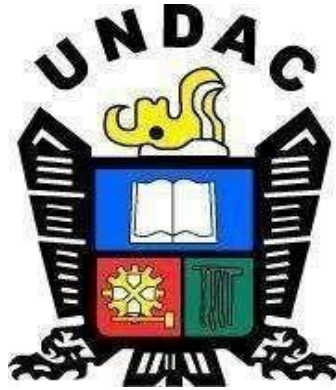


UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



T E S I S

**Aplicación de la metodología Last Planner System en partidas críticas para
mejorar la productividad en la obra del local comunal de San Juan de Milpo,
Pasco – 2025**

Para optar el título profesional de:
Ingeniero Civil

Autores:

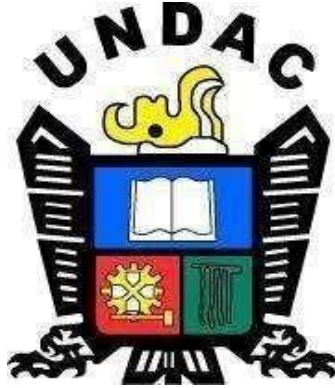
Bach. Sami Luis BARZOLA FERNÁNDEZ
Bach. Yanina Eva ROSAS PAREDES

Asesor:

Mg. Jose German RAMIREZ MEDRANO

Cerro de Pasco – Perú - 2026

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



T E S I S

**Aplicación de la metodología Last Planner System en partidas críticas para
mejorar la productividad en la obra del local comunal de San Juan de Milpo,
Pasco – 2025**

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Mg. Isaac Neil Ubaldo CORNELIO MUÑOZ
PRESIDENTE

Mg. Giovana Jessica BLAS OCEDA
MIEMBRO

Mg. Dario MARTINEZ MARTINEZ
MIEMBRO



Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión
Facultad de Ingeniería
Unidad de Investigación

INFORME DE ORIGINALIDAD N° 032-2026-UNDAC/UIFI

La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión en mérito al artículo 23° del Reglamento General de Grados Académicos y Títulos Profesionales aprobado en Consejo Universitario del 21 de abril del 2022, La Tesis ha sido evaluado por el software antiplagio Turnitin Similarity, que a continuación se detalla:

Tesis:

**Aplicación de la metodología Last Planner System en partidas críticas para
mejorar la productividad en la obra del local comunal de San Juan de Milpo,
Pasco – 2025**

Apellidos y nombres de los tesisas

Bach. Sami Luis, BARZOLA FERNANDEZ

Bach. Yanina Eva, ROSAS PAREDES

Apellidos y nombres del Asesor:

Mg. Jose German RAMIREZ MEDRANO

Escuela de Formación Profesional

Ingeniería Civil

Índice de Similitud

2 %

APROBADO

Se informa el Reporte de evaluación del software similitud para los fines pertinentes.

Cerro de Pasco, 17 de junio del 2026



Firmado digitalmente por FALCONERO
(50300) Ruben Edgar TAU
20154605046 usb
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 17.06.2026 15:16:12 -05:00

DEDICATORIA

Dedicamos el presente trabajo, en primer lugar, a Dios Todopoderoso, por brindarnos fortaleza, sabiduría y perseverancia para alcanzar las metas trazadas. De la misma manera, a nuestras madres, quienes estuvieron siempre presentes, brindándonos apoyo constante y motivándonos a seguir adelante durante todo el desarrollo de este trabajo. Asimismo, a nuestros padres, cuyo esfuerzo y sacrificio hicieron posible nuestra formación y hoy se ven reflejados en este logro académico. Finalmente, expresamos nuestra dedicatoria a los ingenieros que, gracias a sus conocimientos, experiencia y orientación profesional, contribuyeron de manera significativa al desarrollo y culminación de la presente investigación.

AGRADECIMIENTO

Expresamos nuestro agradecimiento a Dios Todopoderoso por brindarnos fortaleza y sabiduría para culminar el presente trabajo. Asimismo, agradecemos a nuestros padres por su apoyo incondicional, esfuerzo y sacrificio, fundamentales para nuestra formación y este logro académico. De igual manera, expresamos nuestro reconocimiento a los ingenieros asesores, cuyos conocimientos y orientación profesional contribuyeron significativamente al desarrollo y culminación de la presente tesis.

RESUMEN

La investigación analiza la influencia del Last Planner System (LPS) en la productividad de las partidas críticas del proyecto “Local Comunal de San Juan de Milpo”, Pasco 2025. El diagnóstico inicial evidenció ineficiencias operativas reflejadas en avances físicos irregulares: durante los tres primeros meses sin LPS, el proyecto alcanzó únicamente un 84% del avance mensual programado, registrándose variabilidad en los tiempos de ejecución y presencia de actividades no contributivas. Ante ello, se implementó el LPS como estrategia de planificación colaborativa para mejorar el Porcentaje de Plan Cumplido (PPC), estabilizar el flujo de trabajo y reducir los costos asociados a retrabajos. El estudio adopta un enfoque cuantitativo, nivel explicativo y diseño cuasiexperimental, comparando la fase sin LPS con la fase intervenida. La unidad de análisis semana–partida permitió medir PPC, variación de tiempos y costos. Los instrumentos empleados incluyeron plan semanal, registro de restricciones, parte diario, valorizaciones y fichas de observación en campo. Tras la implementación del LPS, los resultados mostraron una mejora significativa: el avance mensual superó el 95%, indicando un incremento en la confiabilidad del cronograma. Asimismo, el PPC presentó una tendencia ascendente respecto a la línea base, reflejando una mayor estabilidad en la producción. La reducción de tiempos no contributivos y de costos por retrabajos evidenció un uso más eficiente de los recursos. Se concluye que el LPS influyó de manera cuantitativa y significativa en la productividad de las partidas críticas, constituyendo una herramienta efectiva para mejorar el desempeño operativo y servir como modelo replicable en proyectos de características similares.

Palabras clave: Last Planner System; productividad; partidas críticas; Porcentaje de Plan Cumplido; planificación colaborativa.

ABSTRACT

This study evaluates the influence of the Last Planner System (LPS) on the productivity of critical work packages in the construction of the “Local Comunal de San Juan de Milpo” project, carried out in Pasco in 2025. The initial diagnostic phase revealed operational inefficiencies reflected in irregular physical progress: during the first three months without LPS, the project achieved only 84% of the scheduled monthly progress, indicating workflow instability and the presence of non-contributory activities. Consequently, LPS was implemented as a collaborative planning approach aimed at improving the Percent Plan Complete (PPC), stabilizing workflow, and reducing costs associated with rework and delays. The research applied a quantitative approach with an explanatory level and quasi-experimental design, comparing the baseline (without LPS) to the intervention phase. The week–task unit of analysis allowed measurement of PPC trends, time deviations, and cost variations. The instruments included weekly work plans, constraint logs, daily field reports, valuations, and observational records. After the implementation of LPS, results showed significant improvement: monthly progress exceeded 95%, indicating greater schedule reliability and enhanced production stability. PPC displayed a consistent upward trend compared to the baseline, and reductions were observed in non-contributory time and rework-related costs, demonstrating a more efficient use of resources and a more consistent weekly production plan. It is concluded that LPS had a measurable and significant influence on the productivity of the critical activities, strengthening operational management and providing a replicable model for construction projects operating under similar technical and logistical conditions.

Keywords: Last Planner System; productivity; critical work packages; Percent Plan Complete; collaborative planning.

INTRODUCCIÓN

La gestión de proyectos de construcción continúa enfrentando variaciones significativas entre lo programado y lo ejecutado, fenómeno que afecta la productividad y genera desviaciones en plazos y costos. En obras de edificación y habilitaciones comunitarias, estas variaciones suelen relacionarse con flujos de trabajo inestables, planificación insuficiente y dificultades para anticipar restricciones. Esta situación ha motivado la búsqueda de mecanismos que permitan incrementar la confiabilidad del cronograma y mejorar la coordinación operativa en campo.

En el proyecto Local Comunal de San Juan de Milpo, desarrollado en Pasco, se identificaron inconsistencias durante la fase inicial de ejecución. En los tres primeros meses, el avance mensual solo alcanzó el 84 % de lo programado, lo cual evidenció problemas de coordinación, falta de estabilidad en la producción y tiempos no contributivos. Esta condición reflejó la necesidad de implementar un sistema que permitiera controlar el flujo de trabajo y reducir la variabilidad operativa.

Desde el enfoque Lean Construction, el Last Planner System (LPS) se ha consolidado como una herramienta orientada a optimizar la planificación semanal, estabilizar la producción y mejorar el Porcentaje de Plan Cumplido (PPC). Su aplicación busca generar un proceso más confiable mediante la identificación de restricciones, la planificación colaborativa y el seguimiento continuo del avance.

A partir de este escenario, surge el siguiente problema general: ¿Cómo influye la implementación del Last Planner System en la productividad de las partidas críticas del proyecto “Local Comunal de San Juan de Milpo”, Pasco 2025? De este se derivan los problemas específicos relacionados con la variación del PPC, los tiempos de ejecución y los costos vinculados a actividades no contributivas.

El estudio plantea como objetivo general determinar la influencia del Last Planner

System en la productividad de las partidas críticas del proyecto. Los objetivos específicos se orientan a comparar el PPC antes y después de la implementación, analizar la variación de tiempos y evaluar los costos asociados a retrabajos y actividades improductivas.

La investigación se justifica en términos técnicos porque permite medir el impacto real de una metodología ampliamente promovida en la gestión de obras, proporcionando evidencia cuantitativa de su efecto en la productividad. En términos prácticos, contribuye a mejorar la planificación y ejecución del proyecto, optimizando recursos y reduciendo variaciones. Finalmente, desde la perspectiva metodológica, aporta un análisis estructurado del comportamiento del flujo de trabajo antes y después de la intervención.

El estudio se desarrolla dentro del ámbito del proyecto específico, evaluando la productividad mediante indicadores operativos. La estructura del documento comprende cinco capítulos: el primero presenta el problema y los objetivos; el segundo desarrolla el marco teórico; el tercero expone la metodología; el cuarto muestra los resultados; y el quinto presenta las conclusiones.

ÍNDICE

Página.

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1.	Identificación y Determinación del problema	1
1.2.	Delimitación de la investigación	3
1.3.	Formulación del problema.....	4
1.3.1.	Problema general	4
1.3.2.	Problemas específicos.....	4
1.4.	Formulación de objetivos.....	4
1.4.1.	Objetivo general	4
1.4.2.	Objetivos específicos	4
1.5.	Justificación de la investigación	5
1.6.	Limitaciones de la investigación.....	6

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1.	Antecedentes de estudio	9
2.2.	Bases teóricas – científicas.....	20
2.3.	Definición de términos básicos.	30
2.4.	Formulación de hipótesis	32
2.4.1.	Hipótesis general	32
2.4.2.	Hipótesis específicas.....	32
2.5.	Identificación de variables	32
2.6.	Definición operacional de variables e indicadores.....	32

CAPITULO III

METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

3.1.	Tipo de investigación	34
3.2.	Nivel de investigación.....	35
3.3.	Métodos de investigación.....	35
3.4.	Diseño de investigación	36
3.5.	Población y muestra	38
3.6.	Criterio de selección.....	40
3.7.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	40
3.8.	Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación	41
3.9.	Técnicas de procesamiento y análisis de datos e información	42
3.10.	Orientación ética filosófica y epistémica	44

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.	Descripción del trabajo de campo	46
------	--	----

4.2.	Presentación, análisis e interpretación de resultados	58
4.3.	Prueba de hipótesis.....	99
4.4.	Discusión de resultados.....	103

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

	Página.
Tabla 1. Criterios de inclusión y exclusión.....	40
Tabla 2. Avance en el 1er trimestre de la construcción de obra, sin aplicación del LPS.	53
Tabla 3. Trabajo productivo de la partida de tarrajeo.....	59
Tabla 4. Trabajo contributorio de la partida de tarrajeo.	60
Tabla 5. Trabajo no contributorio de la partida de tarrajeo.	60
Tabla 6. Carta balance de la partida de tarrajeo.....	61
Tabla 7. Resumen de carta balance de la partida de tarrajeo.	62
Tabla 8. Distribución porcentual de carta balance de la partida de tarrajeo.	63
Tabla 9. Trabajo productivo de la partida de vaciado de concreto.	64
Tabla 10. Trabajo contributorio de la partida de vaciado de concreto.	64
Tabla 11. Trabajo no contributorio de la partida de vaciado de concreto.....	65
Tabla 12. Carta balance de la partida de vaciado de concreto.	65
Tabla 13. Resumen de carta balance de la partida de vaciado de concreto.	66
Tabla 14. Distribución porcentual de carta balance de la partida de vaciado de concreto. ...	67
Tabla 15. Trabajo productivo de la partida de encofrado.	68
Tabla 16. Trabajo contributorio de la partida de encofrado.....	69
Tabla 17. Trabajo no contributorio de la partida de encofrado.....	69
Tabla 18. Carta balance de la partida de encofrado.	70
Tabla 19. Resumen de carta balance de la partida de encofrado.	70
Tabla 20. Distribución porcentual de carta balance de la partida de encofrado.	71
Tabla 21. Trabajo productivo de la partida de acero de refuerzo.	72
Tabla 22. Trabajo contributorio de la partida de acero de refuerzo.....	72
Tabla 23. Trabajo no contributorio de la partida de acero de refuerzo.....	73

Tabla 24. Carta balance de la partida de acero de refuerzo.	73
Tabla 25. Resumen de carta balance de la partida de acero de refuerzo.	74
Tabla 26. Distribución porcentual de carta balance de la partida de acero de refuerzo.	75
Tabla 27. Restricciones identificadas y acciones adoptadas en el control lookahead.	82
Tabla 28. Consolidado del Porcentaje de Plan Cumplido (PPC) semanal.....	91
Tabla 29. Comparación mensual del avance durante el primer trimestre.....	93
Tabla 30. Comparación mensual del avance.....	95
Tabla 31. Diferencia entre el avance programado y el avance real del proyecto	95
Tabla 32. Eficacia y velocidad de avance durante la etapa sin LPS (enero–marzo).	96
Tabla 33. Eficacia y velocidad de avance durante la etapa con LPS (abril–setiembre)	97
Tabla 34. Comparación cronograma programado y el cronograma con Last Planner.....	98
Tabla 35. Comparativo de productividad antes y después de la implementación del LPS ...	99
Tabla 36. Prueba de normalidad PPC	99
Tabla 37. Prueba de T-Student de PPC.....	100
Tabla 38. Prueba de normalidad Tiempo de ejecución.....	100
Tabla 39. Prueba de T-Student de Tiempo de ejecución	101
Tabla 40. Prueba de normalidad Costo de Ejecución	102
Tabla 41. Prueba de T-Student de Costo de Ejecución.....	103

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página.
Figura 1. Sectorización:.....	23
Figura 2. Ejemplo de Planificación a Medio Plazo:	25
Figura 3. Ejemplo de Programación Semanal:	26
Figura 4. Relación entre eficiencia, efectividad y productividad	27
Figura 5. La productividad y sus factores.....	27
Figura 6. Modelo de un Diagrama de Gantt para ejecución de proyectos.....	29
Figura 7. Mapa de distritos – Ubicación de San Juan de Milpo.....	47
Figura 8. Plano de cimentaciones	48
Figura 9. Plano de Estructuras- Losas	48
Figura 10. Plano de Arquitectura.....	49
Figura 11. Plano de instalaciones eléctricas	50
Figura 12 Planos de instalaciones sanitarias.....	50
Figura 13. Cronograma GANT.....	52
Figura 14. Curva S.....	53
Figura 15. Diagrama de avance real vs el programado hasta tercer mes.....	54
Figura 16. Paralización de trabajos debido a la saturación del terreno por las lluvias.....	56
Figura 17. Entorno de trabajo bajo condiciones climáticas de alta montaña	57
Figura 18. Distribución grafica de carta balance de la partida de tarrajeo.	62
Figura 19. Distribución grafica porcentual de la partida de vaciado de concreto.	67
Figura 20. Distribución grafica porcentual de carta balance de la partida de encofrado.	71
Figura 21. Distribución grafica porcentual de la partida de acero de refuerzo.	74
Figura 22. Sesión de capacitación del personal en la metodología Last Planner System.	76
Figura 23. Esquema de sectorización de la obra por frentes de trabajo.	76

Figura 24. Tren de actividades de la partida de estructuras – obra San Juan de Milpo.....	77
Figura 25. Sectorización de la obra por frentes de trabajo.	79
Figura 26. Cronograma maestro posterior a la implementación del sistema Last Planner. ..	80
Figura 27. Extracto del plan lookahead – semanas 1 a 4, control de partidas estructurales..	83
Figura 28. Plan lookahead – semanas 13 a 16, seguimiento de partidas arquitectónicas.....	85
Figura 29. Plan semanal – semana 1, inicio de partidas estructurales.....	86
Figura 30. Plan semanal – semana 16, ejecución de partidas de acabados	87
Figura 31. Registro del PPC – semana 1, control de actividades estructurales.....	88
Figura 32. Registro del PPC – semana 16, seguimiento de partidas de acabados.....	89
Figura 33. Comportamiento del Porcentaje de Plan Cumplido (PPC) acumulado.....	92
Figura 34. Comparación de curva S, el avance físico y el avance con Last Planner.....	94

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y Determinación del problema

La eficiencia operativa en el sector constructivo ha sido un desafío persistente a nivel global, ya que, a pesar de los avances en tecnología y gestión de proyectos, el sector ha mostrado un crecimiento limitado. Investigaciones recientes indican que, en comparación con otros sectores productivos, el sector edificador ha evidenciado una expansión promedio en términos de eficiencia productiva laboral de solo un 1% anual en las últimas dos décadas (Ródriguez y Montaña, 2023). Esta problemática se ha constituido como una de las inquietudes predominantes dentro del sector, ya que los costos y plazos de ejecución de las obras tienden a desviarse debido a ineficiencias en la planificación, asignación de insumos y articulación entre las cuadrillas operativas.

En el contexto latinoamericano, la situación es similar. Según Mejía y Chavez (2021), estudios han revelado que el 57% de las obras en la región presentan retrasos significativos y el 38% supera los costos estimados inicialmente, lo que genera pérdidas económicas considerables y afecta la competitividad del sector construcción.

En el caso específico de Perú, el rendimiento en el ámbito constructivo ha sido

impactada por diversos elementos tales como la variabilidad en la calendarización de labores, la carencia de coordinación entre los actores intervinientes y la escasez de estrategias colaborativas para incrementar la eficacia en obra (Zubizarreta, 2021).

A nivel de la región Pasco, los estudios han demostrado que sin la aplicación de filosofías como Lean Construction, el Porcentaje de Plan Cumplido (PPC) en partidas críticas suele oscilar precariamente entre el 45% y el 55%, generando pérdidas de recursos y extensiones de plazo incontrolables (Chaca, 2024). Por lo que, la aplicación del Last Planner System (LPS) ya no es una opción para mejorar la productividad en las obras para la comunidad local, sino una necesidad técnica, tratando de imitar los resultados obtenidos en proyectos similares en la región donde la aplicación de esta metodología ha logrado estabilizar el ritmo de producción y aumentar el PPC a más del 80% (Jacobe, 2021).

