcentaje de Plan de Cumplimiento es una herramienta que está directamente coordinado con el avance físico de la obra y a su vez esto controla las actividades planificadas. Las actividades no completadas no son consideradas en cuenta para este análisis. Por lo tanto, el último planificador se considera de la semana 10, es donde el

Last Plinner System optimiza el avance de la ejecución dando soporte a la mejora.

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

Figura 34. Fórmula de cálculo de PPC (%)

Fuente: Howell (1998).

Tabla 7. Porcentaje de plan completado en la semana 1.

Actividades	Porcentaje (%)
Actividades al 100%	16
Actividades no completadas	9
Actividades programadas	25
% de cumplimiento	64%

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 07 se observa la evolución y análisis de actividades al cien por ciento, donde se evalúa actividades no completadas y actividades programadas, de los resultados se observa según el promedio que el 16% de actividades al 100%, las actividades no completadas 9% y las actividades programadas de 25%; sin embargo, el 64% de promedio total cumple con la ejecución de las actividades en la obra.

Tabla 8. Porcentaje del plan completado en la semana 2

Actividades	Porcentaje (%)
<i>Actividades al 100%</i>	18
<i>Actividades no completadas</i>	8
<i>Actividades programadas</i>	26
<i>% de cumplimiento</i>	69%

Fuente: Elaboración propia.

En tabla 08 se observa la evolución y análisis de actividades al cien por ciento, donde se evalúa actividades no completadas y actividades programadas, de los resultados se observa según el promedio que el 18% de actividades al 100%, actividades no completadas 8% y actividades programadas 26%, sin embargo, el 69% de promedio total cumple con la ejecución de las actividades en la obra.

Tabla 9. Porcentaje de plan completado en la semana 3.

Actividades	Porcentaje (%)
<i>Actividades al 100%</i>	21
<i>Actividades no completadas</i>	7
<i>Actividades programadas</i>	28
<i>% de cumplimiento</i>	75%

Fuente: Elaboración propia



En la tabla 9 se observa la evolución y análisis de actividades al cien por ciento, donde se evalúa actividades no completadas y actividades programadas, de los resultados se observa según el promedio que el 21% actividades al 100%, actividades no completadas 7% y actividades programadas 28%, sin embargo 75% de promedio total cumple con la ejecución de las actividades en la obra.

Tabla 10. Porcentaje de plan completado en la semana 10

Actividades	Porcentaje (%)
<i>Actividades al 100%</i>	17
<i>Actividades no completadas</i>	3
<i>Actividades programadas</i>	20
% de cumplimiento	85%

Fuente: Elaboración propia

En esta tabla se observa la evolución y análisis de actividades al cien por ciento, donde se evalúa actividades no completadas y actividades programadas, de los resultados se observa según el promedio que el 17% actividades al 100%, actividades no completadas 3% y actividades programadas 20%; sin embargo, el 85% de promedio total cumple con la ejecución de las actividades en la obra.

Tabla 11. Porcentaje de plan completado en la semana 21

Actividades	Porcentaje (%)
<i>Actividades al 100%</i>	22
<i>Actividades no completadas</i>	3
<i>Actividades programadas</i>	25
% de cumplimiento	88%

Fuente: Elaboración propia

En esta tabla se observa la evolución y análisis de actividades al %, donde se evalúa actividades no completadas y actividades programadas, de los resultados se observa según el promedio que el 22% actividades al 100%, actividades no completadas 3% y actividades programadas 25; sin embargo, el 88% de promedio total cumple con la ejecución de las actividades en la obra.

SEMANA	N° ACTIVIDAD COMPLETADA	N° ACTIVIDADES NO COMPLETADAS	N° ACTIVIDADES PROGRAMADAS	PPC SEMANAL
SEMANA 1	16	9	25	64.0%
SEMANA 2	16	10	26	69.0%
SEMANA 3	21	7	28	75.0%
SEMANA 4	17	7	24	70.0%
SEMANA 5	19	6	25	76.0%
SEMANA 6	20	7	27	74.0%
SEMANA 7	18	6	24	75.0%
SEMANA 8	19	5	24	79.1%
SEMANA 9	22	6	28	79.0%
SEMANA 10	17	3	20	85.0%
SEMANA 11	21	4	25	72.0%
SEMANA 12	23	3	26	88.0%
SEMANA 13	20	4	24	83.0%
SEMANA 14	18	7	25	84.0%
SEMANA 15	23	4	27	85.0%
SEMANA 16	22	4	26	85.0%
SEMANA 17	20	4	24	83.0%
SEMANA 18	21	5	26	80.0%
SEMANA 19	20	5	25	80.0%
SEMANA 20	21	5	26	80.0%
SEMANA 21	22	3	25	88.0%
	416	114	530	78%

Figura 35. Resumen de porcentaje de plan de cumplimiento

Fuente: Elaboración propia

En esta figura describe el promedio de actividades cumplidas de 78% ya que es notorio el avance utilizando el Last Planner System. En la figura se puede ver la evolución de la curva.

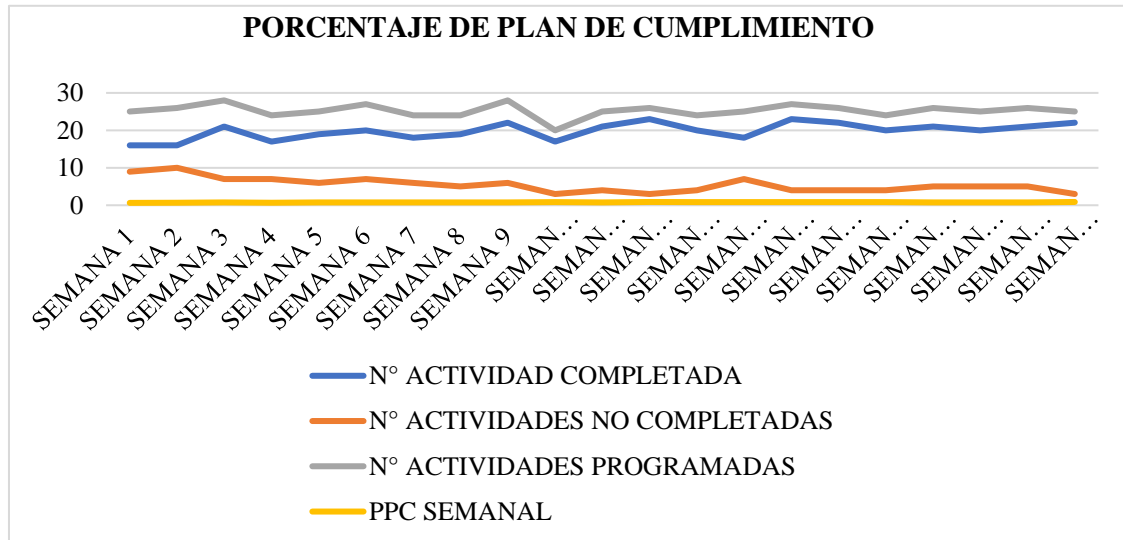


Figura 36. Porcentaje del Plan Cumplido (PPC)

Fuente: Elaboración propia

El Porcentaje de Plan de Cumplimiento, antes de implementar el último planificador las actividades ejecutadas están por debajo de lo esperado y luego al implementar el Last Planner System se aprecia la mejora y se muestra en la figura 36.

SEMANA	N° ACTIVIDAD COMPLETADA	N° ACTIVIDADES NO COMPLETADAS	N° ACTIVIDADES PROGRAMADAS	PPC SEMANAL	PPC ACUMULADO
SEMANA 1	16	9	25	64.0%	64.0%
SEMANA 2	16	10	26	69.0%	63.0%
SEMANA 3	21	7	28	75.0%	67.0%
SEMANA 4	17	7	24	70.0%	68.0%
SEMANA 5	19	6	25	76.0%	70.0%
SEMANA 6	20	7	27	74.0%	70.0%
SEMANA 7	18	6	24	75.0%	71.0%
SEMANA 8	19	5	24	79.1%	71.0%
SEMANA 9	22	6	28	79.0%	72.0%
SEMANA 10	17	3	20	85.0%	74.0%
SEMANA 11	21	4	25	72.0%	74.0%
SEMANA 12	23	3	26	88.0%	75.0%
SEMANA 13	20	4	24	83.0%	75.0%
SEMANA 14	18	7	25	84.0%	76.0%
SEMANA 15	23	4	27	85.0%	77.0%
SEMANA 16	22	4	26	85.0%	77.0%
SEMANA 17	20	4	24	83.0%	78.0%
SEMANA 18	21	5	26	80.0%	78.0%
SEMANA 19	20	5	25	80.0%	78.0%
SEMANA 20	21	5	26	80.0%	78.0%
SEMANA 21	22	3	25	88.0%	79.0%
Total	416	114	530	78%	78%

Figura 37. Porcentaje de Plan Cumplido (PPC) Acumulado

Fuente: Elaboración propia

En la figura 37, se muestra que al implementar el Last Planner System mejoró la planificación en las actividades, el acumulado muestra que el control de actividades fue creciente considerablemente, desde la semana 10.