En la construcción, la eficiencia operativa, que se define como la relación resultado alcanzado y recursos gastados en un proceso constructivo, es limitada debido a la mala gerencia de tiempos, insumos y fuerza laboral. El sobre uso de tiempo, los problemas en planificación y falta de control generan actividades subóptimas que resultan en atrasos, sobre costos y desperdicios de materiales (Chokewanka y Sotomayor, 2018). La aplicación del Last Planner System mejora la confiabilidad de la programación a través de compromisos y el control del trabajo, usando herramientas estructuradas para la resolución de decisiones respecto a la solución de restricciones antes de que estas repercutan sobre la evolución de la construcción (Ornelas, 2024). A partir de la adopción del LPS, se ha documentado avances significativos en el rendimiento constructivo, con reducciones hasta del 30% en los desperdicios de obra y de un aumento del 20% en el rendimiento operativo en la edificación, ya que consta en una larga lista de artículos gozados de múltiples investigaciones aplicadas al sector de

infraestructura (Ródriguez y Montaña, 2023).

La finalidad de esta investigación es examinar la consecuencia del uso del LPS en la potenciación del desempeño operativo, específicamente, del sector de la cimentación de la obra del local comunal de San Juan de Milpo, Pasco 2025. Esta obra encuentra, a priori, inconvenientes en la forma de gestión del cronograma, la distribución de los materiales o insumos y en la disminución de los períodos de inactividad. La utilización del LPS, permite reducir desechos, potenciar el trabajo en conjunto y priorizar la adherencia a los plazos determinados de ejecución, a fin de que este modelo de gestión civil se replique en futuros proyectos de infra estructuración del país.

1.2. Delimitación de la investigación

El estudio se realiza en el proyecto “Local Comunal de San Juan de Milpo”, Pasco, Perú, durante 2025. El ámbito espacial se restringe al frente de obra de las partidas críticas del cronograma; se excluyen frentes externos y actividades fuera del contrato.

La delimitación temporal sigue una serie A–B: fase A (línea base sin LPS) y fase B (intervención con LPS), con mediciones semanales sobre las mismas partidas para asegurar comparabilidad.

La población corresponde a las actividades del proyecto; la muestra, a las partidas críticas aprobadas. La unidad de análisis es semana–partida. Las fuentes de datos son plan semanal, parte diario, registro de restricciones y valorizaciones.

El alcance temático evalúa la influencia del Last Planner System (VI) sobre la productividad de partidas críticas (VD), operacionalizada mediante PPC, variación de tiempos respecto al programado, costo por retrabajo y tiempo no contributivo. No se incluyen otras metodologías ni indicadores distintos a los definidos.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿Cómo influye la aplicación de la metodología Last Planner System en la productividad de las partidas críticas en la obra del local comunal de San Juan de Milpo, Pasco 2025?

1.3.2. Problemas específicos

- a) ¿Cómo impacta la aplicación de la metodología Last Planner System en el Porcentaje de Plan Cumplido de las partidas críticas en la obra del local comunal de San Juan de Milpo, Pasco 2025?
- b) ¿Cómo influye la aplicación de la metodología Last Planner System en el tiempo de ejecución de las partidas críticas en la obra del local comunal de San Juan de Milpo, Pasco 2025?
- c) ¿Cómo impacta la aplicación de la metodología Last Planner System en el costo de las partidas críticas en la obra del local comunal de San Juan de Milpo, Pasco 2025?

1.4. Formulación de objetivos

1.4.1. Objetivo general

Determinar la influencia de la metodología Last Planner System en la productividad de las partidas críticas en la obra del local comunal de San Juan de Milpo, Pasco – 2025.

1.4.2. Objetivos específicos

Evaluar el impacto de la metodología Last Planner System en el Porcentaje de Plan Cumplido de las partidas críticas en la obra del local comunal de San Juan de Milpo, Pasco 2025.

Determinar la influencia de la metodología Last Planner System en el tiempo

de ejecución de las partidas críticas en la obra del local comunal de San Juan de Milpo, Pasco 2025.

Evaluar el impacto de la aplicación de la metodología Last Planner System en el costo de las partidas críticas en la obra del local comunal de San Juan de Milpo, Pasco 2025.

1.5. Justificación de la investigación

1.5.1. Justificación teórica

La investigación aporta un registro de datos teóricos provenientes del control para partidas críticas mediante la implementación del Last Planner System (LPS) en la construcción del local comunal de San Juan de Milpo para el control del plan cumplido, tiempos de ejecución y costos para ajustar la planificación semanal y el flujo de trabajo, siendo este una base de referencia para proyectos similares.

1.5.2. Justificación practica

La investigación aporta un método de control para partidas críticas mediante la implementación del Last Planner System (LPS) en la construcción de proyectos similares, donde permite medir PPC, tiempos de ejecución, tiempo no contributivo y costo por retrabajo para ajustar la planificación semanal y el flujo de trabajo, además provee formatos y protocolos reproducibles para seguimiento en campo y cierre técnico. Entrega evidencias para decidir sobre buffers, secuencias y asignación de cuadrillas.

1.5.3. Justificación social

La mejora en confiabilidad y ritmo de ejecución favorece la entrega oportuna del local comunal y el acceso a servicios en la zona de influencia. La reducción de retrabajos y esperas disminuye interferencias con la comunidad y facilita la coordinación con actores locales. El enfoque de control visible incrementa la

transparencia del avance físico.

1.5.4. Justificación económica

Los proyectos similares al analizado en esta investigación normalmente presentan interrupciones en el avance de obra debido a causas ambientales de la zona, causando pérdidas económicas considerables; sin embargo, registros preliminares y antecedentes sugieren una mejora del avance mensual tras la implementación del LPS, aspecto que requiere ser analizado rigurosamente en la presente investigación

1.5.5. Justificación ambiental

La disminución de retrabajos reduce consumo de materiales y generación de residuos, además se disminuyeron movimientos innecesarios de equipos y combustibles, preservando el medio ambiente. Los registros de restricciones y tiempos no contributivos proporcionan base para integrar indicadores de desempeño ambiental en fases futuras.

1.5.6. Justificación metodológica

El enfoque cuantitativo con diseño cuasi experimental y alcance explicativo permite estimar efectos del LPS sobre la productividad antes y después de su implementación. El plan analítico considera pruebas estadísticas (t de Student o Wilcoxon) y control documental de cambios para mitigar amenazas a la validez interna. El uso de la unidad de análisis semana–partida asegura comparabilidad y potencia estadística adecuada.

1.6. Limitaciones de la investigación

1.6.1. Limitación de recursos

El alcance de mediciones por semana–partida depende de la disponibilidad de personal para el registro en campo y para el procesamiento de datos (PPC, tiempo no contributivo y costos de retrabajo). El presupuesto restringe la instrumentación

adicional y el uso de software especializado, lo que reduce la posibilidad de ampliar la muestra y de realizar verificaciones independientes. Para mitigar, se estandarizan formatos y se priorizan las partidas críticas.

1.6.2. Limitaciones geográficas

El estudio se circunscribe al local comunal de San Juan de Milpo (Pasco). La accesibilidad al frente de obra y las condiciones locales condicionan la captura continua de información y la replicabilidad en otros contextos urbanos o en proyectos de distinta tipología. La extrapolación a obras con diferente clima, altitud o logística debe realizarse con cautela.

1.6.3. Limitaciones temporales

El periodo de observación se limita al año 2025, con una serie A–B de semanas consecutivas. No se evalúan efectos de largo plazo ni variaciones estacionales fuera de la ventana definida. La curva de aprendizaje de la cuadrilla durante la implementación del LPS puede influir en las primeras mediciones de la fase B. Se documenta la fecha de cada cambio operativo para su control analítico.

1.6.4. Limitaciones en disponibilidad de datos

La línea base previa puede presentar registros incompletos o heterogéneos en plan semanal, parte diario y valorizaciones. Algunos costos asociados a retrabajos se infieren a partir de órdenes de cambio y no de costeo analítico detallado por actividad. Se aplican criterios de inclusión basados en trazabilidad documental y se reporta el número de observaciones válidas por indicador.

1.6.5. Limitaciones normativas y administrativas

Los accesos a documentación y a áreas de trabajo dependen de autorizaciones del contratista y de la entidad. Cambios administrativos, ampliaciones de plazo o modificaciones contractuales pueden introducir cointervenciones que afecten la

comparación A–B. No es posible aleatorizar frentes o cuadrillas por restricciones operativas. Se registran estas incidencias y, cuando corresponde, se tratan como covariables o como causales de exclusión.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio

2.1.1. Antecedentes Internacional

Power, et al. (2021), en su artículo titulado "Evaluating the Efficacy of a Dedicated Last Planner® System Facilitator to Enhance Construction Productivity" realizado en Irlanda, tuvo como objetivo diseñar un estudio para valorar la influencia de un facilitador experto en LPS en un proyecto en territorio irlandés para analizar su efectividad operativa productivo en el ámbito constructivo. Utilizó un método descriptivo y análisis documental aplicando una entrevista semiestructurada con los actores del proyecto, así como observación en obra. Los hallazgos concluyen que la incorporación de un facilitador experto en Last Planner System mejoró significativamente la eficiencia del proyecto, ya que garantiza la aplicación completa de las funciones de planificación y monitoreo de LPS, dado que se logró un aumento de Porcentaje de Plan Cumplido, una dinámica operativa más equilibrada y un aumento general de la eficiencia. Del mismo modo, se recomienda a las empresas que inviertan en la capacitación de un equipo de facilitadores interno especialistas en Lean y LPS,

para fomentar una mentalidad de mejora continua con las capacitaciones adecuadas.

Power, et al. (2021), en su artículo titulado "Improving Commissioning and Qualification Delivery Using Last Planner System®", tuvo la finalidad de indagar cómo la aplicación del LPS reduce los tiempos en las fases de Comisionamiento y Calificación en una obra de construcción. La metodología utilizada combinó revisión de literatura, revisión documental, mesas de discusión y entrevistas semiestructuradas. Como resultado, hallaron que el Porcentaje del Plan Cumplido (PPC) respecto a lo planificado aumentó en un 47 % a un 82 %, lo que confirma que se logró cumplir la meta mucho más cerca a lo estipulado. Por otro lado, los tiempos de entrega de los C&Q disminuyeron en un 32 %, perfeccionando la sincronización entre los diferentes grupos de trabajo. Se concluyó que el trabajo con el LPS promovió la colaboración interdepartamental, disminuyó la variabilidad en los tiempos y redujo precios operativos, los que son mecanismos claves para la mejora de un proyecto de construcción. Este estudio sirvió de base para estimar el rango de mejora del PPC y la reducción de tiempos de ciclo como referencia comparativa antes–después.

Montaño y Rodríguez (2023), realizaron un artículo titulado "Implementación del Last Planner System para mejorar la productividad en proyectos de construcción de edificaciones en Bogotá" en Colombia, donde se tuvo como finalidad evaluar el impacto del empleo del LPS en relación con el desempeño de procesos de desarrollo de construcciones en Bogotá. La metodología utilizó un enfoque cuantitativo y una configuración cuasiexperimental en la que se evaluaron los parámetros comparativos en cuanto a desempeño antes y después de implementar el LPS. La población incluyó una serie de proyectos de construcción en Bogotá, desde los cuales se tomó una muestra representativa para aplicar el método. Las pruebas demostraron que la introducción del LPS fue clave para alcanzar una diferencia de avance programado y avance real de

0.00%. además, redujo en un 15% el ciclo de tiempo para actividades críticas y disminuyó en un 10% los costos de retrabajo en una construcción, aumentando la eficacia operativa y la programación de las obras. Por lo tanto, se concluyó que el uso del LPS es eficaz para perfeccionar el planteamiento de desarrollos de cimentación, ya que contribuye a la planificación colaborativa que minimiza las ineficiencias en el progreso de la edificación. De esta investigación se replica el diseño cuasiexperimental A–B, y se consideran tiempo de ejecución y costos como indicadores.

Bygballe, et al. (2022), realizaron un artículo titulado "Challenges of Performance Measurement in Lean Construction and the Last Planner System®: A Norwegian Case", en Noruega, se tuvo como objetivo determinar los retos para medir el rendimiento en relación con Lean Construction y LPS®, se investigaron los desafíos más fundamentales y se presentaron soluciones en torno a los mismos. La metodología empleada para este estudio fue de tipo descriptivo y tuvo un enfoque cualitativo. Los resultados revelaron que la medición del rendimiento es un fenómeno multi-facético y multigradual en la empresa y subrayó la necesidad de una perspectiva más estratégica y sistémica para abordar los desafíos y los beneficios asociados con LPS resaltando la importancia de condición social ligada a la medición del rendimiento. En esta investigación se priorizan los indicadores operativos (PPC, tiempo y costo) con seguimiento regular, siendo los mismos evaluados en el desarrollo de la presente tesis.

Orke, et al. (2024), en su artículo titulado "Assessing the Complexity of Sports Facility Construction Projects", realizado en Noruega, tuvo el objetivo de verificar la magnitud de la complejidad en el proceso de construcción de instalaciones deportivas a fin de generar un marco de evaluación propicio. La metodología empleada fue de tipo cuantitativa y aplicó la herramienta "Project Complexity and Risk Assessment" para dosificar la escala de cuantificación de la complejidad en proyectos de desarrollo

constructivo. La población objetivo estuvo compuesta por 22 proyectos de instalaciones deportivas. Se desarrolló enviando el cuestionario PCRA a los encargados de los proyectos lo que otorgó cinco respuestas, los encuestados tuvieron puntajes superiores 83 puntos en la escala de complejidad de riesgo, clasificándolos en el nivel “Transformacional”. Finalmente, el estudio concluyó en que los métodos de evaluación comunes en proyectos de complejidad estándar no son lo suficientemente relevantes para una investigación formateada en proyectos de este tipo. Como resultado, se sugiere ajustar los estudios a marcos de trabajo y capacitar a los equipos de gestión en la planificación. Por ello, este documento es altamente relevante para la presente investigación porque ofrece una estructura de implementación para la cuantificación de la complejidad en desarrollos de infraestructura, donde se justifica la sectorización y ajuste del LPS.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

Vilchez (2024), en su tesis titulada "*Modelación, Coordinación y Planificación Utilizando Last Planner System y BIM de un Proyecto de Estadio en un Complejo Deportivo*", realizada en Lima, realizó un estudio con el objetivo de examinar la utilización conjunta de la metodología BIM y el LPS en la organización y ejecución de un estadio en un complejo deportivo. El estudio combinó métodos cualitativos y cuantitativos, y se emplearon modelos 3D y 4D para coordinar las especialidades de arquitectura, ingeniería y especialidades en la fase de construcción del estadio. La muestra estuvo compuesta por profesionales del sector construcción, quienes evaluaron la utilización de ambas metodologías mediante encuestas y entrevistas estructuradas. Los hallazgos mostraron que la utilización de BIM y LPS permitió reducir la variabilidad de la programación en un 18%, mejorar la identificación de conflictos entre disciplinas en etapas tempranas de planificación y disminuir los cambios en la

programación semanal de obra, lo que resultó en una mayor certidumbre en la fijación de plazos. Adicionalmente, se estableció que la aplicación de estas técnicas generó una relación más colaborativa entre los participantes clave del proyecto, lo que aumenta la eficiencia de la gestión. Se concluyó que la utilización combinada de BIM y LPS optimiza sustancialmente la planificación y ejecución de proyectos deportivos al promover la coordinación, reducir los cambios y perfeccionar la operación. Este referente teórico resulta de utilidad teniendo en cuenta este estudio, ya que presenta una base empírica sobre la utilización exitosa de herramientas como BIM y LPS en proyectos deportivos que pueden ser aplicadas en la construcción de la obra del local comunal de San Juan de Milpo, Pasco 2025.

Manrique (2024), en su artículo titulado *"Incorporación del modelo Lean Construction para innovar la gestión del tiempo en proyectos de construcción"*, realizado en Lima, tuvo como objetivo analizar de qué manera la adopción del paradigma Lean Construction puede optimizar la administración temporal en emprendimientos edificatorios. La metodología utilizó un enfoque cuantitativo con instrumentos tales como el LPS, la carta balance de productividad y la metodología de las 5S para analizar su impacto en la productividad. Los resultados mostraron que, en el proyecto Barranco 360° en Lima, se alcanzó una productividad cercana al 80%, con un 40% de trabajo productivo (TP), 41% de trabajo contributivo (TC) y 19% de trabajo no contributivo (TNC). En la intervención residencial Gold San Francisco situada en Cusco, se alcanzó un coeficiente de rendimiento del 39.5 %, mientras que en el proyecto "A" se identificó una falencia en el desempeño productivo equivalente al 20 % en sus intervenciones constructivas. Se concluyó que la utilización de los instrumentos propios del enfoque Lean Construction posibilita la administración temporal de manera más eficiente, mitigar limitaciones y brindar respuestas ágiles,

maximizando el rendimiento sin menoscabar la calidad a lo largo de la ejecución del proyecto. De esta investigación, se tomó como base la estimación del incremento de la productividad, donde se incorporan tiempos no contributivos como variable de análisis del desempeño.

Arias (2023), en su tesis titulada "*Integración del Last Planner System y el método CBA para la mejora de la planificación y selección de materiales en la construcción de un colegio público en Piura usando modelos BIM*" , tuvo como objetivo proponer una metodología que integra el LPS y el método Choosing by Advantages (CBA) para optimizar la planificación y la selección de materiales en la edificación de infraestructuras educativas estatales, utilizando modelos BIM. El método empleado por el investigador fue de enfoque cuantitativo, la investigación se centró en la etapa final de un desarrollo constructivo educativo en Piura, donde se midió los tiempos de ejecución y efectividad de recursos. Los desarrollos anteriormente mencionados demostraron que, una vez implementadas, la LPS registró una programación más detallada y colaborativa que logró una reducción de los retrasos en un 15%. El CBA, por otro lado, aseguró la selección de una variedad de insumos para el proyecto más adecuados según criterios como costo, durabilidad y sostenibilidad, logrando así una optimización del 20% de la efectividad de los recursos. Al mismo tiempo, la integración de estas herramientas con modelos BIM permitió una visualización del proyecto mucho más precisa que antes de dicha implementación, con una interacción entre los participantes mejorada y una disminución en la producción de fallos en un 10 %. Se concluyó que la colaboración armónica entre LPS, CBA y BIM mejora significativamente la programación y desarrollo de iniciativas constructivas de centros educativos, agilizando calidad y gestión de mejores recursos, y disminuyendo las necesidades y exigencias de personal, siendo este un aporte de donde se adopta la

evaluación de tiempos y efectividad de recursos en el análisis comparativo.

Almeida, et al., (2022), en su tesis titulada *"Implementación de la metodología Lean Construction para mejorar la productividad en proyectos de construcción en Lima Metropolitana"*, tuvo como objetivo analizar la incidencia del rumbo Lean Construction en el rendimiento de emprendimientos constructivos en Lima Metropolitana. La metodología empleada fue de enfoque cuantitativo y diseño experimental, utilizó herramientas Lean, Last Planner System (LPS) y 5S sobre una muestra que involucró cinco desarrollos constructivos seleccionados aleatoriamente. Luego de la incorporación de Lean Construction, los resultados mostraron el cumplimiento completo del cronograma base, un incremento promedio de 20 % del rendimiento laboral, una disminución promedio de 15 % en los tiempos de actividades clave y baja del 10 % en los costos generados por retrabajos. Con base en estos datos, los investigadores concluyeron que la adopción del enfoque Lean Construction LPS y 5S hizo que las actividades fueran significativamente más efectivas y minimizaron el estándar, dado que los proyectos fomentan una cultura de mejora constante y contribuyen de forma efectiva mediante los grupos. Este referencial resulta relevante para el presente estudio ya que ofrece los favores de aplicar Lean Construction en un contexto similar al de la presente investigación y, por tanto, estrategias que puedan adaptarse para lograr mayor eficiencia y menos desperdicios en la programación y desarrollo de la obra del local comunal de San Juan de Milpo, Pasco 2025.