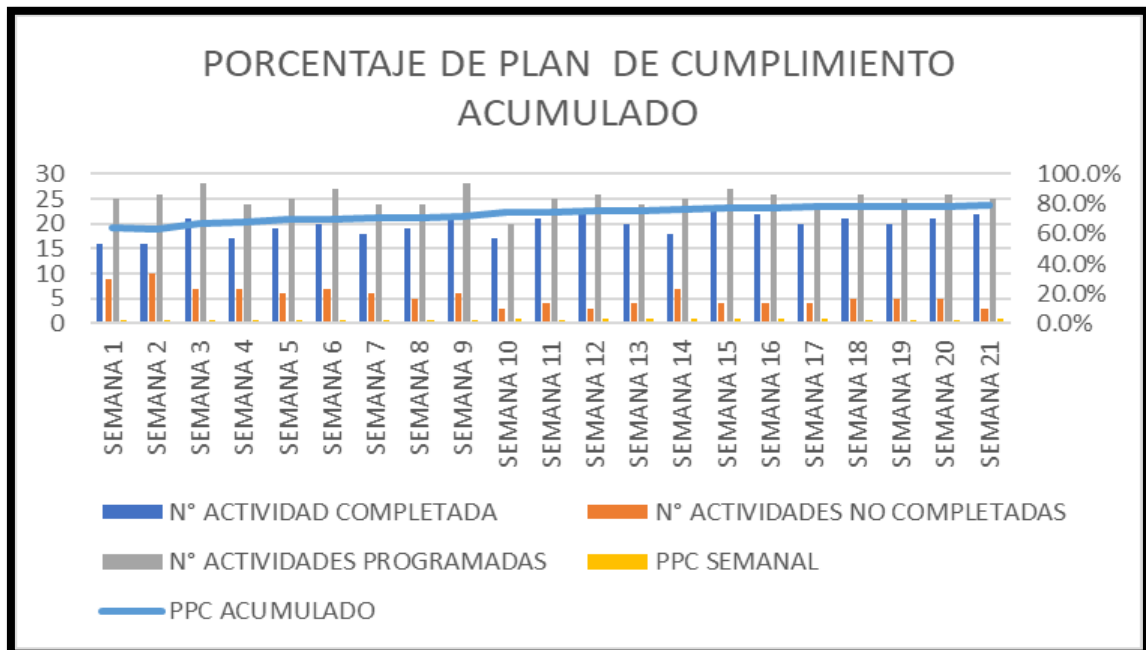


Figura 38. Plan de cumplimiento PPC Acumulada

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la semana 8, el control de avance es mayor de cada actividad completada al 100%. Del mismo modo, se aprecia las tablas significativas de las semanas 8,9,10, 11, 12, 13 y 21 al implementar el Last Planner System, significativamente va creciendo el gráfico sin embargo es una buena opción.

4.1.4. Curva S y avance de obra

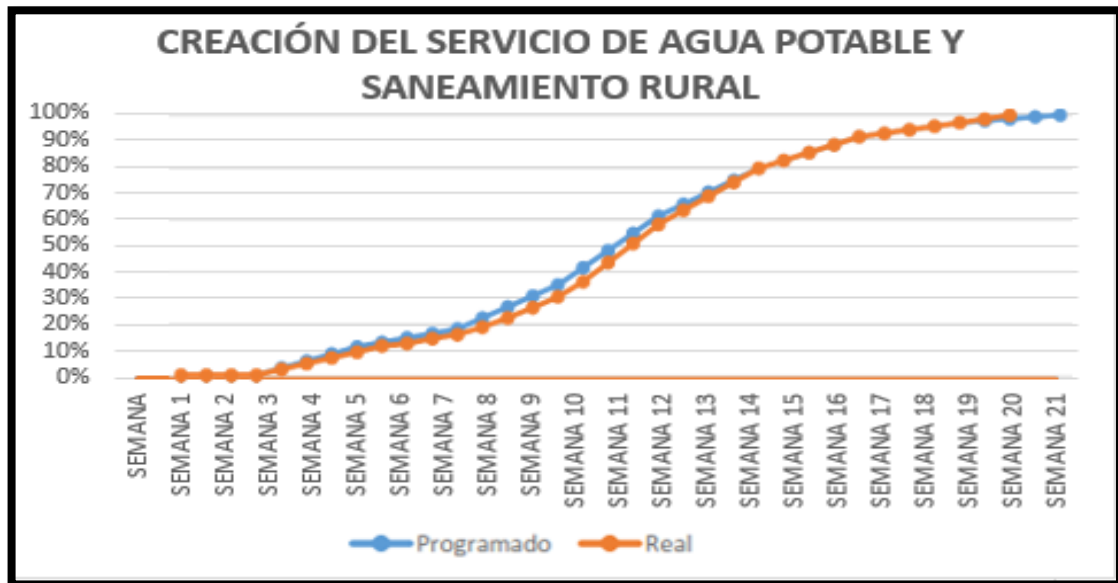


Figura 39. Curva S de la obra de agua potable y saneamiento

Fuente: Elaboración propia

En la figura 39 se muestra, la curva del retraso de 5% en la semana 10 por lo tanto no llegó al plazo establecido y luego en la semana 10 empezó a subir notoriamente gracias al último planificador (Last Planner System), se procuró eliminar este retraso y concluir la obra de ejecución de agua potable y saneamiento en la comunidad de Umpuco se terminó en el tiempo esperado, en su totalidad se ve representado.

Se aclararon las características y la aplicación práctica de lean construction en una obra de agua potable, y se aclaró técnicas para mejorar el avance de obra, lo que es indispensable en una obra, además de lograr la sostenibilidad, la gestión de la cadena de suministro, y la gestión de la seguridad, como lo refiere Li et al., (2020). Asimismo, se es indispensable la contribución de las herramientas de lean construction en el fomento de la construcción tradicional especialmente a nivel de los siguientes factores: creación de valor y eliminación de residuos; planificación y coordinación mutua; organización del sitio (Bajjou et al., 2017; Fahmy. 2020).



V. CONCLUSIONES

Primera. Al emplear el sistema Last Planner en una obra de agua potable y saneamiento se 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 notoriamente mejora en la planificación y ejecución de la obra, mediante el Last Planner System se pudo revertir el atraso 5% en la semana 10.

Segunda. A través de esta Sistema Last Planner. El Master Plan nos visualiza más confiable de las actividades a realizar en la obra del proyecto, porque se plantean hitos y trenes de trabajo con fechas planificadas por el equipo de obra liderado por el residente.

Tercera. El LookAhead Planning es una herramienta de gran importancia para la planificación a nivel intermedio, con el dimensionamiento adecuado de recursos, cronograma de adquisición de materiales, levantamiento de restricciones y la retroalimentación para la mejora continua, evitando así retrasos en el cronograma. Además, por medio de la sectorización se logró tener un mayor control de avance, porque permitió medir el metrado ejecutado con respecto al metrado planificado.

Cuarta. El Porcentaje de Plan de Cumplimiento (PPC) permite medir la confiabilidad de Last Planner System y controla y mejora el rendimiento. En fecha que no se empleó el LPS no se vio el avance recién, al emplear el LPS mejoró la planificación y la ejecución y todas las actividades planificadas se llegó a un porcentaje de actividades ejecutadas de 78% y 73% respectivamente.



VI. RECOMENDACIONES

Primera. El último planificador Last Planner System participa en el mejoramiento de la planificación; por lo tanto, debe ser encabezado por el residente de obra, los equipos técnicos deben de estar comprometidos en la aplicación del Last Planner System para la mejora continua de la obra.

Segunda. Realizar un buen diseño del Master Plan justifica los metrados, los trenes de trabajo y dimensionamiento de cuadrillas; lo cual permite tener fechas reales de entrega para los hitos de obra una planificación más acertada para el cumplimiento de los plazos establecidos utilizando el Last Planner System en la obra.