Erazo (2021), en su tesis titulada *"Gestión de personas para reducir la incertidumbre en la planificación y ejecución de un proyecto de infraestructura deportiva, desarrollada en la Universidad Nacional de Ingeniería, Perú"*, tuvo como objetivo proponer una focalización relevante de administración de recursos humanos basado en los postulados de Lean destinado a disminuir la desconfianza en los proyectos

con infraestructura deportiva. El método utilizado tuvo un enfoque cualitativo, diseñó un esquema administrativo estratégico con tres bloques: personas, procesos y tecnología. Luego, se implementó en un proyecto con infraestructura deportiva durante un período de cuatro meses y se aplicaron herramientas específicas, como administración visual, reuniones Big Room y planificación colaborativa. Como consecuencia, se notó una reducción de los criterios de no cumplimiento y una actitud más positiva de los participantes. Por lo tanto, concluyó que la administración adecuada de las personas, basada en el modelo Lean, responsable de la incertidumbre, conduce a la mejora de la efectividad en el campo de la construcción. Esta fuente se conecta con el propósito actual ya que ofrece un marco eficaz para la gestión de las personas que aún puede adaptarse para mejorar la programación y ejecución de manera óptima de la obra del local comunal de San Juan de Milpo, Pasco 2025.

Basilio (2019), en su tesis titulada *"Modelado Inteligente de Edificaciones y Last Planner para la Planificación de la Obra del Complejo Deportivo de Paucarbamba"*, realizada en la Universidad Nacional Hermilio Valdizán, cuya finalidad era analizar la influencia de los métodos de BIM y el LPS en la programación y puesta en marcha de planes deportivos. El análisis cuantitativo se desarrolló mediante la comparación de dos casos según la planificación empleando procesos de LPS en combinación con BIM. Se siguió una trazabilidad del proceso constructivo del Complejo deportivo Paucarbamba, Huánuco, Perú, en cuanto a las fechas de cumplimiento y operatividad eficientes, obteniendo datos quincenales. Los hallazgos evidenciaron que la aplicación simultánea de LPS con la metodología BIM incrementan el avance de la tarea completada en un 18% y baja las causas de no cumplimiento en un 12% respecto al uso en solitario de LPS. Asimismo, se reflejó que el empleo de modelos digitales detecta las incongruencias del diseño previendo de la construcción

optimizando la constructibilidad de la obra. Por ende, se obtiene que la integración de BIM con LPS supera notablemente la fiabilidad de la planificación, disminuyendo los errores y optimizando la simultaneidad de las unidades de trabajo. Dicho benchmarking es esencial para la presente investigación, ya que presenta el impacto favorable del BIM y LPS en la gestión de construcción de propuestas deportivas, emitiendo una fuente empírica para justificar su aplicación en el proyecto de la obra del local comunal de San Juan de Milpo, Pasco 2025.

2.1.3. Antecedentes Regionales y locales

Arotoma (2024) en su tesis denominada “*Implementación de Last Planner System para la optimización de la construcción de la carretera Canta – Huayllay tramo 2B*”, tuvo como objetivo de investigación analizar la realización del LPS en la construcción de la ampliación de la carretera Canta – Huayllay tramo 2B, con el fin de optimizar la organización y la materialización del proyecto, disminuyendo los plazos de entrega e incrementando la calidad laboral. Se utilizó un enfoque cuantitativo con un diseño descriptivo. La investigación se centró en la aplicación del LPS para controlar y potenciar el avance de las actividades programadas. Para ello, se analizaron los PAC (porcentaje de actividades completadas) y las causas de no cumplimiento (CNC), además de evaluar la eficacia de los planes de trabajo semanales y las restricciones encontradas en cada fase del proyecto. Los resultados evidenciaron que la adherencia al LPS en el plan permitió mantener el PAC acumulado por encima del 80% durante 29 semanas. Además, se observó que un 75% de las valorizaciones estaban adelantadas con respecto a lo programado, esto permitió una ejecución más eficiente, con menor variabilidad en los tiempos de trabajo y un mayor control sobre los costos. Concluyendo que el uso del LPS tuvo un impacto beneficioso en la optimización de los plazos de entrega, gestión de costos e incremento de la excelencia. Esta investigación utiliza el

PPC semanal y valorizaciones para evaluar confiabilidad del cronograma, siendo este análisis aporte para comparar el desempeño del LPS en el proyecto de la obra del local comunal de San Juan de Milpo, Pasco 2025.

Chaca (2024), en su tesis titulada “Evaluación de la implementación del Last Planner System en la construcción de la ampliación de la clínica ocupacional Natclar – Cerro de Pasco-2022”, cuyo objetivo fue examinar la ejecución del LPS en la edificación de la ampliación de la clínica ocupacional Natclar en Cerro de Pasco. Aplicado bajo un enfoque cuantitativo con un diseño descriptivo. Se utilizaron los formatos con validez para la adherencia del LPS, como el PAC y CNC, además de evaluar los rendimientos de horas-hombre a lo largo de las semanas del proyecto. Los hallazgos manifestaron que la adherencia al LPS, permitió mantener el PAC por encima del 80% durante las 29 semanas del proyecto. Además, el 75% de las valorizaciones se completaron antes de lo previsto, lo que contribuyó a un mejor rendimiento y satisfacción del cliente. Se determinó que la implementación del LPS en la ampliación de la clínica Natclar tuvo un efecto positivo, mejorando la fiabilidad en la materialización del proyecto y reduciendo las variabilidades en el cronograma. Los resultados mostraron un panorama donde mantuvo el PAC sobre 80% y se redujo la variabilidad del cronograma después de la aplicación del LPS, siendo estos datos base para su aplicación en el proyecto de la obra del local comunal de San Juan de Milpo, Pasco 2025.

Ayra (2024) en su tesis “Optimización de la eficiencia en la construcción del Colegio Bioclimático CNI-31 mediante Lean Construction: Enfoque en trabajos productivos, contributivos y no contributivos”, planteó como objetivo de estudio optimizar el cronograma en la edificación del Colegio Bioclimático CNI-31, usando el enfoque de Lean Construction, centrándose en la clasificación de los trabajos en

fructíferos, colaborativos y no aportantes para potenciar la asignación de herramientas y minimizar los retrasos y costos. Siguió un enfoque cuantitativo con un diseño descriptivo. Se emplearon herramientas de LC, como la planificación maestra, el LP y el análisis de las restricciones. Además, se clasificaron las actividades en productivas, contributorias y no contributivas, lo que permitió mejorar la designación de herramientas y la programación de las tareas. Los resultados indicaron sobre la aplicación de LC y la clasificación de los trabajos permitió una disminución significativa de los retrasos y un control más eficiente de los costos. La conclusión general fue que la ejecución de LC en el proyecto resultó en mejoras sustanciales en la eficiencia de la construcción, al dinamizar los flujos de trabajo y minimizar los desperdicios. En esta investigación se adopta la clasificación TP–TC–TNC para analizar pérdidas de productividad, siendo estos referentes en el proyecto de la obra del local comunal de San Juan de Milpo, Pasco 2025.

Santiago (2023), en su tesis titulada “Implementación del sistema Last Planner en el proyecto Presa de Relaves Etapa 4 en Unidad Minera Chinalco – Junín – 2020”, tuvo como objetivo de investigación examinar el impacto del LPS en el cumplimiento de las metas en plazos de un proyecto en la Unidad Minera Chinalco. Se aplicó un enfoque cuantitativo, con un diseño no experimental. El estudio se aplicó al análisis de los indicadores del LPS, utilizando recursos como el Plan de Actividades Completadas (PAC), el Lookahead Planning, y el análisis de restricciones. Estos elementos fueron clave para la evaluación de los avances semanales y la programación eficiente del proyecto. Los hallazgos demostraron que la ejecución del LPS logró un avance superior al programado, con una optimización continua en el cumplimiento del plan. Se observó una disminución de las improductividades y un alineamiento más efectivo con los objetivos del cliente. Se concluyó que el uso del sistema permitió una programación

más confiable y adaptada a los requerimientos del proyecto. Siendo que esta ejecución resultó en una optimización en la programación de la obra, disminuyendo la inactividad e incrementando la satisfacción del cliente. Dicha investigación demostró un avance superior al programado y reducción de improductividades después de la implementación del LPS, datos relevantes para ser referentes en el desarrollo de la presente tesis.

2.2. Bases teóricas – científicas

2.2.1. Metodología Lean Construction

Lean Construction se concibe como la adaptación al sector construcción de la filosofía de producción esbelta, entendida como un sistema de gestión que prioriza la generación de valor para el cliente y la eliminación sistemática de desperdicios en los procesos (Garcés et al., 2025). Desde una perspectiva contemporánea, no se limita a una técnica de planificación, sino que configura un paradigma de gestión de proyectos en el que la obra se analiza como un sistema de transformación, flujo y valor, donde la variabilidad, los cuellos de botella y la incertidumbre se gestionan de forma proactiva para estabilizar la producción y mejorar el rendimiento global del proyecto (Alnajjar et al., 2025).

Impacto en el desempeño de proyectos:

Desde el punto de vista del desempeño, la evidencia empírica reciente muestra que la implantación de principios y herramientas lean puede traducirse en mejoras cuantificables en plazos, costos, productividad y calidad. Revisiones sistemáticas y estudios de casos recopilados por Garcés et al. (2025) y Li et al. (2020) documentan reducciones en tiempos de ciclo, disminución de desperdicios de materiales y aumento del cumplimiento de hitos de planificación en proyectos que aplican Lean Construction de manera estructurada. Por su parte, análisis específicos sobre la evolución temática

del campo evidencian una atención creciente al vínculo entre Lean Construction y desempeño sostenible, incluyendo indicadores de huella de carbono, seguridad y eficiencia energética. Wu et al. (2022) destacan que las investigaciones más recientes se orientan hacia marcos integrados que consideran simultáneamente productividad, calidad y sostenibilidad, reforzando el carácter multidimensional del desempeño bajo enfoque lean.

Herramientas y técnicas asociadas a Lean Construction:

En la práctica, la filosofía Lean Construction se operacionaliza mediante un conjunto de herramientas y sistemas de gestión. Entre ellos, el Last Planner System (LPS) se configura como el núcleo del control de la producción, al promover la planificación colaborativa, el compromiso realista de los equipos y el seguimiento sistemático del cumplimiento de las tareas planificadas. Estudios recientes ponen de relieve que el LPS incrementa la fiabilidad de la planificación de corto plazo, reduce de un 44 % a 85 % la variabilidad en la ejecución e incrementa el porcentaje de avance de construcción de 3 % a 68 %, (Wu et al., 2022). De forma complementaria, se han incorporado técnicas como el mapeo del flujo de valor (Value Stream Mapping), 5S, Kanban y otros mecanismos visuales que permiten analizar la cadena de procesos, localizar desperdicios y diseñar estados futuros más eficientes. La literatura reciente resalta que estas herramientas son más efectivas cuando se integran con sistemas de información avanzados y con prácticas de colaboración temprana entre diseñadores, constructores y proveedores (Michalski et al., 2022).

2.2.2. Last Planner System

Es un sistema de organización y control utilizado en la industria de la edificación para asegurar una dinámica de trabajo continua, estable y predecible. Su objetivo es reducir la incertidumbre a lo largo de la realización del proyecto gracias a

la planificación basada en la colaboración, de modo que solo las actividades que sepa que se pueden realizar se planifiquen (Wu et al., 2022).

Esta estrategia, según Li et al. (2020) es definida dentro del marco de Construcción Sin Pérdidas (Lean Construction), se fundamenta en los lineamientos de la información clara, la dedicación de los participantes, el perfeccionamiento constante y la solución de decisiones basadas en las condiciones reales. A diferencia de dichos modelos, el LPS no solo planifica las actividades, sino que identifica las restricciones, minimiza la interacción de los equipos de trabajo y optimiza los procedimientos para eliminar lagunas y reducir los desperdicios en el sitio

El LPS está organizado en dos niveles de planificación para permitir la eficiente y adaptativa gestión del proyecto:

a) Planificación a largo plazo

Establece los principios fundamentales del proyecto y define los plazos clave:

- Planificación maestra: Establece los lineamientos generales del proyecto y especifica los plazos clave.
- División en fases: Se aplica en obras de gran envergadura, fragmentando la planificación principal en secciones más manejables para garantizar el cumplimiento de hitos estratégicos.

b) Planificación a corto plazo

Permite monitorear las tareas en detalle y garantizar que sean factibles antes de la ejecución:

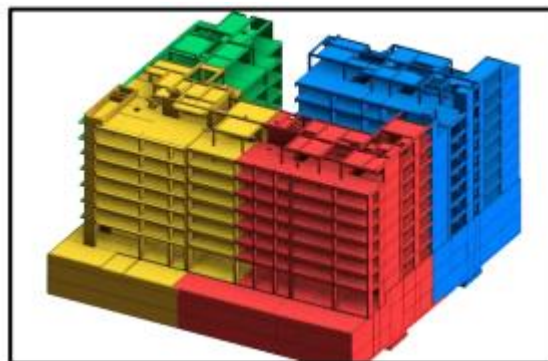
- Plan de anticipación (Lookahead Plan): Identifica las actividades inmediatas, revisando restricciones y condiciones para su desarrollo efectivo.

- Programación semanal: Define los trabajos específicos a realizar en la semana siguiente, basándose en acuerdos previos y compromisos adquiridos en reuniones de planificación.

Sectorización

La división en sectores es el conjunto de un protocolo en el que un plan de construcción, se enmarca en diferentes núcleos por lo que se propone una mayor organización, gestión del trabajo y monitoreo en la ejecución de tareas. De acuerdo con Michalski et al. (2022), este cuadro fomenta la definición de tácticas y destrezas que garantizan una planificación más efectiva, lo que se traduce en una mejor relación de los grupos y la garantía del logro de objetivos establecidos. Este enfoque también posibilita establecer la secuencia de tareas en cada área de manera sistemática, lo que facilita el monitoreo del proceso constructivo, optimiza la efectividad en la utilización de insumos y asegura una ejecución organizada en cada etapa del proyecto.

Figura 1. Sectorización:



Nota. Azabache y Ortiz (2023). Planificación y Modelado de Proyectos BIM – LEAN
[Ilustración], ECIC Training Center

Plan Maestro

Es un recurso esencial en la gestión del desarrollo de promociones desde el inicio, ya que en la fase previa se define la extensión detallada del desarrollo del

proyecto, las metas estratégicas, las expectativas y los puntos de referencia críticos a lo largo del proceso de ejecución. Según Li (2020), esta fase ayuda a establecer una comprensión común y clara de las metas del proyecto, de tal forma que todas las partes involucradas puedan reconocer cómo se sabe que se han alcanzado las metas. Aprender fácilmente ayuda a tomar decisiones, y un orientado estratégicamente a elección significa asegurarse de que los horarios se encuentren con los plazos establecidos.

El Plan Maestro debe incluir las siguientes componentes clave:

- Alcance del proyecto: Define claramente lo que está dentro y fuera del alcance.
- Cronograma general: Establece los hitos y fechas clave para la entrega de productos importantes.
- Recursos necesarios: Incluye mano de obra, materiales, y tecnologías.
- Presupuesto estimado: El costo total del proyecto, con una desagregación por fases.
- Evaluación de riesgos: determinación de los riesgos potenciales y sus estrategias de mitigación.

Plan intermedio (Lookahead Planning).

De acuerdo con Azabache y Ortiz (2023), es una herramienta de planificación que permite visualizar las tareas específicas a corto plazo, identificando las condiciones y restricciones necesarias para su ejecución dentro del fecha estimada. Según Michalski et al. (2022), este proceso se enfoca en tareas concretas, asignaciones y la coordinación entre actividades. Se actualiza semanalmente para incorporar nuevas tareas, y es común utilizar paneles visuales y hojas de cálculo (como Excel) para gestionar actividades, fechas de inicio y fin, y diagramas de Gantt. El objetivo es prever dificultades y asegurar que las tareas se ejecuten conforme a lo previsto.

Figura 2. Ejemplo de Planificación a Medio Plazo:

PLANIFICACIÓN A MEDIO PLAZO (LOOKAHEAD)																																			
ID. Actividad	ACTIVIDADES	FECHAS		RESPONSABLE	LIBERADA	ENERO														FEBRERO															
		INICIO	FIN			L	M	M	J	V	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V					
						Semana 1					Semana 2					Semana 3					Semana 4					Semana 5					Semana 6				
						01 ene	08 ene	15 ene	22 ene	29 ene	05 ene	12 ene	19 ene	26 ene	02 ene	09 ene	16 ene	23 ene	30 ene	06 ene	13 ene	20 ene	27 ene	03 feb	10 feb	17 feb	24 feb	01 mar	08 mar	15 mar	22 mar	29 mar			
						01 ene	08 ene	15 ene	22 ene	29 ene	05 ene	12 ene	19 ene	26 ene	02 ene	09 ene	16 ene	23 ene	30 ene	06 ene	13 ene	20 ene	27 ene	03 feb	10 feb	17 feb	24 feb	01 mar	08 mar	15 mar	22 mar	29 mar			
	ENCOFRADOS																																		
	Encofrado ciclo 1	29/05	15/06		Si																														
	Encofrado ciclo 2	08/06	05/07		Si																														
	Encofrado ciclo 3	15/06	05/07		No																														
	HORMIGÓN																																		
	Hormigón Ciclo 1 piso 1	30/05	31/05		Si																														
	Hormigón Ciclo 2 piso 1	06/06	07/06		Si																														
	Hormigón Ciclo 3 piso 1	13/06	14/06		Si																														
	Hormigón Ciclo 4 piso 1	20/06	21/06		Si																														
	ACERO																																		
	Acero Ciclo 5 piso 2	27/06	05/07		No																														
	Acero Ciclo 6 piso 2	29/06	05/07		No																														

Nota. Azabache y Ortiz (2023) Ejemplo de planificación a Medio Plazo [Ilustración]. Consejo General de la Arquitectura Técnica de España.

Programación semanal.

Es una fase fundamental del LPS que se enmarca en la competencia de la programación de compromiso con las actividades laborables ejecutables en la próxima semana de instituido, ello está dentro de la aptitud de lo que se establece para realizar la labor de trabajo de forma efectiva y ordenada. Durante esta etapa, los "últimos planificadores" (personas directamente involucradas en la ejecución de las tareas) se congregan para revisar y confirmar las labores que se ejecutarán, identificando y resolviendo potenciales restricciones que pudieran incidir en la dinámica de trabajo (Bygballe et al., 2022).

Figura 3. Ejemplo de Programación Semanal:

PLAN SEMANAL														
ID.	ACTIVIDAD	FECHAS		UD.	RESPONSABLE	META		COMPLETADA	SEMANA	Junio				
		INICIO	TERMINO			Comprometida	Alcanzada			V	L	M	M	
										1	4	5	6	7
										3-jun	4-jun	5-jun	6-jun	7-jun
	EDIFICIO													
	Ciclo 1 Muros													
	Enferradura	31/05	02/06		JP	100%	100%	1						
	Encofrado	04/06	05/06	m2	IR	100%	95%	0						
	Hormigón	05/06	05/06	m3	MA	100%	0%	0						
	Descimbre y Limpieza	06/06	06/06		IR	100%	0%	0						
	Ciclo 2 Muros													
	Enferradura	31/05	04/06		JP	100%	100%	1						
	Moldaje	05/06	06/06	m2	IR	100%	100%	1						
	Hormigón	06/06	06/06	m3	MA	100%	100%	1						
	Descimbre y Limpieza	07/06	07/06		IR	100%	0%	0						
	Ciclo 3 Muros													
	Enferradura	31/05	05/06		JP	50%	30%	0						

Nota. Tomado de Azabache y Ortiz (2023) *Ejemplo de planificación a Medio Plazo* [Tabla]. Consejo General de la Arquitectura Técnica de España.