Tercera. El LookAhead Planning es una herramienta principal en la planificación a nivel intermedio, puesto que se planteó un tren de avance por sectores, con el dimensionamiento adecuado de recursos. El LookAhead Planning (LAP) debe ser generado en las reuniones semanales de producción donde se reúnen todos los involucrados. Reconociendo las deficiencias, cronogramade adquisición de materiales.

Cuarta. El Porcentaje de Plan de Cumplimiento debe ser realizado todas las semanas en todos los frentes de trabajo para alimentar el sistema y hacer una retroalimentación. La herramienta Carta Balance y el análisis Causa - Raíz ayudan a analizar las actividades ejecutadas



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdelhamid, T. S., El-Gafy, M., & Salem, O. (2008). Lean construction: Fundamentals and principles. *American professional constructor journal*, 4, 8-19.
- Abu Aisheh, Y. I., Tayeh, B. A., Alaloul, W. S., & Almalki, A. (2021). Health and safety improvement in construction projects: A lean construction approach. *International Journal of occupational safety and ergonomics*, 1-13.
<https://doi.org/10.1080/10803548.2021.1942648>
- Akanbi, O. A., Oyedolapo, O., & Steven, G. J. (2019). Lean principles in construction. In Sustainable Construction Technologies (pp. 317-348). *Butterworth-Heinemann*.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811749-1.00010-9>
- Alfaro, R., & Espinoza, A. (2021). *Caracterización geotécnica de suelos mediante ensayos de laboratorio*. Universidad Nacional del Altiplano Puno.
- Aslam, M., Gao, Z., & Smith, G. (2021). Development of Lean Approaching Sustainability Tools (LAST) matrix for achieving integrated lean and sustainable construction. *Construction Economics and Building*, 21(3), 176-197.
<https://search.informit.org/doi/10.3316/informit.146114093043122>
- Bajjou, M. S., Chafi, A., & En-Nadi, A. (2017). A comparative study between lean construction and the traditional production system. In *International Journal of Engineering Research in Africa* (Vol. 29, pp. 118-132). *Trans Tech Publications Ltd*. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/JERA.29.118>
- Ballard, G., & Tommelein, I. (2021). *2020 Current Process Benchmark for the Last Planner (R) System of Project Planning and Control*.



- Ballard, G. (1994). *The Last Planner*. Northern California Construction Institute, Monterey, California, 1–8.
- Castillo, I. (2014). herramientas de Lean Constrution. En Ines, *Diseño de Lean* (pág. 48).
- Chokewanka, S. (2018). "*Sistema Last Planner para mejorar la planificación en la obra civil del centro de salud picota - San Martín (tesis de grado) Universidad san Martín de Porres, Lima, Perú*". Lima: Universida.
- Diaz, A. (2007). "*Aplicación del sistema de planificación Last Planner a la construcción un edificio habitacional de mediana altura*" (Tesis de título de Ingeniería Civil). Chile: Universidad de Chile. Chile: Universidad.
- Fahmy, M. (2020). *Lean Principles Implementation in Construction Management: A One Team Approach*. <http://dx.doi.org/10.29117/cic.2020.0034>
- Flores. (2016). "*Aplicación de la filosofía lean construcción en la planificación, programación, ejecución y control de la construcción del estadio de la UNA - PUNO (tesis de grado)*". Universidad Nacional del Altiplano, Puno – Perú. Puno: Universidad.
- Ghio, V. (1965 - 2001). "*Productividad en Obras de Construcción: Diagnóstico, crítica y propuesta*". Lima: Uiversidad.
- Glenn. (2004). Last Planner. En Glenn, *Last Planner* (pág. 28). (2000). *The Last Planer system of production control (tesis de grado)*. The University of Birmingham, Birmingham, Reino Unido. Reino Unido: University.
- Howell, K. (1992). La filosofia de Lean Construcccion. En K. Howell, *La Lean Constrution* (pág. 45). Stanford.



- Koskela, L. (1992). *Application of the new production philosophy to construction*. Stanford University, USA.
- Koskela, L. J., Stratton, R., & Koskenvesa, A. (2010). Last planner and critical chain in construction management: comparative analysis. In *Proceedings of the 18th Annual Conference of the International Group for Lean Construction* (pp. 538-547). The International Group for Lean Construction. <https://iglc.net/Papers/Details/680>
- Li, S., Fang, Y., & Wu, X. (2020). A systematic review of lean construction in Mainland China. *Journal of cleaner production*, 257, 120581. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120581>
- Ramirez, C. (2012). *Optimización de procesos constructivos en el condominio Bolognesi – puente piedra (tesis de grado)*. Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú. Lima: Universidad.
- Toledo, A. (2017). *Mejoramiento de la planificación operacional mediante la implementación de la filosofía Lean Construction en el proyecto ampliación mejoramiento del hospital de Moquegua nivel II-2 ubicado en el departamento de Moquegua (tesis de grado)*. Universidad José. Moquegua: Universidad.



ANEXOS

Anexo 1. Cronograma de actividades

ACTIVIDADES	2020												2022								
	Octubre				Noviembre				Diciembre				Enero				Febrero				
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
Acopio de información	X	X																			
Planteamiento del problema			X	X																	
Elaboración del marco teórico				X	X																
Formulación de la hipótesis					X																
Diseño de la investigación						X															
Redacción del plan de tesis							X	X													
Presentación del proyecto de tesis								X	X												
Aprobación del proyecto de tesis									X	X											
Trabajo de campo (aplicación de instrumentos)										X	X	X									
Procesamiento de los resultados de la Investigación												X	X								
Discusiones, conclusiones y recomendaciones														X							
Redacción del informe final de tesis															X	X					
Presentación del informe final de tesis																X	X				
Dictamen del informe final de tesis																	X				
Sustentación y defensa de tesis																					X



Anexo 2. Asignación de recursos

ITEM	PARTIDA	UND.	CANT.	COSTO UNITARIO (S/.)	COSTO TOTAL (S/.)
1.00	PERSONAL				13,750.00
1.01	Un Investigador	mes	6	1,200.00	7,200.00
1.02	Un asesor	glb.	1	3500	3,500.00
1.03	Una Secretaria	mes	0.75	550	550.00
1.04	Un Asesor de planeamiento	mes	21	2500	2,500.00
2.00	BIENES				1,910.50
2.01	Equipo de computo	glb	1	1500	1,500.00
2.02	Lapiceros	glb.	1	15	15.00
2.03	CD	und.	5	2.5	7.50
2.04	Lápices	glb.	1	5	5.00
2.05	Borradores	glb.	1	3	3.00
2.06	Papel Bond A4	millar	1	50	50.00
2.07	Impresora	und.	1	300	300.00
2.08	Tableros	und.	2	6	12.00
2.09	Papelografos	doc.	4	4.5	18.00
2.1	Archivador d/carton c/palanca	und.	2	7	117.50
2.11	Cinta Masking tape. t: 1/2" x	und.	4	2	8.00
2.12	Notas adhesivas. colores variados. t: 3" x 3"	pack	5	12	60.00
2.13	Plumón p/pizarra acrilica. colores variados	und.	5	3.5	17.50
2.14	Plumón resaltador	und.	2	2.5	5.00
2.15	Plumón marcador. Colores variados.	und.	5	3	15.00
2.16	Tableros	und.	2	6	12.00
3.00	SERVICIOS				2,300.00
3.01	Movilidad	glb.	1	500	500.00
3.02	Viáticos	glb.	1	800	800.00
3.03	Fotocopias	glb.	1	150	150.00
3.04	Encuadernaciones	glb.	1	500	500.00
3.05	Cámara fotográfica	und.	1	200	200.00
3.06	Internet	hrs.	150	1	150.00
4	SUBTOTAL				18,078.00
5	OTROS				850.53
GASTO TOTAL					18,928.53



Anexo 3. Consideraciones generales

RESUMEN EJECUTIVO

- **Nombre del proyecto. -**

“Creación del servicio de agua potable y saneamiento rural en la comunidad de Umpuco, distrito de Palca – Lampa – Puno”

- **Unidad ejecutora.**

Municipalidad distrital de palca.

- **Entidad propietaria.**

Municipalidad distrital de palca.

- **Ubicación.**

Región : PUNO

Provincia: LAMPA

Distrito : PALCA

- **Del estudio de pre inversión. -**

El Estudio de Pre inversión, en los niveles de Perfil, Pre factibilidad y Factibilidad fue formulado por el Municipalidad distrital de Palca, inscrito en el SNIP con el **Código** 357283.

Ficha técnica ambiental (FTA)

La FTA correspondiente para este proyecto está registrada con el N° 05025 de fecha 08/12/2017.