2.2.3. Productividad

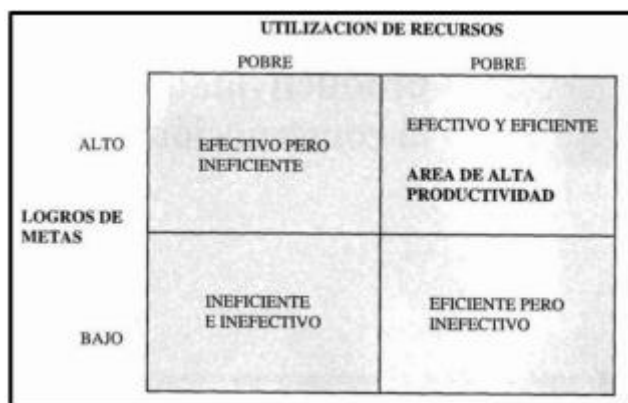
La productividad en el sector edificador, según Power et al. (2021), hace alusión a la evaluación de la efectividad con la que se gestionan los insumos necesarios para finalizar un producto determinado, en un plazo determinado y dentro de un nivel de calidad preestablecido. Es importante resaltar que factor no solo se mide por el uso eficiente de los recursos, sino también por la habilidad para respetar los tiempos de entrega establecidos y mantener la calidad requerida en las tareas.

Además, Serpell (2002), menciona que diversos elementos que afectan el rendimiento en el sector constructivo, entre los que se destacan: la administración del proyecto, el entorno de trabajo, el método de construcción, y las habilidades del personal involucrado en la obra. Estos factores determinan la eficiencia general en el proceso constructivo.

Por lo tanto, para mejorar la productividad, se debe poner énfasis en seleccionar los métodos constructivos adecuados y en la optimización del uso de recursos, tales como insumos, fuerza laboral, maquinaria y herramientas, con el propósito de obtener

los mejores resultados dentro del plazo y presupuesto establecidos.

Figura 4. Relación entre eficiencia, efectividad y productividad



Nota. Tomado de Serpell (2002). Relación entre eficiencia, efectividad y productividad. [Tabla]. Editorial Alfaomega.

Figura 5. La productividad y sus factores



Nota. Serpell, (2002). Relación entre eficiencia, efectividad y productividad. [Ilustración]. Editorial Alfaomega.

Plan de Porcentaje Cumplido

El Porcentaje de Plan Completado (PPC) constituye un elemento fundamental dentro del LPS, ya que permite evaluar la eficacia de la planificación a corto plazo y la confiabilidad del flujo de trabajo. Esta dimensión se enfoca en la medición de los compromisos adquiridos por los equipos de trabajo y su capacidad para ejecutarlos en los plazos estipulados, sirviendo como base para la implementación de ciclos de mejora

continua (Espinoza & Chavez, 2023; Murillo & Llerena, 2024).

El Porcentaje de Plan Completado, comúnmente conocido por sus siglas PPC, se define como una métrica esencial para determinar el nivel de funcionamiento y éxito del sistema de planificación implementado. Según Murillo y Llerena (2024), este indicador cuantifica la proporción de actividades que han sido finalizadas en su totalidad respecto a lo planificado para un periodo determinado.

Desde una perspectiva conceptual, Espinoza y Chávez (2023) aclaran que el PPC no debe confundirse con un indicador de progreso físico o avance de obra tradicional, sino que representa una medida porcentual de la fiabilidad del compromiso asumido por el último planificador. Su cálculo se realiza semanalmente mediante la siguiente relación matemática:

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

Donde las "promesas" corresponden a las actividades programadas en el plan de trabajo semanal.

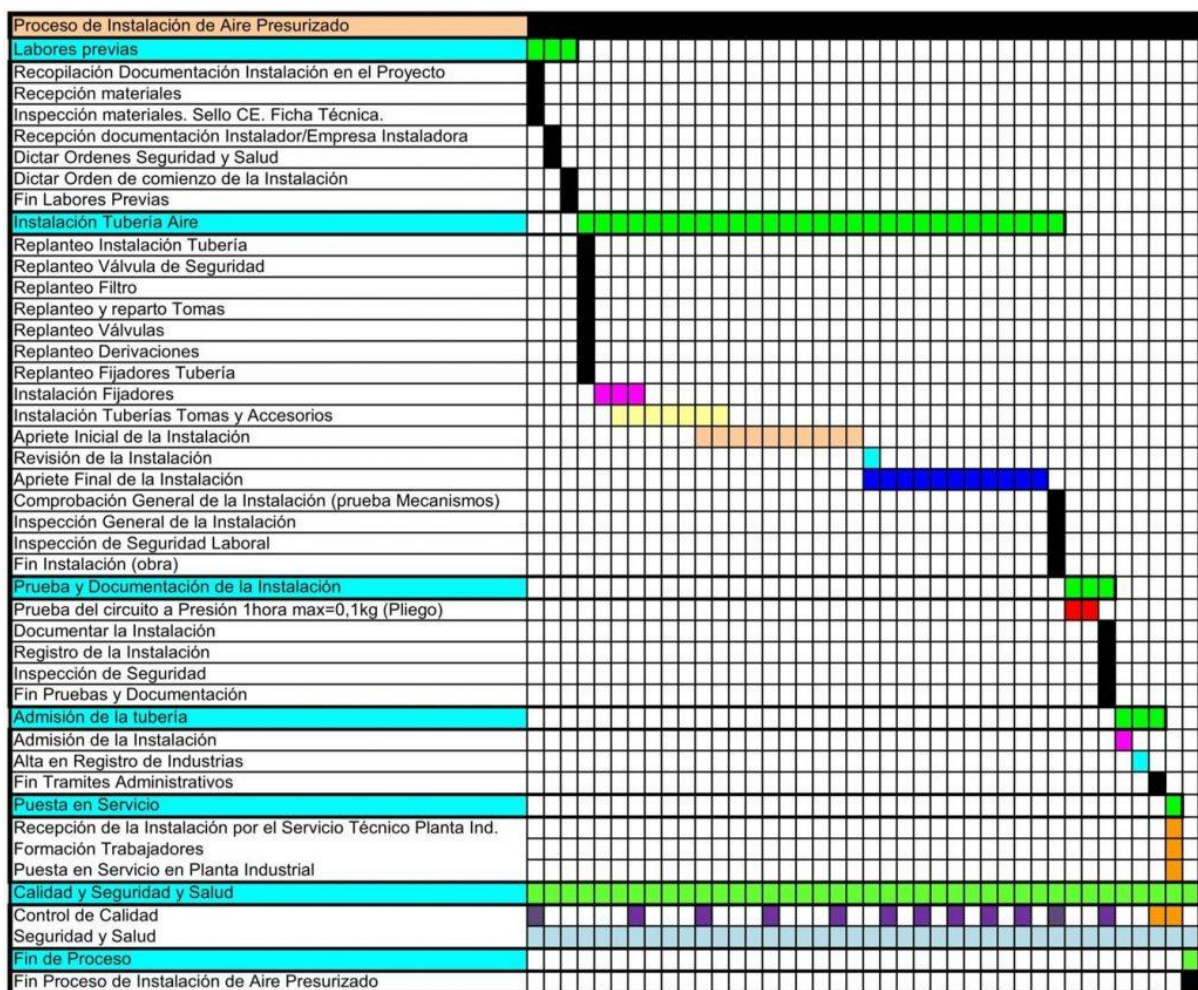
La revisión de este indicador debe realizarse de manera obligatoria al finalizar cada ciclo semanal. Un seguimiento constante permite monitorear la evolución de la implementación del sistema, donde se espera que las comparaciones intertemporales reflejen una tendencia positiva en el nivel de cumplimiento. En términos de estándares de desempeño, se considera que un sistema de planificación saludable y eficiente debe arrojar valores de PPC superiores al 75% u 80%, lo cual denota un control adecuado de las restricciones y un flujo de trabajo estable (Murillo & Llerena, 2024).

Tiempo de Ejecución

El tiempo de ejecución en obras civiles está definido como el tiempo entre el hito de inicio y la recepción final de las obras, el tiempo de ejecución es el resultado de una compleja interacción entre la disponibilidad de recursos, las restricciones técnicas

y los factores ambientales (Gondia et al., 2020). La literatura contemporánea ha pasado de métodos estáticos (como el gráfico de Gantt tradicional o el CPM básico) a enfoques dinámicos, el paradigma moderno de gestión del tiempo tiene que aceptar el hecho de que los cronogramas de construcción son sistemas no lineales que pueden verse afectados por un 'efecto mariposa', donde cambios insignificantes en actividades tempranas pueden resultar en retrasos severos en fases posteriores (Gondia et al., 2020). Por lo tanto, controlar el tiempo de ejecución no es solo una tarea administrativa, sino también un ejercicio de gestión de riesgos que tiene como objetivo predecir la trayectoria futura del proyecto utilizando análisis de Big Data.

Figura 6. Modelo de un Diagrama de Gantt para ejecución de proyectos.



Nota. Modelo de un Diagrama de Gantt para ejecución de proyectos. [Ilustración]. Lean Manufacturing Web.

Costo de Construcción

El costo de construcción se conceptualiza como la "verdad financiera" de la obra, tradicionalmente, se divide en costos directos (materiales, mano de obra, equipos) y costos indirectos (gastos generales, utilidades, contingencias). Sin embargo, la literatura reciente sugiere que esta división binaria es insuficiente para la complejidad actual (Márquez, 2025). La complejidad del proyecto actúa como un moderador crítico; en proyectos de alta complejidad técnica, los costos indirectos y administrativos pueden escalar de manera no lineal, dejando de ser un porcentaje fijo de los costos directos para convertirse en variables dominantes. Por ende, el control de costos moderno debe centrarse en la gestión de la complejidad y la eficiencia de los procesos, más que solo en la negociación de precios de insumos (Wu et al., 2022).

2.3. Definición de términos básicos.

Last Planner System

Sistema de organización y control que emplea la construcción civil, en el que se busca mantener un flujo de trabajo continuo, estable y predecible. El propósito es eliminar la incertidumbre a lo largo de la ejecución del proyecto por medio de la planificación colaborativa, en la que se programan únicamente las actividades de las que se tiene certeza que se podrán realizar (Wu et al., 2022).

Sectorización

Es división en sectores es el conjunto de un protocolo en el que un plan de construcción, se enmarca en diferentes núcleos por lo que se propone una mayor organización, gestión del trabajo y monitoreo en la ejecución de tareas (Michalski et al. 2022)

Plan intermedio (Lookahead Planning).

Herramienta de planificación que permite visualizar las tareas específicas a

corto plazo, identificando las condiciones y restricciones necesarias para su ejecución dentro del fecha estimada (Azabache y Ortiz, 2023).

Programación semanal.

Es la planificación de compromiso con las actividades laborables ejecutables en la próxima semana de ejecución, ello está dentro de la aptitud de lo que se establece para realizar la labor de trabajo de forma efectiva y ordenada (Bygballe et al., 2022).

Productividad

Optimización de la gestión del tiempo y los recursos para mejorar los indicadores de desempeño que tradicionalmente resultan deficientes cuando se ejecutan actividades de manera convencional, donde se busca mitigar las consecuencias negativas de los atrasos y sobrecostos (Murillo & Llerena, 2024).

Plan de Porcentaje Cumplido

Elemento dentro del LPS que permite evaluar la eficacia de la planificación a corto plazo y la confiabilidad del flujo de trabajo, se enfoca en la medición de los compromisos adquiridos por los equipos de trabajo y su capacidad para ejecutarlos en los plazos estipulados, sirviendo como base para la implementación de ciclos de mejora continua (Espinoza & Chavez, 2023).

Tiempo de Ejecución

El tiempo de ejecución en obras civiles está definido como el tiempo entre el hito de inicio y la recepción final de las obras, el tiempo de ejecución es el resultado de una compleja interacción entre la disponibilidad de recursos, las restricciones técnicas y los factores ambientales (Gondia et al., 2020).

Costo de Construcción

Es la realidad financiera de la obra, se divide en costos directos (materiales, mano de obra, equipos) y costos indirectos (gastos generales, utilidades, contingencias)

tradicionalmente (Márquez, 2025).

2.4. Formulación de hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

La aplicación de la metodología Last Planner System mejora significativamente la productividad de las partidas críticas en la obra del local comunal de San Juan de Milpo, Pasco 2025.

2.4.2. Hipótesis específicas

La aplicación de la metodología Last Planner System incrementa significativamente el Porcentaje de Plan Cumplido de las partidas críticas en la obra del local comunal de San Juan de Milpo, Pasco 2025.

La aplicación de la metodología Last Planner System reduce significativamente en el tiempo de ejecución de las partidas críticas en la obra del local comunal de San Juan de Milpo, Pasco 2025.

La aplicación de la metodología Last Planner System reduce significativamente en los costos de las partidas críticas en la obra del local comunal de San Juan de Milpo, Pasco 2025.

2.5. Identificación de variables

Variable independiente

- Metodología Last Planner

Variable dependiente

- Productividad.

2.6. Definición operacional de variables e indicadores

Definición de la variable Metodología Last Planner

Es una estrategia de programación y supervisión utilizada en la construcción que busca optimizar la efectividad y fiabilidad de los proyectos mediante la cooperación

y la dedicación de todos los participantes. Según Choy et al., (2024), su implementación permite identificar restricciones, maximizar la distribución de insumos y reducir tiempos improductivos, lo que resulta en una mayor efectividad en el desarrollo de las obras.

Definición de la variable Productividad

La Productividad hace referencia a la efectividad con la que se emplean los recursos en la fabricación de productos y la entrega de servicios. Es un factor clave para la competitividad empresarial, ya que una mayor productividad implica la generación de productos y la entrega de servicios, lo que puede conducir a una ventaja estratégica en el mercado (Oyaque, 2024).

El Porcentaje de Plan Cumplido (PPC) es adoptado como indicador principal de confiabilidad de la planificación semanal, respaldado por Power et al. (2021), Montaña y Rodríguez (2023), Chaca (2024) y Arotoma (2024).

El tiempo de ejecución, medido como la variación entre el tiempo programado y el tiempo real, se sustenta en los trabajos de Montaña y Rodríguez (2023), Vilchez (2024) y Arias (2023), quienes evidencian su sensibilidad para captar mejoras derivadas de la implementación del LPS.

El tiempo no contributivo (TNC) se incorpora como indicador complementario de productividad, apoyado en Manrique (2024) y Ayra (2024), quienes demuestran que la reducción de actividades improductivas es un efecto directo de la planificación colaborativa y el control de restricciones.

Finalmente, el costo por retrabajo se utiliza como indicador económico de la productividad, fundamentado en Almeida et al. (2022) y Montaña y Rodríguez (2023), quienes reportan disminuciones significativas de sobrecostos tras la aplicación de herramientas Lean y del LPS.

CAPITULO III

METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación

La exploración empleada se dirige en la resolución de desafíos prácticos concretos a través de la implementación directa de teorías, conocimientos y técnicas existentes. Según Hernández y Mendoza (2018), se orienta a la búsqueda de soluciones concretas y específicas dentro de un contexto determinado, como puede ser la mejora de procesos, la implementación de nuevas metodologías, o la maximización de insumos en el campo de la edificación. Se distingue de la exploración básica, que busca generar conocimiento sin una aplicación inmediata.

En el caso de esta pesquisa, el tipo de investigación aplicado se seleccionó porque la meta principal es optimizar el rendimiento y la planificación en la construcción por medio de la acoplación de instrumentos y metodologías como el LPS y la sectorización. Pretendiendo solucionar dificultades específicas asociadas con la administración temporal y la sincronización de equipos en proyectos de infraestructura deportiva, por lo que la aplicación de teorías y metodologías previamente validadas es el enfoque más adecuado.

3.2. Nivel de investigación

El nivel explicativo se orienta a responder por qué ocurre un fenómeno mediante la comprobación de relaciones causales entre variables. Implica formular y contrastar hipótesis, definir con precisión la variable independiente y la dependiente, controlar o registrar variables extrañas y estimar la dirección y magnitud del efecto con indicadores válidos y confiables. En la ruta cuantitativa, este alcance se diferencia de los niveles descriptivo y correlacional porque busca establecer condiciones causales y no solo describir o asociar medidas observadas (Hernández & Mendoza, 2018).

Se elige el nivel explicativo porque el objetivo es determinar la influencia de la implementación del Last Planner System sobre la productividad de partidas críticas, operada con PPC, tiempos de ejecución y costo por retrabajo. El diseño cuasiexperimental previsto permite contrastar hipótesis causales mediante mediciones antes–después en las mismas partidas y, cuando sea posible, con un frente comparativo no aleatorizado, controlando cointervenciones documentadas. El plan analítico incorpora pruebas estadísticas inferenciales y estimación de tamaños de efecto, con unidad de análisis semana–partida y criterios de inclusión que aseguran comparabilidad. Bajo estas condiciones, el alcance explicativo es el adecuado para estimar el efecto del LPS sobre los indicadores de desempeño en obra.

3.3. Métodos de investigación

Será hipotético-deductivo, el cual se basa en formular hipótesis que se derivan de teorías existentes y luego realizar experimentos o investigaciones para comprobar su validez. De acuerdo con Hernández y Mendoza (2018), este método comienza con una hipótesis general, que luego se deduce en proposiciones más específicas, las cuales se verifican a través de la recopilación de datos. Es un procedimiento lógico que sigue un enfoque deductivo, comenzando con una premisa general y aplicándola a un caso

concreto para verificar su efectividad.

Este método se eligió porque en esta investigación se parte de una hipótesis relacionada con la mejora del rendimiento en la construcción a través de la adopción del LPS y la sectorización. Siendo que la hipótesis será probada mediante la observación de casos reales en obras de edificación, verificando si la implementación de estas metodologías efectivamente mejora los procedimientos de programación y desarrollo en la obra del local comunal de San Juan de Milpo, Pasco 2025.

3.4. Diseño de investigación

El diseño cuasiexperimental permite analizar el efecto de una intervención cuando es imposible asignar aleatoriamente las unidades de estudio a los grupos. Citando a Hernández y Mendoza (2018), este diseño se basa en la comparación entre un grupo que recibe el tratamiento y otro que no lo recibe, evaluando ambos en momentos distintos para identificar cambios atribuibles a la intervención. Aunque no existe un control total de todas las variables externas, se procura que las condiciones entre los grupos sean lo más equivalentes posible, lo cual resulta útil cuando se trabaja en entornos donde no es viable modificar la estructura operativa existente.

En esta investigación, que aplica la metodología LPS en partidas críticas de la edificación del local comunal de San Juan de Milpo, se emplea el diseño cuasiexperimental porque las condiciones reales del proyecto no permiten reorganizar los equipos de trabajo de forma aleatoria. Sin embargo, es posible intervenir ciertos procesos constructivos seleccionados, aplicar el sistema y luego comparar sus resultados con fases similares no intervenidas. Esta estrategia permite valorar el efecto de la metodología en la efectividad sin interrumpir el desarrollo natural de la obra, y mantiene la coherencia del análisis con el entorno donde se ejecuta.

Amenazas a la validez interna y mitigación

Dado que el estudio se desarrolló con un diseño cuasiexperimental basado en la comparación de una línea base y una fase intervenida, la principal amenaza a la validez interna se relaciona con la ausencia de aleatorización de las unidades de análisis y con la inexistencia de un grupo control independiente. En condiciones de obra, la asignación aleatoria de frentes o cuadrillas no resulta viable por restricciones operativas, por lo que la comparación depende de la estabilidad relativa de las condiciones entre periodos y del control documental aplicado durante el seguimiento.

Asimismo, una amenaza relevante se vincula con cointervenciones y cambios en condiciones de ejecución, tales como rotación o reemplazo de personal, variaciones climáticas (el proyecto se desarrolla en un entorno de alta montaña caracterizado por un clima frío y de alta variabilidad), altitud de la zona con baja disponibilidad de oxígeno y reprogramaciones administrativas o contractuales, factores que pueden modificar el rendimiento observado sin depender exclusivamente de la intervención. Para mitigar este riesgo, dichas incidencias se registran de manera sistemática durante el seguimiento y se incorporan como covariables en el análisis, o bien se tratan como criterios de exclusión cuando comprometen la comparabilidad de los registros.

Por lo tanto, los resultados se interpretan como evidencia asociativa fuerte del comportamiento de los indicadores ante la intervención, sustentada en mediciones comparables antes y después y en el control documental de cambios relevantes. No obstante, al no existir aleatorización ni control experimental completo de factores externos, la inferencia debe formularse sin pretensión de causalidad estricta, manteniendo la interpretación dentro de los alcances del diseño cuasiexperimental aplicado.

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

En el contexto investigativo, la población alude al grupo completo de componentes que presentan atributos similares y que son pertinentes para la investigación en cuestión. sobre los cuales se pretende obtener información. Según Suárez (2021), el grupo de estudio en una investigación está compuesto por todos los elementos individuos o elementos que cumplen con los requisitos de admisión definidos por el investigador. Siendo que está constituida por la obra del local comunal de San Juan de Milpo.

3.5.2. Muestra

La muestra es el subconjunto representativo de la población que se selecciona con el propósito de analizar fenómenos específicos del objeto de estudio. En la investigación en curso, la muestra está constituida por las partidas críticas del proyecto de construcción del local comunal de San Juan de Milpo, Pasco, siendo en la especialidad de Estructura las partidas críticas (concreto y encofrado), dado su impacto en la secuencia de ejecución y en la planificación del proyecto.

La selección de la muestra se efectuó por un muestreo no probabilístico por conveniencia, el cual, según Suárez (2021), permite elegir unidades de análisis accesibles y pertinentes para los fines del estudio.

Criterio de selección

Se priorizaron las partidas que presentan mayor nivel de criticidad en la ruta del proyecto principalmente aquellas dentro de los componentes de estructura y arquitectura, las cuales son esenciales para el avance de la obra y tienen el mayor porcentaje de costo directo, además son las que se ven afectadas principalmente ante un deficiente control de avance en la obra, permitiendo aplicar la metodología LPS en

fases clave para observar su influencia directa sobre la productividad y la gestión de plazos. Se ha planteado su observación de avance y por lo tanto análisis en de progreso en conjunto (avance global de la ejecución de obra) por cada semana (PPC) y cada mes (tiempo, costo de ejecución). Las partidas incluidas fueron las siguientes:

Componente de Estructuras

- Movimiento de tierras
- Concreto Armado

Componente de Arquitectura

- Muros y tabiques
- Revoques y revestimiento
- Pisos
- Zócalos y contra zócalos
- Carpintería de madera
- Carpintería de metálica
- Pintura
- Otros

Tabla 1. Criterios de inclusión y exclusión

Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
Partidas constructivas clasificadas como críticas según el análisis del cronograma del proyecto	Partidas que no son parte de la ruta crítica del proyecto.
Actividades que inciden directamente en la ruta crítica y determinan el avance general de la obra.	Actividades preliminares o complementarias con duración o impacto mínimo en la productividad general.
Fases que permiten la implementación y seguimiento del Last Planner System (ej. estructuras).	Fases constructivas que no permiten la aplicación operativa del LPS.
Actividades con historial de alta variabilidad o riesgo de retrasos en obras similares.	Partidas cuya ejecución ya haya concluido antes del inicio de la aplicación del sistema.
Partidas con información técnica documentada y verificable.	Partidas sin registros técnicos claros o sin trazabilidad para el análisis de productividad.

Fuente: Elaboración propia (2025).

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.6.1. Técnicas de recolección de datos

Se empleará como técnica el análisis documental y la observación directa, enfocados a recolectar los datos cuantitativos relacionados al cumplimiento de las partidas críticas. El análisis documental consiste en el examen y análisis ordenado de documentos redactados, tales como informes, registros y publicaciones, con el fin de recopilar datos importantes (Castaño et al, 2022). La observación directa, según lo establecido por Arias y Covinos (2021), es donde el investigador obtiene la información directamente de la población o sujeto de estudio.

3.6.2. Instrumentos de recolección de datos

Según Castaño et al., (2022), guía de análisis documental permite estructurar y organizar datos provenientes de fuentes escritas, facilitando la comprensión y fundamentación del objeto estudiado. Se analizarán documentos técnicos y registros de obra de la obra del local comunal de San Juan de Milpo, Pasco 2025, con el propósito de evaluar la aplicación de la Metodología LPS en la mejora de la productividad.

Para instrumentalizar la técnica de observación directa y medir la productividad de manera objetiva, se empleará la Ficha de Observación. Arias y Covinos (2021) definen este instrumento como una herramienta utilizada cuando el investigador busca medir, analizar o evaluar un objetivo específico, direccionándose a una población preestablecida con indicadores y criterios también preestablecidos.

3.7. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación

Selección de instrumentos: La medición se alinea al diseño cuasiexperimental y a la unidad de análisis semana–partida. Para la variable independiente se emplea un cuestionario de implementación LPS con escala Likert de cinco puntos y nueve ítems distribuidos en sectorización de frentes, planificación lookahead, programación semanal y análisis de restricciones; su agregación genera un Índice LPS estandarizado (0–100). Para la variable dependiente se utilizan los siguientes formatos operativos: plan semanal y PPC (tareas planificadas y cumplidas para el cálculo del PPC por semana–partida), registro de restricciones con clasificación por categoría para la trazabilidad del flujo de trabajo, ficha de tiempos y rendimientos para obtener el tiempo real de ejecución, el tiempo no contributivo y la variación respecto al programado, y hoja de costos de retrabajo/variaciones basada en valorizaciones, partes diarios y órdenes de cambio. Todos los instrumentos se aplican in situ con respaldo documental y codificación única por semana–partida.

Validación: La validez de contenido se establece mediante juicio de expertos (≥ 5 especialistas en planificación de obra/Lean Construction) que evalúan claridad, pertinencia, relevancia y suficiencia de cada ítem; se calcula V de Aiken, aceptando ítems con $V \geq 0.70$ y reformulando o eliminando los inferiores. La validez de constructo del cuestionario se respalda con correlaciones ítem–total corregidas (criterio ≥ 0.30) y, si el tamaño muestral lo permite, con análisis factorial exploratorio para verificar

unidimensionalidad del Índice LPS. La validez convergente y de criterio se verifica correlacionando el Índice LPS con PPC de la misma semana (esperado positivo) y con tiempo no contributivo y variación de tiempo (esperado negativo), además de contrastar el índice frente a hitos de cumplimiento del cronograma. Previamente se ejecuta un piloto en semanas no incluidas en la muestra definitiva para ajustar redacción, tiempos de aplicación y reglas de codificación.

Confiabilidad: La consistencia interna del cuestionario se estima con alfa de Cronbach (criterio $\alpha \geq 0.70$) y revisión de la mejora de α al eliminar ítems; se conserva la versión que maximiza consistencia sin perder validez de contenido. La estabilidad de las mediciones observacionales se evalúa con confiabilidad interevaluador: Kappa de Cohen para variables categóricas del registro de restricciones y coeficiente de correlación intraclase (ICC) para tiempos y costos cuando dos observadores registran de manera independiente al menos el 10 % de las observaciones; se adoptan umbrales de aceptabilidad $Kappa \geq 0.60$ e $ICC \geq 0.75$. Se documenta un manual de campo con definiciones operativas, ejemplos de codificación, control de versiones y procedimientos de resguardo de datos para asegurar reproducibilidad y trazabilidad en ambas fases del estudio.

3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos e información

Se utilizó la guía de análisis documental como instrumento para organizar de forma sistemática la recopilación y categorización de la información de los documentos técnicos del proyecto. Según Castaño et al. (2022), En este estudio, la guía incluirá indicadores relacionados con la organización, aplicación y seguimiento de partidas críticas del proyecto, permitiendo evaluar el efecto de la aplicación del LPS en la productividad.

Se procedió a la adaptación de este formato de observación para registrar

variables del Last Planner System de Porcentaje de Plan Cumplido (PPC) y Causas de No Cumplimiento (CNC). Este instrumento permitirá recoger de un modo sistemático información respecto a las partidas críticas, de tal modo que se pueda asegurar que la evaluación de la productividad se sustente en indicadores que realmente se puedan medir y verificar en la obra de la construcción en Pasco.

Asimismo, se empleó el software Primavera P6 como complemento para extraer, validar y comparar cronogramas base y actualizados del proyecto. Esto permitirá verificar el grado de cumplimiento de las restricciones planificadas y analizar la alineación entre el flujo de trabajo previsto y el real, en partidas con y sin intervención del LPS. La combinación del análisis documental con el procesamiento en primavera facilitará una evaluación integral de los efectos de la metodología en la gestión de tiempos y recursos durante la ejecución del local comunal.

En el análisis inferencial, previo a la elección de la prueba estadística, se verificó el supuesto de normalidad mediante Shapiro Wilk, considerando como criterio de aceptación una significancia mayor a 0.05 para asumir distribución normal. Bajo este esquema, cuando los datos cumplieran normalidad, la contrastación antes y después se efectuaría con la prueba t respecto una media (para el porcentaje de plan cumplido) y t de Student para dos muestras (para analizar el antes y después del tiempo y costo de ejecución), debido a que el interés es evaluar diferencias en mediciones relacionadas del mismo proceso en dos momentos. Cuando los datos no cumplieran normalidad, se recurriría a una prueba no paramétrica para muestras relacionadas, específicamente Wilcoxon de rangos con signo, manteniendo la coherencia con el enfoque de comparación pre y post. En todos los contrastes se adoptó un nivel de significancia de 0.05 para la toma de decisión estadística. Respecto a la direccionalidad, las pruebas se plantearon como unilaterales cuando la hipótesis estableció explícitamente una mejora

esperada tras la implementación del LPS.

3.9. Tratamiento estadístico

El tratamiento estadístico se realizó mediante la organización, procesamiento y análisis de los datos obtenidos durante la aplicación del Last Planner System en las partidas críticas de la obra del local comunal de San Juan de Milpo, considerando como unidad de análisis la relación semana-partida. La información recopilada mediante los registros de obra permitió evaluar los indicadores de productividad definidos en la investigación, tales como el Porcentaje de Plan Cumplido (PPC), tiempo de ejecución y costos asociados a retrabajos.

Los datos fueron sistematizados mediante tablas y gráficos comparativos para analizar el comportamiento de los indicadores antes y después de la implementación del LPS. Asimismo, se realizó la prueba de normalidad para determinar el procedimiento estadístico aplicable en la contrastación de hipótesis, empleando pruebas paramétricas o no paramétricas según la distribución de los datos obtenidos.

Finalmente, la comparación estadística se efectuó con un nivel de significancia de 0.05, permitiendo establecer las variaciones generadas en la productividad de las partidas críticas a partir de la aplicación del Last Planner System. Los resultados fueron interpretados en función de los objetivos planteados en la investigación.

3.10. Orientación ética filosófica y epistémica

La investigación adopta una ontología realista y una epistemología objetivista de corte positivista. El conocimiento se produce mediante medición empírica, operacionalización de variables y contraste de hipótesis bajo razonamiento hipotético-deductivo. El diseño cuasiexperimental se emplea para estimar relaciones causales entre la implementación del Last Planner System y los indicadores de productividad, reconociendo límites de inferencia fuera de contextos técnicamente similares.

El estudio es de riesgo mínimo y se centra en análisis documental y observación no participante, además de un cuestionario técnico sobre implementación del LPS. Se cuenta con autorización institucional y consentimiento informado para encuestas; no se recolecta información personal identificable más allá del rol funcional. La investigación no sustituye decisiones de obra ni introduce cambios operativos propios; se limita a describir y analizar evidencias generadas por el proyecto con fines académicos. No existen conflictos de interés declarados.

Los datos se codificaron a nivel semana-partida y se anonimizan antes del análisis. Se mantienen procedimientos de control de versiones, respaldo con acceso restringido, bitácora de decisiones, diccionario de variables y criterios de inclusión/exclusión para asegurar trazabilidad y reproducibilidad. Los resultados se reportan de forma agregada, se documentan las limitaciones y se preserva la integridad académica evitando fabricación, tergiversación o supresión de información.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo

4.1.1. Ubicación del proyecto

El estudio se realiza en el Local Comunal de San Juan de Milpo, provincia y departamento de Pasco, Perú.

El ámbito espacial corresponde al interior de la infraestructura, con superficie construida de 402 m². El polígono de análisis se define con los linderos y mojones del expediente técnico. Quedan excluidas las actividades fuera de dicho polígono.

La ubicación se documenta con coordenadas geográficas y UTM (WGS-84) según el expediente. El plano perimétrico y el croquis de ubicación se incorporan en anexos. La unidad de análisis semana-partida se aplica solo a las partidas dentro del polígono definido. Toda evidencia de ubicación se codifica y se archiva en el repositorio metodológico.

Figura 7. Mapa de distritos – Ubicación de San Juan de Milpo.



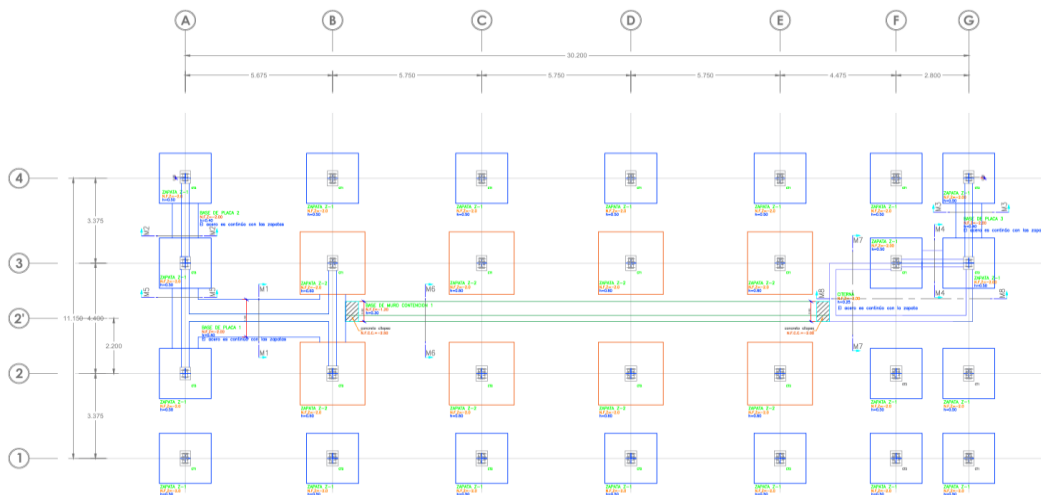
Fuente: Google Maps (2025).

4.1.2. Alcance técnico y frentes observados

El proyecto “Construcción del Local Comunal en el centro poblado de San Juan de Milpo” contempló un conjunto de partidas organizadas en etapas que comprendían desde obras provisionales hasta instalaciones finales. El alcance técnico establecido en el expediente incluyó obras preliminares, movimiento de tierras, estructuras de concreto armado, arquitectura, instalaciones sanitarias y eléctricas, así como acabados y equipamiento complementario.

Dentro de las obras preliminares se consideraron las construcciones provisionales, el cerco de obra, las instalaciones temporales de agua y electricidad, así como las medidas de seguridad y salud ocupacional. En el movimiento de tierras se programaron excavaciones masivas y localizadas, rellenos, nivelación y compactación, con el objetivo de preparar el terreno para la cimentación.

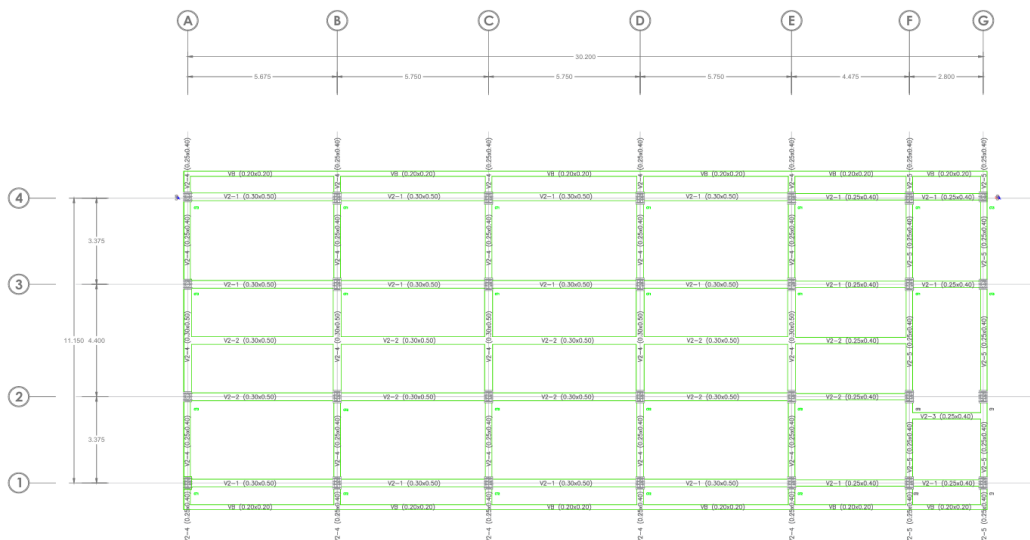
Figura 8. Plano de cimentaciones



Fuente: Expediente técnico del local comunal de San Juan de Milpo (2025).

En la etapa de estructuras, las partidas incluyeron zapatas, pedestales, vigas de riostra, columnas, placas, vigas, losas aligeradas y macizas, así como escaleras de concreto armado. Estas actividades permitieron conformar la superestructura del local.

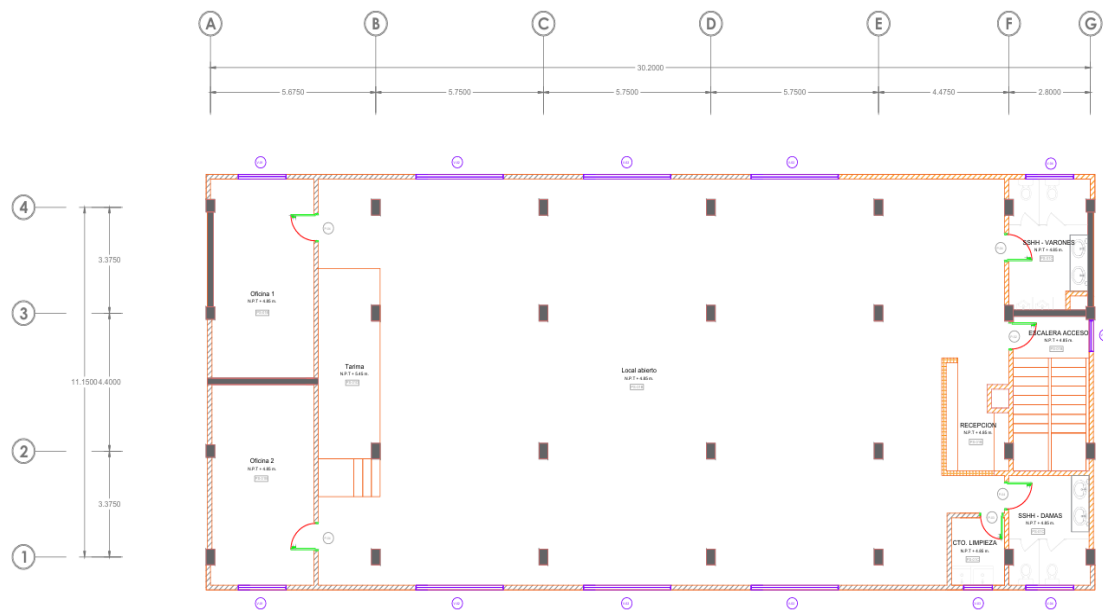
Figura 9. Plano de Estructuras- Losas



Fuente: Expediente técnico del local comunal de San Juan de Milpo (2025).