Población Beneficiaria

Los beneficiarios comprenden a 72 UBS para las viviendas, institución educativa y para las otras organizaciones.

Presupuesto del componente ambiental

El presupuesto para el componente ambiental es de S/. 37,687.30 Soles.

Ubicación geográfica del proyecto

El proyecto se ubica en la Comunidad de Umpuco, Distrito de Palca, provincia de Lampa, Región Puno, en las coordenadas 8310574.417 m N y 334167.09 m E y a una altura promedio de 4040 m.s.n.m

ANÁLISIS DE RESTRICCIONES												
No.	Codigo Ref	fecha	Restricción	Plan de acción	Responsable	Paso 1	Paso 2	Paso final	Status	Fecha de levantamiento	Nueva fecha meta	fecha de finalización
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												
12												
13												
14												
15												
16												
17												
18												
19												
20												

Anexo 4. Matriz de consistencia

TÍTULO: “LAST PLANNER SYSTEM EN LA EJECUCIÓN DE OBRA PARA AGUA POTABLE Y SANIAMIENTO RURAL EN LA COMUNIDAD DE UMPUCO - PALCA - LAMPA - PUNO”

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES DIMENSIONES	METODOLOGÍA
<p>PROBLEMA GENERAL</p> <p>¿Cuál es la influencia del Last Planner System en la ejecución de obra para agua potable y saneamiento rural en la comunidad de Umpuco - Palca - Lampa - Puno?</p>	<p>OBJETIVO GENERAL</p> <p>Last Planner System en la ejecución de obra para agua potable y saneamiento rural en la comunidad de Umpuco - Palca - Lampa - Puno.</p>	<p>HIPOTESIS GENERAL</p> <p>Last Planner System mejora en la obra el tiempo de ejecución para agua potable y saneamiento rural en la comunidad de Umpuco - Palca - Lampa - Puno.</p>	<p>VARIABLE INDEPENDIENTE</p> <p>Last Planner System</p> <p>VARIABLE DEPENDIENTE</p>	<p>a) Aplicada Ya que esta tesis busca dar solución a un problema generado por el retraso en la ejecución de la obra para agua potable y saneamiento rural.</p>
<p>PROBLEMAS ESPECIFICOS</p> <p>a) ¿Cómo influye la implementación del Master Plan y LookAhead Planificación) en el Last Planner System en la ejecución de obra para agua potable y saneamiento rural en la comunidad de Umpuco - Palca - Lampa - Puno?</p> <p>b) ¿¿Cómo identificó, el registro y análisis de las causas de no cumplimiento (CNC) empleando Last Planner System en la ejecución de obra para agua potable y saneamiento rural en la comunidad de Umpuco - Palca - Lampa - Puno?</p> <p>c) ¿Cómo controlar el Porcentaje de Plan de Cumplimiento (PPC) de las actividades del Last Planner System en la ejecución de obra para agua potable y saneamiento rural en la comunidad de Umpuco - Palca - Lampa - Puno?</p>	<p>OBJETIVOS ESPECIFICOS</p> <p>a) Diseñar el Master Plan y LookAhead Planning Last Planner System en la ejecución de obra para agua potable y saneamiento rural en la comunidad de Umpuco - Palca - Lampa - Puno.</p> <p>b) Identificar, registrar y analizar las causas de no cumplimiento (CNC) empleando Last Planner System en la ejecución de obra para agua potable y saneamiento rural en la comunidad de Umpuco - Palca - Lampa - Puno.</p> <p>c) Controlar el porcentaje de plan de cumplimiento (PPC) de las actividades empleando Last Planner System en la ejecución de obra para agua potable y saneamiento rural en la comunidad de Umpuco - Palca - Lampa - Puno.</p>	<p>HIPOTESIS ESPECIFICAS</p> <p>a) El diseño de Master Plan y Lookahead Planning mejora en la obra de agua potable y saneamiento rural en la comunidad de Umpuco, distrito de Palca - Lampa - Puno.</p> <p>b) Identifica, registra y analiza las causas de no cumplimiento (CNC) mejora Last Planner System en la ejecución de obra para agua potable y saneamiento rural en la comunidad de Umpuco - Palca - Lampa - Puno.</p> <p>c) El porcentaje de plan de cumplimiento (PPC) de las actividades, mejora la planificación de la obra creación del servicio de agua potable y saneamiento rural en la comunidad de Umpuco, distrito de Palca - Lampa - Puno.</p>	<p>INDICADORES:</p> <p>✓ Master Plan</p> <p>✓ LookAhead Planning</p> <p>✓ Porcentaje de Plan de Cumplimiento (PPC)</p>	<p>b) Cuantitativa La investigación tiene un enfoque cuantitativo, porque los resultados pueden medirse en base a datos estadísticos, los resultados obtenidos servirán para optimizar el nivel de planificación del proyecto.</p> <p>c) Descriptiva Es del tipo descriptivo, porque el propósito es describir cómo se desarrolla la planificación empleando el Last Planner System.</p>

PANEL FOTOGRÁFICO

Anexo 5. Seguridad y Salud en el Trabajo, Comunidad Umpuco



Anexo 6. Charlas de uso correcto de herramientas el cumplimiento el cronograma en la obra.



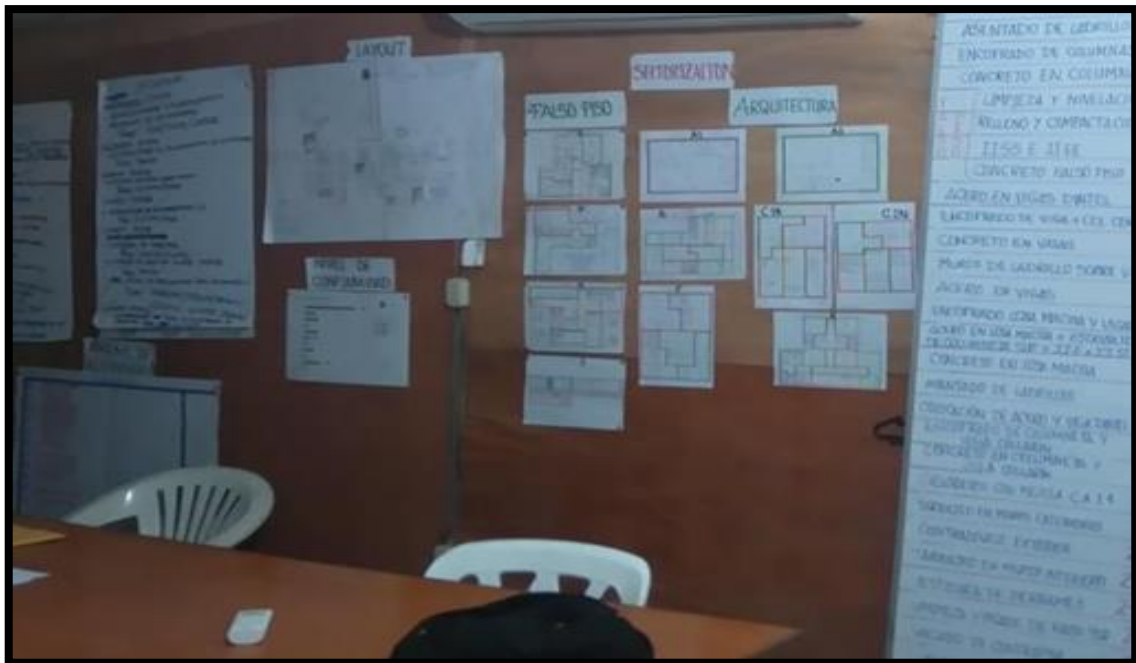
Anexo 7. Se observa al personal de salud realizando el control de temperatura al personal obrero



Anexo 8. Presencia de aguas por exceso de lluvias



Anexo 9. Sala de Reuniones de Producción Semanales ambientada con las pizarras y Post-it's donde se ubicaba el Lookahead Planning



Anexo 10. Láminas de arquitectura

LÁMINAS DE ARQUITECTURA		
Código	Plano	Escala
U-01	Plano de Ubicación	esc 1/100
T-01	Plano Topografía	esc 1/200
C.D-02	Plano de conexiones domiciliarias	esc 1/200
M-01	plano de modelamiento	esc 1/200
A-01	plano de ladera arquitectura	esc 1/200
R.H-01	plano de reseborio hidrulico	esc 1/200
V.C	plano de valbulas de control	esc 1/200
R.A.P-01	Plano de resdes de agua potable	esc 1/200
S.D-02	plano de sistema desague	esc 1/200