La fase de arquitectura comprendió muros de albañilería tipo King-Kong, tarrajes interiores y exteriores, revestimientos, pisos cerámicos, zócalos, carpintería de madera y metálica, además de trabajos de pintura en muros, techos y elementos estructurales.

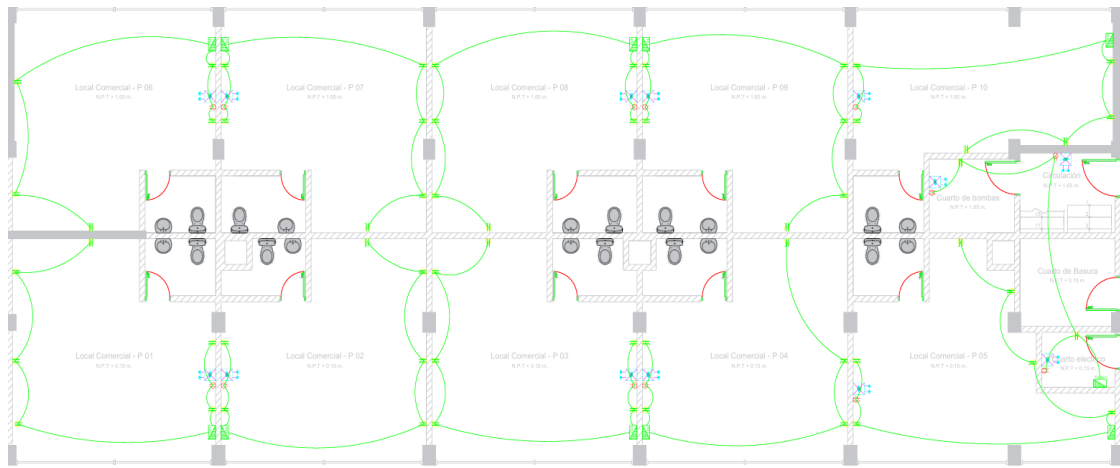
Figura 10. Plano de Arquitectura



Fuente: Expediente técnico del local comunal de San Juan de Milpo (2025).

En cuanto a las instalaciones sanitarias, se consideraron la instalación de aparatos sanitarios, las redes de agua fría, desagüe y ventilación, la cisterna y las pruebas hidráulicas correspondientes. Paralelamente, las instalaciones eléctricas incluyeron la red de alimentadores, tableros eléctricos, circuitos de iluminación, tomacorrientes, sistema de puesta a tierra y luminarias de emergencia.

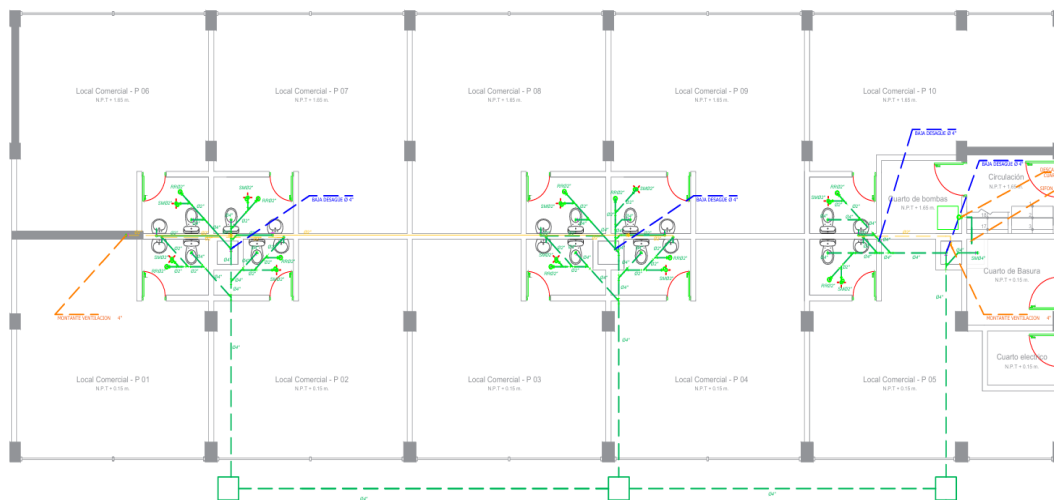
Figura 11. Plano de instalaciones eléctricas



Fuente: Expediente técnico del local comunal de San Juan de Milpo (2025).

Finalmente, los acabados y equipamiento contemplaron la implementación de accesorios sanitarios, divisiones para servicios higiénicos, señalización, barandas de seguridad y otros elementos que garantizan la operatividad del local comunal.

Figura 12. Planos de instalaciones sanitarias



Fuente: Expediente técnico del local comunal de San Juan de Milpo (2025).

4.1.3. Organización inicial de trabajo y recursos

La organización inicial del proyecto contempló la asignación de personal clave, equipos y herramientas necesarios para la ejecución de la obra. El equipo principal estaba compuesto por el residente de obra, quien tenía la responsabilidad general de supervisar el avance y la calidad de la ejecución, el asistente técnico, encargado de la

verificación técnica y control de actividades, y el maestro de obra, quien supervisaba directamente las cuadrillas en campo.

Las cuadrillas de trabajo se organizaron de acuerdo con las partidas críticas del proyecto. Para la ejecución de las estructuras, se asignaron cuadrillas de albañiles, fierros y encofradores, mientras que, para las instalaciones sanitarias y eléctricas, se destinaron operarios especializados en dichas áreas.

En cuanto a los recursos materiales y maquinaria, la obra disponía de equipos manuales como palas, picos, carretillas, y herramientas eléctricas tales como mezcladoras de concreto, vibradores, cortadoras de hierro, esenciales para la correcta ejecución de las actividades. Además, se emplearon maquinaria pesada como retroexcavadoras y camiones para el movimiento de tierras y transporte de materiales.

La gestión y control de recursos se realizó mediante partes de trabajo diarios, en los cuales se registraban las actividades realizadas por cada cuadrilla y el consumo de materiales. Aunque no se utilizó un software especializado, se emplearon hojas de Excel para el seguimiento del avance de las actividades y la asignación de recursos.

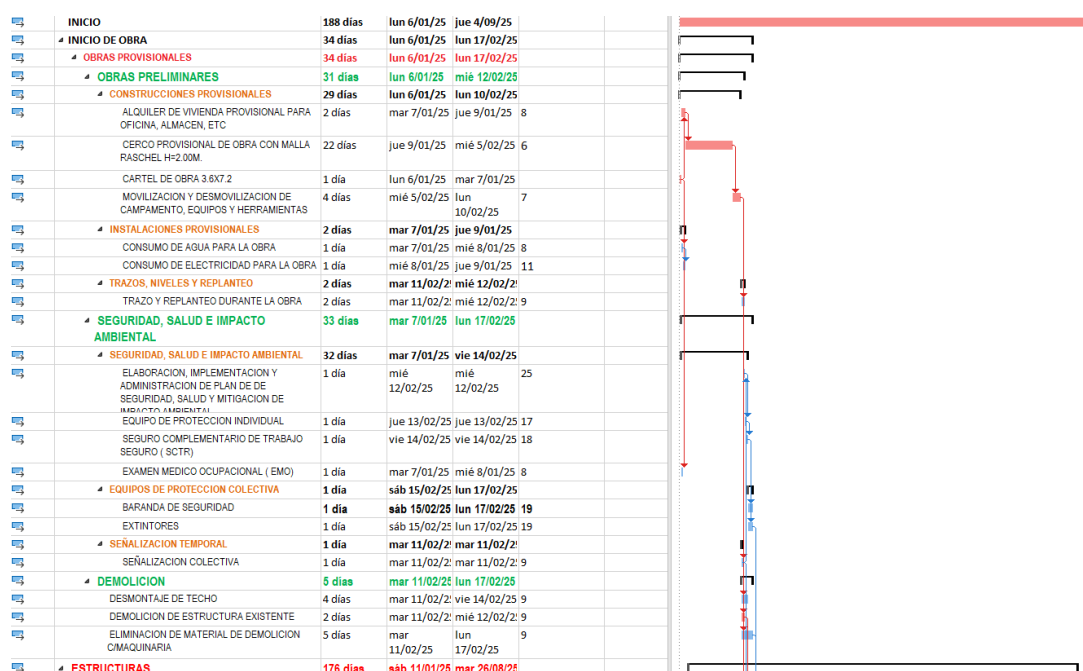
En cuanto a la planificación y coordinación de los trabajos, se utilizó un cronograma general basado en un esquema tradicional. Además, se realizaron reuniones diarias para coordinar tareas inmediatas y reuniones semanales con los responsables de cada área para realizar un seguimiento del cumplimiento de los objetivos de la semana.

Finalmente, en cuanto a la seguridad y salud ocupacional, se implementaron medidas básicas como la entrega de equipos de protección personal (EPP) a todos los trabajadores, así como la señalización de áreas de trabajo peligrosas. Además, se establecieron protocolos de emergencia en caso de accidentes y se realizó un seguimiento constante de las condiciones de seguridad en obra.

4.1.4. Planificación vigente y ruta crítica

La dirección de la obra del local comunal de San Juan de Milpo se fundamenta en un modelo de planificación centralizado, cuyo principal instrumento es un cronograma maestro desarrollado bajo el Método de la Ruta Crítica (CPM). Este cronograma, con una duración proyectada de 188 días, establece la secuencia y dependencia de todas las actividades.

Figura 13. Cronograma GANT



Fuente: Expediente técnico del local comunal de San Juan de Milpo (2025).

La ruta crítica resultante define la cadena de actividades interdependientes que no poseen holgura temporal. En consecuencia, esta secuencia dicta la duración mínima del proyecto y se convierte en el foco principal del control. Para la obra en estudio, esta ruta crítica está compuesta por las siguientes macro-fases secuenciales:

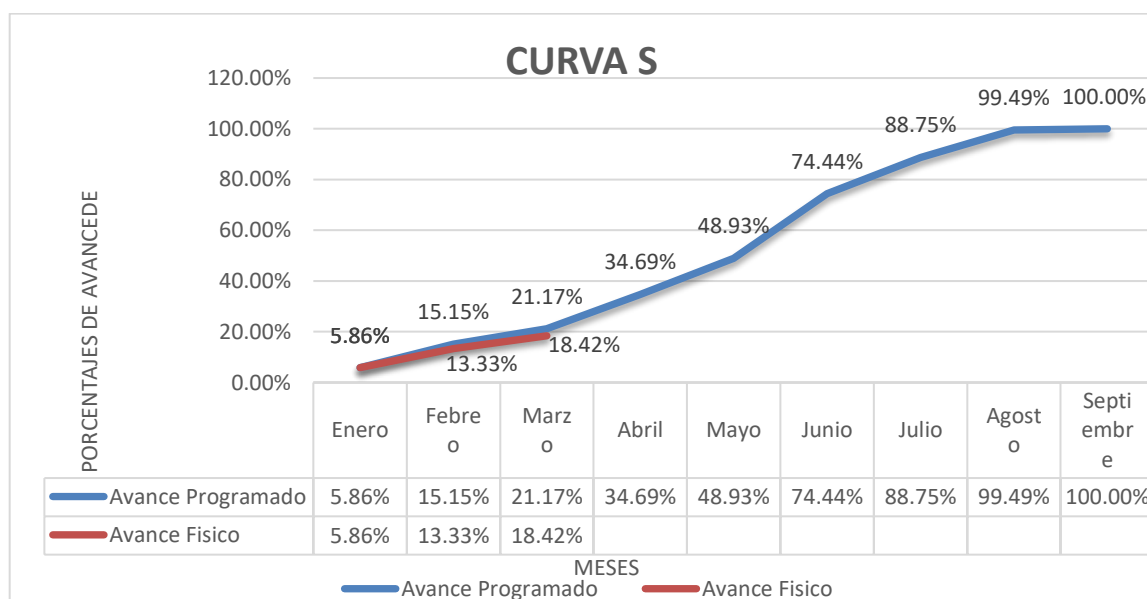
- Obras Preliminares y Demolición: Abarca las actividades iniciales que preparan el sitio para la construcción principal.
- Estructuras: Constituye la fase de mayor duración e impacto, incluyendo partidas críticas como movimiento de tierras, cimentaciones y elementos de

concreto armado.

- **Arquitectura:** Comprende los trabajos de cerramientos y acabados iniciales, como albañilería y revoques, cuya ejecución depende de la liberación de las estructuras.
- **Acabados e Instalaciones:** Agrupa el conjunto final de partidas que conducen a la culminación y entrega de la obra.

El contraste entre esta planificación y la ejecución real se cuantifica y visualiza mediante la Curva "S". El análisis de su evolución durante el primer trimestre del proyecto revela lo siguiente:

Figura 14. Curva S



Fuente: Elaboración propia (2025).

Tabla 2. Avance en el 1er trimestre de la construcción de obra, sin aplicación del LPS.

mes	Avance Físico			Eficacia valorizada	Velocidad avance
	cantidad	%	%acumulado		
Enero	S/ 137,184.18	5.86%	5.86%	100.00%	5.86%
Febrero	S/ 174,919.58	7.47%	13.33%	80.44%	6.67%
Marzo	S/ 119,044.10	5.08%	18.42%	84.48%	6.14%
Promedio				88.31%	6.22%

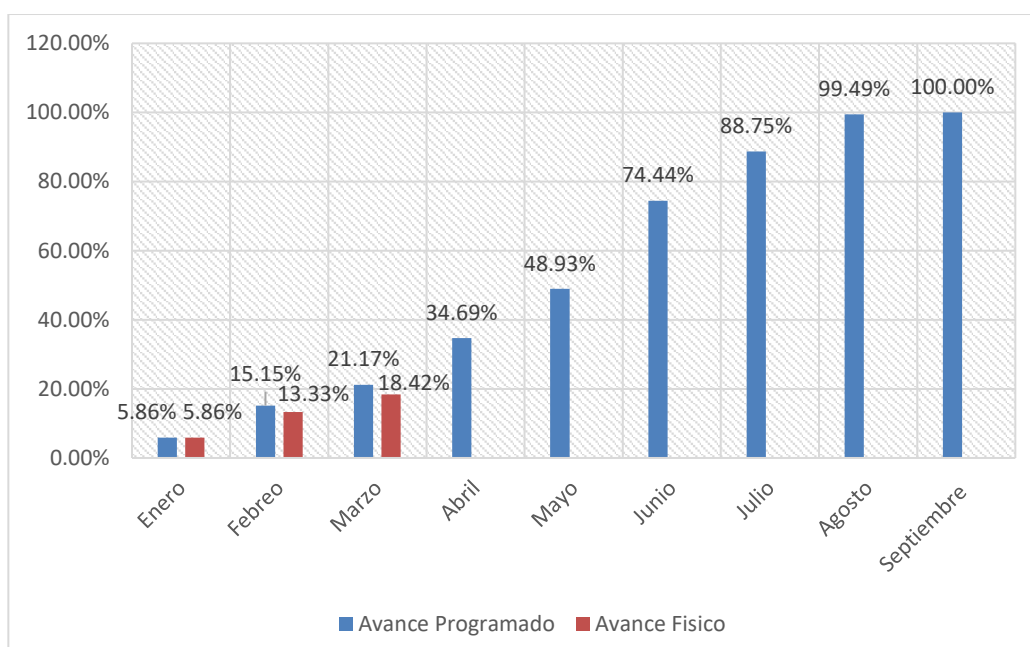
Fuente: Elaboración propia (2025).

- **Enero:** La fase inicial del proyecto concluye según lo programado, con un

avance físico ejecutado del 5.86%, idéntico al planificado.

- Febrero: Emerge la primera divergencia entre el plan y la realidad de la obra. El avance físico acumulado alcanza el 13.33%, mientras que la meta programada era de 15.15%, evidenciando que el ritmo de producción no logra sostener la cadencia del cronograma.
- Marzo: La desviación se intensifica. El avance programado acumulado asciende a 21.17%, pero la ejecución real llega únicamente al 18.42%, confirmando una tendencia de deterioro en el desempeño.

Figura 15. Diagrama de avance real vs el programado hasta tercer mes



Fuente: Elaboración propia (2025).

Estos datos no reflejan únicamente un retraso numérico, sino que son el síntoma de una desconexión fundamental entre la planificación centralizada y la ejecución en el frente de trabajo. La creciente brecha en la Curva "S" indica que el cronograma maestro, si bien es lógicamente correcto, carece de la fiabilidad necesaria para guiar las operaciones diarias. Este fenómeno sugiere que el sistema de gestión vigente opera de forma reactiva; los problemas y restricciones disponibilidad de material, mano de obra,

información no son identificados y eliminados de manera proactiva, sino que impactan directamente en el flujo de trabajo de las cuadrillas.

La consecuencia es una productividad mermada en las partidas críticas, lo que obliga a los responsables de la ejecución a gestionar las urgencias del día a día en lugar de seguir un plan de producción estable. Por lo tanto, se concluye que el problema de fondo no reside en la definición de la ruta crítica, sino en la incapacidad del sistema de gestión actual para protegerla de la variabilidad inherente a la construcción. Se establece así la base técnica que justifica la necesidad de implementar un sistema, como el Last Planner System, enfocado en la planificación colaborativa y el control proactivo de la producción.

4.1.5. Restricciones y condiciones de entorno

La ejecución de la obra en San Juan de Milpo está condicionada por un conjunto de restricciones geográficas, climáticas y logísticas inherentes a su emplazamiento en la sierra central del Perú, a una altitud que supera los 4,300 metros sobre el nivel del mar. Estas condiciones no son meros factores contextuales, sino variables activas que impactan directamente en la productividad y el flujo de trabajo.

Condiciones Geográficas y Climáticas:

El proyecto se desarrolla en un entorno de alta montaña caracterizado por un clima frío y de alta variabilidad. La altitud impone una menor disponibilidad de oxígeno, lo que puede afectar el rendimiento físico de la mano de obra no aclimatada. El régimen climático presenta dos estaciones definidas, siendo la temporada de lluvias (generalmente de noviembre a marzo) el periodo más crítico. Durante esta fase, son recurrentes las precipitaciones de moderadas a intensas, granizadas y heladas nocturnas con temperaturas por debajo de los 0°C. Estas condiciones climáticas adversas:

- Paralizan o ralentizan las labores a la intemperie, especialmente el

movimiento de tierras, vaciados de concreto y trabajos en estructuras metálicas. Esto se evidencia en la acumulación de agua y lodo en las áreas de excavación, afectando la continuidad de las fundaciones.

Figura 16. *Paralización de trabajos en cimentaciones debido a la saturación del terreno por efecto de las lluvias*



Fuente: Elaboración propia (2025).

- Afectan los procesos constructivos, como el fraguado y curado del concreto, que requieren de protocolos específicos para bajas temperaturas. La visibilidad reducida y el ambiente húmedo también complican las operaciones.
- Incrementan el riesgo de enfermedades respiratorias en el personal, generando ausentismo laboral.

Figura 17. *Entorno de trabajo bajo condiciones climáticas de alta montaña*



Fuente: Elaboración propia (2025).

Restricciones Logísticas y de Acceso:

El acceso al sitio del proyecto se realiza a través de vías no pavimentadas (trochas afirmadas), lo cual constituye una restricción logística severa. Estas vías son altamente vulnerables a los efectos de la temporada de lluvias, volviéndose intransitables o de alto riesgo por la formación de lodo y deslizamientos. Esta fragilidad en la cadena de suministro genera:

- Retrasos impredecibles en la entrega de materiales críticos como cemento, acero y agregados, que deben ser transportados desde centros de abastecimiento distantes.
- Incremento de los costos operativos debido a las dificultades de transporte y la necesidad de reprogramar la llegada de equipos y materiales.
- Incertidumbre en la disponibilidad de recursos, lo que impide asegurar el flujo de trabajo continuo en obra.

En conjunto, la restricción más significativa del proyecto es de carácter técnico-administrativo: una planificación inicial que subestimó el impacto de estas condiciones

de entorno. Como se diagnosticó en el punto anterior, los retrasos evidenciados en la Curva "S" no son fallas de ejecución aisladas, sino la consecuencia directa de un cronograma que no internalizó la variabilidad climática ni la fragilidad logística de la zona. La programación, al no ser "adecuada al lugar", se convierte en una fuente de problemas en lugar de una herramienta de control, justificando la necesidad de un sistema de planificación más flexible y adaptativo.

4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados

4.2.1. Carta Balance

El análisis de la distribución del tiempo de trabajo permite interpretar la productividad real de las cuadrillas durante la ejecución de partidas constructivas. En este proceso, la carta se emplea como una herramienta de observación y medición que clasifica las actividades realizadas en campo en TP, TC y TNC. Esta clasificación permite reconocer si la jornada laboral se orienta principalmente al avance físico de la obra o si se ve afectada por actividades de apoyo, esperas, desplazamientos innecesarios, falta de materiales, interferencias o restricciones no resueltas. En ese sentido, el TP representa las actividades que generan producción directa; el TC comprende las acciones necesarias para facilitar la ejecución de la partida; mientras que el TNC evidencia pérdidas operativas que limitan el rendimiento de la cuadrilla.

En la presente investigación, la CB se vincula con la aplicación del LPS porque permite identificar cómo se comporta la productividad en las partidas críticas del local comunal de San Juan de Milpo. A partir del registro del TP, TC y TNC, se obtiene información técnica para reconocer restricciones, causas de incumplimiento y pérdidas de tiempo que afectan la programación de obra. Por ello, sus resultados sirven como base para orientar la planificación semanal, mejorar la asignación de recursos y fortalecer el control de las actividades críticas, de manera que la aplicación del LPS

contribuya a mejorar la productividad durante la ejecución del proyecto.

Tarrajeo

A través del análisis de la partida de tarrajeo, se identifican las actividades ejecutadas por la cuadrilla durante la preparación, aplicación y acabado del mortero sobre superficies verticales. Esta partida se considera crítica porque depende de la disponibilidad de materiales, la continuidad del abastecimiento de mezcla, la preparación previa del frente de trabajo y la coordinación entre operarios y ayudantes. Por ello, la carta balance permite clasificar las actividades observadas en trabajo productivo, trabajo contributorio y trabajo no contributorio, con el fin de determinar su incidencia en el tiempo total de ejecución.

Los resultados se estructuran a partir de treinta observaciones por cada integrante de la cuadrilla, considerando dos operarios tarrajeros, un oficial y dos peones de apoyo. Esta distribución permite evaluar el comportamiento individual de cada trabajador y reconocer la forma en que se distribuye el tiempo durante la ejecución de la partida.

Tabla 3. *Trabajo productivo de la partida de tarrajeo.*

Código	Trabajo productivo	Tiempo promedio observado (min)
1	Aplicación de mortero sobre muro	10.5
2	Reglado de superficie tarrajada	8.7
3	Acabado superficial del tarrajeo	7.9
4	Corrección directa del paño tarrajado	5.6

Nota. El trabajo productivo corresponde a las actividades que generan avance físico directo en la partida de tarrajeo.

Tabla 4. *Trabajo contributorio de la partida de tarrajeo.*

Código	Trabajo contributorio	Tiempo promedio observado (min)
11	Preparación de mezcla de mortero	9.4
12	Traslado de mortero hacia el frente de trabajo	8.8
13	Limpieza y humedecimiento de superficie	6.5
14	Acondicionamiento de herramientas y andamios	5.9

Nota. El trabajo contributorio agrupa actividades necesarias para sostener la ejecución del tarrajeo, aunque no generan avance físico directo sobre el elemento trabajado.

Tabla 5. *Trabajo no contributorio de la partida de tarrajeo.*

Código	Trabajo no contributorio	Tiempo promedio observado (min)
21	Espera por mezcla o materiales	5.7
22	Búsqueda de herramientas	3.6
23	Espera por instrucciones o liberación del frente	4.2
24	Paralización por clima o interferencias	4.8

Nota. El trabajo no contributorio representa tiempos que no aportan avance físico ni soporte efectivo al proceso de tarrajeo.

A partir de la clasificación anterior, se elabora la carta balance de la cuadrilla observada. La codificación permite registrar el comportamiento de cada integrante durante la jornada, diferenciando las actividades que aportan directamente al avance, las actividades de apoyo y las pérdidas operativas.

Tabla 6. *Carta balance de la partida de tarrajeo.*

Observación	Operario 1	Operario 2	Oficial	Peón 1	Peón 2
1	1	2	11	12	21
2	1	3	13	11	12
3	2	1	14	12	22
4	3	2	11	13	12
5	1	1	12	11	23
6	2	3	13	12	14
7	1	2	11	21	12
8	4	1	14	11	13
9	3	2	12	12	24
10	1	3	13	11	12
11	2	1	11	12	22
12	1	2	14	13	11
13	3	3	12	11	21
14	1	1	13	12	12
15	2	2	11	14	23
16	1	3	12	11	13
17	4	1	14	12	12
18	3	2	21	11	24
19	1	1	13	12	11
20	2	3	12	14	22
21	1	2	11	12	13
22	3	1	14	21	12
23	2	2	12	11	23
24	1	3	13	12	14
25	4	1	11	13	12
26	1	2	12	11	21
27	2	3	14	12	13
28	3	1	23	11	12
29	1	2	13	24	11
30	2	3	12	11	22

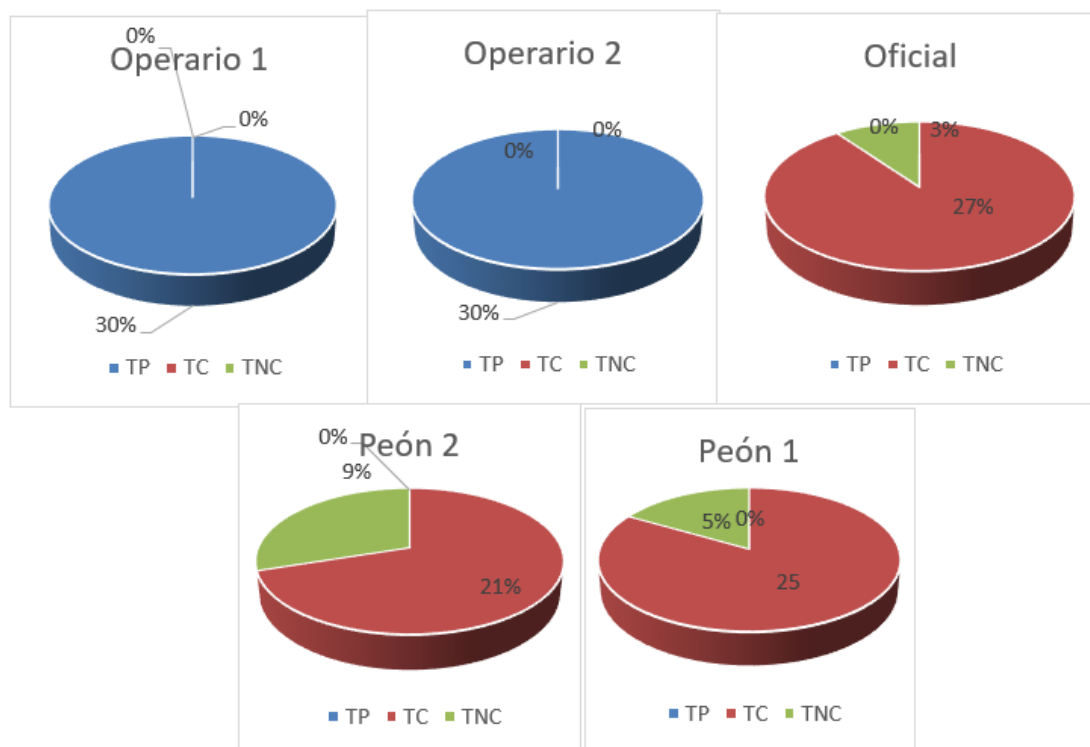
Nota. La carta balance registra treinta observaciones por cada integrante de la cuadrilla de tarrajeo.

Tabla 7. Resumen de carta balance de la partida de tarrajeo.

Trabajo / Cuadrilla	Operario 1	Operario 2	Oficial	Peón 1	Peón 2
Trabajo productivo	30	30	0	0	0
Trabajo contributivo	0	0	27	25	21
Trabajo no contributivo	0	0	3	5	9

Nota. El resumen muestra la cantidad de observaciones registradas por tipo de trabajo en cada integrante de la cuadrilla.

Figura 18. Distribución grafica de carta balance de la partida de tarrajeo.



Nota. La distribución grafica permite identificar la participación de cada tipo de trabajo en la jornada observada.

Tabla 8. *Distribución porcentual de carta balance de la partida de tarrajeo.*

Trabajo / Cuadrilla	Operario 1	Operario 2	Oficial	Peón 1	Peón 2	Total general
Trabajo productivo	100.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	40.00%
Trabajo contributorio	0.00%	0.00%	90.00%	83.33%	70.00%	48.67%
Trabajo no contributorio	0.00%	0.00%	10.00%	16.67%	30.00%	11.33%

Nota. La distribución porcentual permite identificar la participación de cada tipo de trabajo en la jornada observada.

Los resultados muestran que la partida de tarrajeo concentra el 40.00 % del tiempo observado en trabajo productivo, el 48.67 % en trabajo contributorio y el 11.33 % en trabajo no contributorio. La mayor proporción de trabajo productivo se ubica en los operarios tarrajeros, debido a que sus actividades se orientan directamente a la aplicación, reglado y acabado del mortero. En cambio, el oficial y los peones concentran principalmente trabajo contributorio, ya que participan en la preparación de mezcla, traslado de mortero, acondicionamiento de herramientas y limpieza del frente.

Vaciado de Concreto

A través del análisis de la partida de vaciado de concreto, se identifican las actividades realizadas durante la colocación, vibrado y nivelación del concreto en los elementos estructurales de la obra. Esta partida se considera crítica porque depende de la disponibilidad de cemento, agregados, agua, mezcladora, vibrador, personal operativo y autorización previa del frente de trabajo. Por ello, la carta balance permite reconocer cómo se distribuye el tiempo de la cuadrilla y cómo las restricciones identificadas mediante el Last Planner System inciden en la continuidad de la ejecución.

Los registros se organizan sobre la base de treinta observaciones por cada integrante de la cuadrilla. En este caso, la cuadrilla está conformada por un operario

vaciador, un operario vibradorista, un oficial nivelador, un ayudante de mezcla y un peón de traslado. Esta composición permite diferenciar las actividades directamente productivas de aquellas que cumplen una función de apoyo o que representan pérdidas durante la jornada.

Tabla 9. *Trabajo productivo de la partida de vaciado de concreto.*

Código	Trabajo productivo	Tiempo promedio observado (min)
1	Colocación de concreto en el elemento	10.8
2	Vibrado del concreto	8.6
3	Nivelado de la superficie	7.4
4	Acabado inicial del concreto	6.3

Nota. El trabajo productivo corresponde a las actividades que generan avance físico directo durante el vaciado de concreto.

Tabla 10. *Trabajo contributivo de la partida de vaciado de concreto.*

Código	Trabajo contributivo	Tiempo promedio observado (min)
11	Preparación de mezcladora	8.9
12	Traslado de concreto hacia el frente	9.1
13	Limpieza y habilitación del área de vaciado	6.4
14	Coordinación de accesos, herramientas y equipos	5.7

Nota. El trabajo contributivo comprende actividades necesarias para sostener el vaciado, aunque no generan avance físico directo sobre el elemento.

Tabla 11. Trabajo no contributivo de la partida de vaciado de concreto.

Código	Trabajo no contributivo	Tiempo promedio observado (min)
21	Espera por cemento o agregados	5.6
22	Espera o falla de equipo	4.9
23	Espera por autorización de vaciado	4.3
24	Paralización por lluvia	5.1

Nota. El trabajo no contributivo representa tiempos de espera o interrupción que no aportan avance físico ni soporte efectivo al vaciado.

Tabla 12. Carta balance de la partida de vaciado de concreto.

Observación	Operario vaciador	Operario vibradorista	Oficial nivelador	Ayudante de mezcla	Peón de traslado
1	4	22	3	11	21
2	1	1	2	12	13
3	3	3	1	11	1
4	23	14	11	11	14
5	2	2	3	3	12
6	22	1	1	11	22
7	2	4	23	14	13
8	1	2	2	24	24
9	3	3	1	14	13
10	2	3	4	1	12
11	21	23	1	23	13
12	11	2	11	22	14
13	14	4	24	13	11
14	3	4	12	11	21
15	11	13	14	4	14
16	12	1	4	13	23
17	4	11	4	21	3
18	2	1	13	12	22
19	3	12	21	12	23
20	13	11	1	13	12
21	4	3	12	12	11
22	2	2	2	14	11
23	1	1	2	11	12
24	4	4	2	13	11

25	1	21	3	13	2
26	1	2	22	14	13
27	4	1	4	2	4
28	3	3	3	14	14
29	1	24	3	1	11
30	2	4	13	12	12

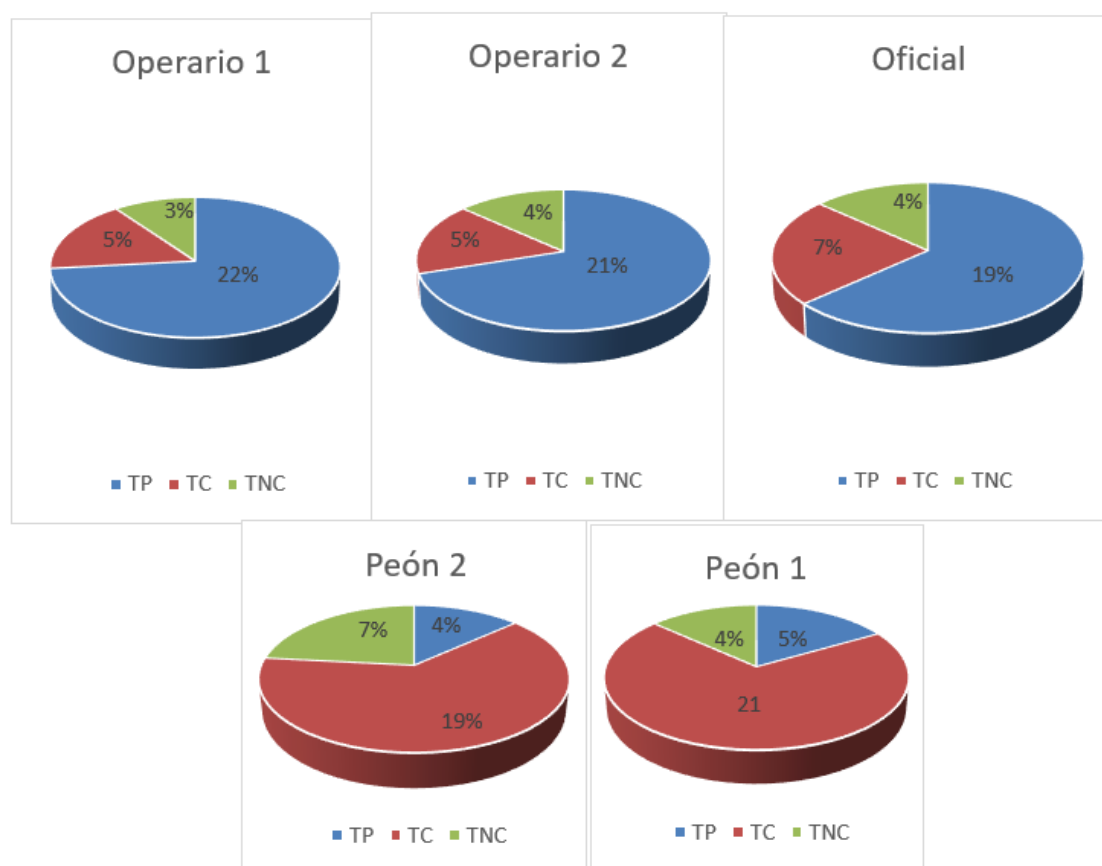
Nota. La carta balance registra treinta observaciones por cada integrante de la cuadrilla durante la partida de vaciado de concreto.

Tabla 13. Resumen de carta balance de la partida de vaciado de concreto.

Trabajo / Cuadrilla	Operario vaciador	Operario vibradorista	Oficial nivelador	Ayudante de mezcla	Peón de traslado	Total
Trabajo productivo	22	21	19	5	4	71
Trabajo contributorio	5	5	7	21	19	57
Trabajo no contributorio	3	4	4	4	7	22

Nota. El resumen muestra la cantidad de observaciones registradas por tipo de trabajo en cada integrante de la cuadrilla.

Figura 19. Distribución grafica porcentual de carta balance de la partida de vaciado de concreto.



Nota. La distribución grafica porcentual permite identificar la participación de cada tipo de trabajo en el tiempo observado.

Tabla 14. Distribución porcentual de carta balance de la partida de vaciado de concreto.

Trabajo / Cuadrilla	Operario vaciador	Operario vibradorista	Oficial nivelador	Ayudante de mezcla	Peón de traslado	Total general
Trabajo productivo	73.33%	70.00%	63.33%	16.67%	13.33%	47.33%
Trabajo contributorio	16.67%	16.67%	23.33%	70.00%	63.33%	38.00%
Trabajo no contributorio	10.00%	13.33%	13.33%	13.33%	23.34%	14.67%

Nota. La distribución porcentual permite identificar la participación de cada tipo de trabajo en el tiempo observado.

Los resultados muestran que el vaciado de concreto concentra el 47.33 % del tiempo observado en trabajo productivo, el 38.00 % en trabajo contributorio y el 14.67

% en trabajo no contributivo. Los mayores porcentajes de trabajo productivo corresponden al operario vaciador, al operario vibradorista y al oficial nivelador, debido a que sus funciones se relacionan directamente con la colocación, consolidación y nivelado del concreto. En cambio, el ayudante de mezcla y el peón de traslado concentran una mayor proporción de trabajo contributivo, ya que sostienen el abastecimiento y la continuidad del frente.

Encofrado

A través del análisis de la partida de encofrado, se identifican las actividades vinculadas al armado, alineamiento, aplomado y fijación de paneles. Esta partida se considera crítica porque condiciona la secuencia posterior de acero y concreto. Además, requiere la disponibilidad de paneles, puntales, accesorios, herramientas, trazos y personal especializado. Por esta razón, la carta balance permite reconocer si el tiempo de la cuadrilla se concentra en el armado efectivo o si se dispersa en traslados, búsqueda de herramientas y esperas por liberación del frente.

Tabla 15. Trabajo productivo de la partida de encofrado.

Código	Trabajo productivo	Tiempo promedio observado (min)
1	Armado de paneles de encofrado	10.2
2	Alineamiento del encofrado	8.1
3	Aplomado del sistema de encofrado	7.3
4	Fijación y ajuste del encofrado	7.8

Nota. El trabajo productivo corresponde a las actividades que generan avance físico directo en la partida de encofrado.

Tabla 16. *Trabajo contributorio de la partida de encofrado.*

Código	Trabajo contributorio	Tiempo promedio observado (min)
11	Traslado de paneles	8.7
12	Habilitación de puntales y accesorios	7.9
13	Revisión de trazos y niveles	6.8
14	Ordenamiento de herramientas	5.6

Nota. El trabajo contributorio comprende actividades necesarias para ejecutar el encofrado, aunque no generan avance directo en el armado del sistema.

Tabla 17. *Trabajo no contributorio de la partida de encofrado.*

Código	Trabajo no contributorio	Tiempo promedio observado (min)
21	Espera por paneles o accesorios	5.2
22	Búsqueda de herramientas	4.1
23	Espera por trazo o indicación técnica	4.7
24	Interferencia con otra cuadrilla	4.5

Nota. El trabajo no contributorio representa tiempos de espera, interferencia o búsqueda de recursos que no aportan al avance del encofrado.

La cuadrilla observada está conformada por dos carpinteros encofradores, un oficial, un ayudante de habilitación y un ayudante de traslado. Para cada integrante se registran treinta observaciones, lo que permite comparar el comportamiento operativo entre trabajadores con funciones distintas dentro de la misma partida.

Tabla 18. Carta balance de la partida de encofrado.

Observación	Carpintero 1	Carpintero 2	Oficial	Ayudante 1	Ayudante 2
1	12	14	3	12	14
2	3	3	2	1	12
3	1	3	2	21	2
4	2	22	23	1	11
5	4	1	1	23	12
6	2	2	12	13	23
7	1	12	4	4	13
8	4	4	4	21	21
9	3	21	1	13	12
10	23	11	2	11	1
11	11	4	11	14	14
12	3	2	13	3	12
13	13	12	2	12	13
14	4	2	11	12	13
15	4	1	22	11	11
16	3	4	3	24	23
17	21	13	14	12	24
18	12	3	1	14	22
19	2	23	1	13	4
20	2	2	3	13	11
21	22	3	12	11	3
22	4	13	13	14	22
23	3	1	4	11	21
24	1	2	21	12	13
25	14	1	14	13	12
26	11	24	1	11	14
27	2	11	4	14	14
28	1	4	24	2	11
29	1	1	11	22	11
30	1	3	3	14	13

Nota. La carta balance registra treinta observaciones por cada integrante de la cuadrilla durante la partida de encofrado.

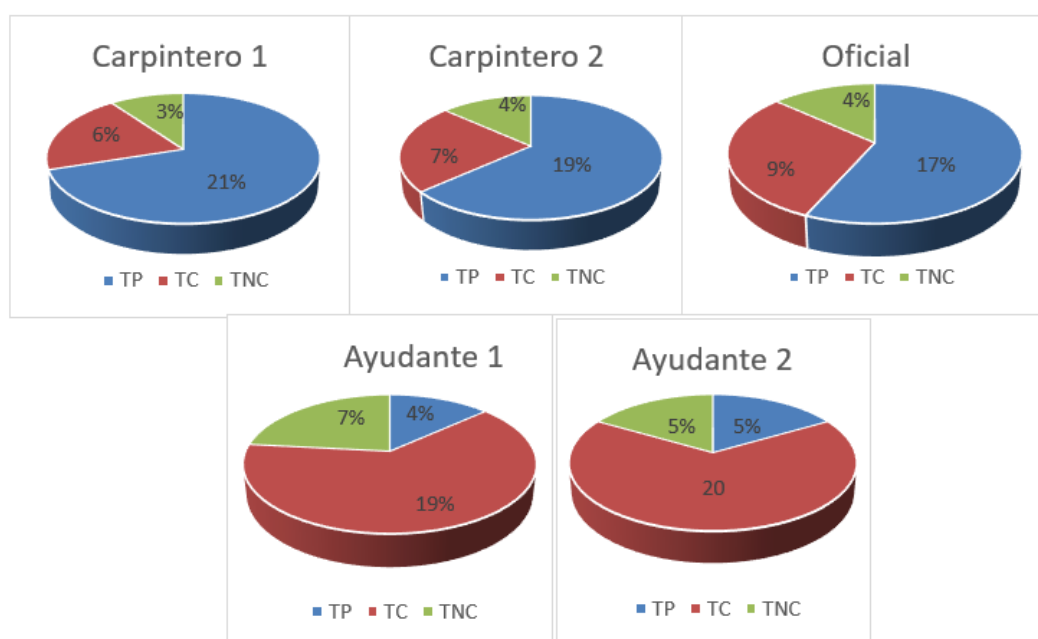
Tabla 19. Resumen de carta balance de la partida de encofrado.

Trabajo / Cuadrilla	Carpintero 1	Carpintero 2	Oficial	Ayudante 1	Ayudante 2	Total
Trabajo productivo	21	19	17	5	4	66
Trabajo contributorio	6	7	9	20	19	61
Trabajo no contributorio	3	4	4	5	7	23

Nota. El resumen muestra la cantidad de observaciones registradas por tipo de trabajo en cada

integrante de la cuadrilla.

Figura 20. Distribución grafica porcentual de carta balance de la partida de encofrado.



Nota. La distribución grafica porcentual permite reconocer la participación de cada tipo de trabajo en la jornada observada.

Tabla 20. Distribución porcentual de carta balance de la partida de encofrado.

Trabajo / Cuadrilla	Carpintero 1	Carpintero 2	Oficial	Ayudante 1	Ayudante 2	Total general
Trabajo productivo	70.00%	63.33%	56.67%	16.67%	13.33%	44.00%
Trabajo contributorio	20.00%	23.33%	30.00%	66.67%	63.33%	40.67%
Trabajo no contributorio	10.00%	13.34%	13.33%	16.66%	23.34%	15.33%

Nota. La distribución porcentual permite reconocer la participación de cada tipo de trabajo en la jornada observada.

Los resultados muestran que el encofrado registra el 44.00 % de trabajo productivo, el 40.67 % de trabajo contributorio y el 15.33 % de trabajo no contributorio. Los carpinteros concentran la mayor proporción de trabajo productivo porque sus actividades se vinculan con el armado, alineamiento, aplomado y fijación del sistema. En cambio, los ayudantes presentan mayor participación en trabajo contributorio,

principalmente por el traslado de paneles, habilitación de accesorios y ordenamiento de herramientas.

Acero de Refuerzo

A través del análisis de la partida de acero de refuerzo, se identifican las actividades vinculadas al corte, habilitación, traslado, colocación, amarre y verificación del acero. Esta partida se considera crítica porque condiciona el cierre de encofrados y la programación posterior del vaciado de concreto. Asimismo, su continuidad depende de la disponibilidad de acero habilitado, planos actualizados, herramientas, alambre, personal y liberación del frente de trabajo.

Tabla 21. *Trabajo productivo de la partida de acero de refuerzo.*

Código	Trabajo productivo	Tiempo promedio observado (min)
1	Colocación de acero en elemento estructural	10.6
2	Amarre de acero	9.2
3	Verificación de separación entre barras	6.8
4	Verificación de recubrimientos	6.1

Nota. El trabajo productivo corresponde a las actividades que generan avance físico directo en la partida de acero de refuerzo.

Tabla 22. *Trabajo contributorio de la partida de acero de refuerzo*

Código	Trabajo contributorio	Tiempo promedio observado (min)
11	Corte y habilitación de barras	8.4
12	Traslado de acero hacia el frente	8.7
13	Lectura y verificación de planos	6.5
14	Ordenamiento de barras y herramientas	5.8

Nota. El trabajo contributorio agrupa actividades que permiten sostener la colocación del acero, aunque no generan avance directo en el elemento.

Tabla 23. Trabajo no contributivo de la partida de acero de refuerzo.

Código	Trabajo no contributivo	Tiempo promedio observado (min)
21	Espera por acero habilitado	4.8
22	Búsqueda de herramientas	3.7
23	Espera por indicación técnica	4.2
24	Interferencia con encofrado u otra cuadrilla	4.5

Nota. El trabajo no contributivo representa interrupciones que no aportan avance físico ni soporte efectivo durante la colocación del acero.

La cuadrilla observada está conformada por dos fierros, un oficial, un ayudante de habilitación y un peón de traslado. Esta composición permite diferenciar las actividades de colocación y amarre, que generan avance directo, de las actividades de apoyo relacionadas con traslado, habilitación y ordenamiento de barras.

Tabla 24. Carta balance de la partida de acero de refuerzo.

Observación	Fierrero 1	Fierrero 2	Oficial	Ayudante 1	Peón
1	1	1	4	22	1
2	4	4	13	21	12
3	11	12	14	13	12
4	2	3	2	3	21
5	2	21	1	23	13
6	22	3	2	11	13
7	1	3	3	1	11
8	3	4	12	11	14
9	2	1	23	12	13
10	13	4	2	12	21
11	11	4	3	3	22
12	2	13	3	24	14
13	2	2	2	11	1
14	4	24	3	2	13
15	1	3	12	13	14
16	1	2	1	12	12
17	3	2	1	13	13
18	14	22	4	14	11
19	4	2	11	11	14
20	4	1	13	4	12
21	3	11	22	14	4

22	3	2	14	14	3
23	1	3	11	12	11
24	2	1	2	13	23
25	4	23	3	11	11
26	12	4	1	12	24
27	3	1	21	2	12
28	1	11	4	14	11
29	21	12	1	1	14
30	3	14	4	13	2

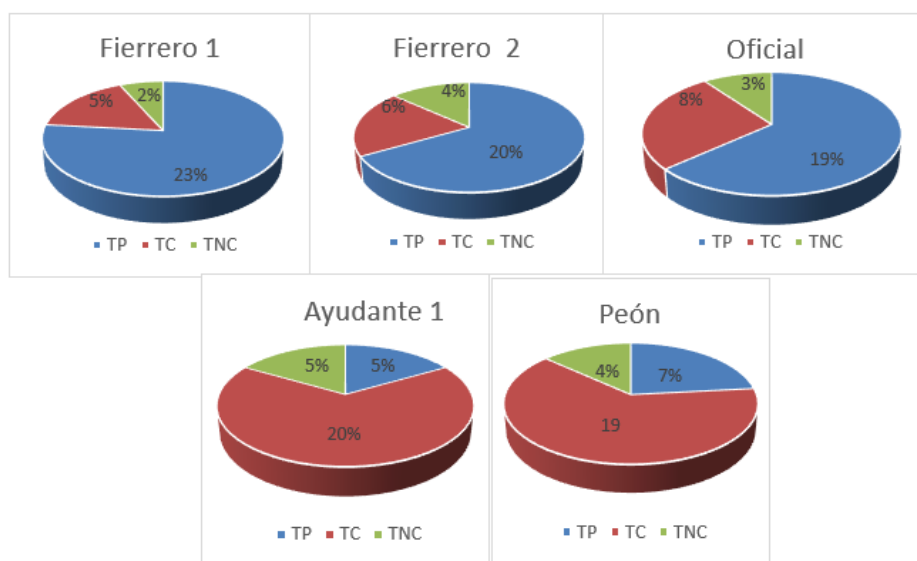
Nota. La carta balance registra treinta observaciones por cada integrante de la cuadrilla durante la partida de acero de refuerzo.

Tabla 25. Resumen de carta balance de la partida de acero de refuerzo.

Trabajo / Cuadrilla	Fierrero 1	Fierrero 2	Oficial	Ayudante 1	Peón	Total
Trabajo productivo	23	20	19	7	5	74
Trabajo contributorio	5	6	8	19	20	58
Trabajo no contributorio	2	4	3	4	5	18

Nota. El resumen muestra la cantidad de observaciones registradas por tipo de trabajo en cada integrante de la cuadrilla.

Figura 21. Distribución grafica porcentual de carta balance de la partida de acero de refuerzo.



Nota. La distribución grafica porcentual permite identificar la participación de cada tipo de trabajo durante la ejecución observada.

Tabla 26. Distribución porcentual de carta balance de la partida de acero de refuerzo.

Trabajo / Cuadrilla	Fierrero 1	Fierrero 2	Oficial	Ayudante 1	Peón	Total general
Trabajo productivo	76.67%	66.67%	63.33%	23.33%	16.67%	49.33%
Trabajo contributorio	16.67%	20.00%	26.67%	63.33%	66.67%	38.67%
Trabajo no contributorio	6.66%	13.33%	10.00%	13.34%	16.66%	12.00%

Nota. La distribución porcentual permite identificar la participación de cada tipo de trabajo durante la ejecución observada.

Los resultados muestran que la partida de acero de refuerzo alcanza el 49.33 % de trabajo productivo, el 38.67 % de trabajo contributorio y el 12.00 % de trabajo no contributorio. La mayor proporción de trabajo productivo se concentra en los fierreros y en el oficial, debido a que sus actividades se orientan directamente a la colocación, amarre y verificación del acero. En cambio, el ayudante y el peón concentran mayor participación en trabajo contributorio, porque realizan corte, traslado, ordenamiento y abastecimiento de barras.

4.2.2. Implementación de la metodología Last Planner System

La implementación del sistema Last Planner se llevó a cabo a partir del tercer mes de ejecución, luego de que se identificaran desviaciones en el cumplimiento del cronograma base y retrasos acumulados en partidas críticas. Ante esta situación, se elaboró un nuevo cronograma valorizado que sirvió como punto de partida para la aplicación del sistema, orientado a mejorar la confiabilidad de la programación y el flujo de trabajo. La intervención comprendió tres fases: la formación del personal, la planificación colaborativa y el control semanal mediante la medición del Porcentaje de Plan Cumplido (PPC).

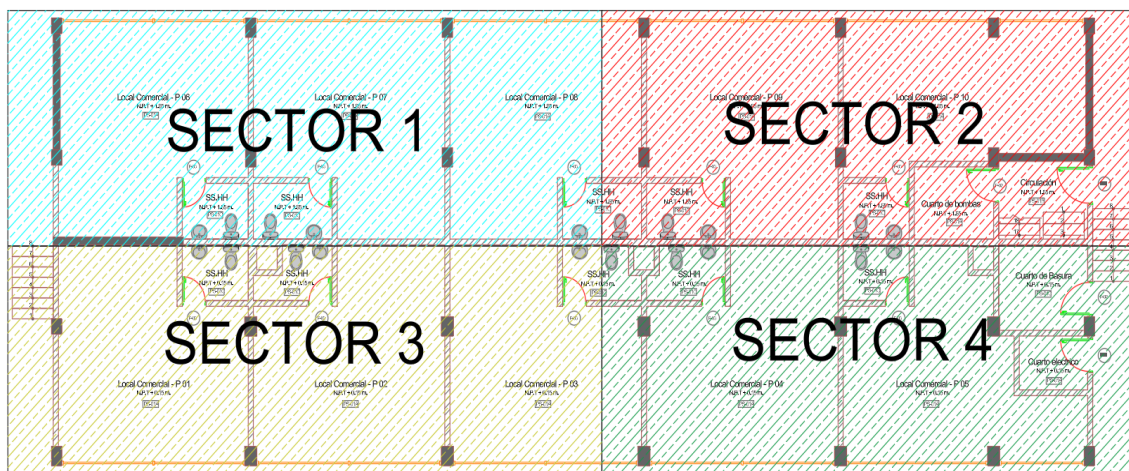
Figura 22. Capacitación del personal en la metodología Last Planner System.



Fuente: Elaboración propia (2025).

La segunda fase comprendió la puesta en marcha del plan maestro ajustado, que incluyó la sectorización de la obra en frentes de trabajo con el propósito de organizar la secuencia constructiva y distribuir los recursos de manera más eficiente. La obra se dividió en cuatro sectores definidos, lo que permitió ejecutar las partidas estructurales de forma paralela y mantener un flujo continuo de trabajo. En la figura 23 se muestra el esquema de sectorización adoptado, el cual sirvió como base para la elaboración de los trenes de actividades y la programación semanal.

Figura 23. Esquema de sectorización de la obra por frentes de trabajo.



Fuente: Elaboración propia (2025).

Posteriormente, se elaboraron los trenes de actividades para las partidas críticas, priorizando la secuenciación entre cuadrillas y la optimización de los recursos disponibles. Este proceso permitió establecer un flujo continuo de trabajo y reducir los tiempos improductivos en la ejecución de actividades. Figura 24 se presenta un extracto del tren de actividades correspondiente a la partida de estructuras, en el cual se evidencia la programación secuencial de los sectores según la planificación semanal establecida.

Actividad	Fecha de Inicio	Fecha Fin	Sector y Volumen	Horario	Responsable	SEMANA 1						SEMANA 2						SEMANA 3								
						31/03	01/04	02/04	03/04	04/04	05/04	07/04	08/04	09/04	10/04	12/04	14/04	15/04	16/04	17/04	18/04	19/04				
						DOM	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOM	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOM	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
SEGUNDO PISO	31/03/2025	31/05/2025																								
ESTRUCTURAS	31/03/2025	31/05/2025																								
Movimiento De Tierras	31/03/2025	8/04/2025																								
Reellenos	31/03/2025	8/04/2025																								
Relleno compactado con material propio	31/03/2025	8/04/2025					01	01	02	02	03	03	04	04												
Rellenos Con Material De Prestamo	31/03/2025	8/04/2025					01	01	02	02	03	03	04	04												
Concreto Armado	31/03/2025	31/05/2025																								
Pedestales	31/03/2025	11/04/2025																								
Concreto f' = 210 kg/cm2	2/04/2025	10/04/2025							01	01	02	02	03	03	04	04										
Encofrado y desencofrado en pedestales	1/04/2025	9/04/2025							01	01	02	02	03	03	04	04										
Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2	31/03/2025	8/04/2025					01	01	02	02	03	03	04	04												
Curado con aditivo curador	3/04/2025	11/04/2025								01	01	02	02	03	03	04	04									
Vigas de muro	12/04/2025	24/04/2025									01	01	02	02	03	03	04	04								
Concreto f' = 210 kg/cm2	14/04/2025	23/04/2025																				01	01	02	02	03
Encofrado y desencofrado en viga de riostra	14/04/2025	22/04/2025																				01	01	02	02	03
Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2	12/04/2025	21/04/2025																				01	01	02	02	03
Curado con aditivo curador	16/04/2025	24/04/2025																								
Placas y muros	25/04/2025	30/05/2025																								
Concreto f' = 210 kg/cm2	28/04/2025	29/05/2025																								
Encofrado y desencofrado en placa y muro	26/04/2025	28/05/2025																								
Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2	25/04/2025	27/05/2025																								
Curado con aditivo curador	29/04/2025	30/05/2025																								
Columnas	25/04/2025	30/05/2025																								
Concreto f' = 210 kg/cm2	28/04/2025	29/05/2025																								
Encofrado y desencofrado en columnas	26/04/2025	28/05/2025																								
Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2	25/04/2025	27/05/2025																								
Curado con aditivo curador	29/04/2025	30/05/2025																								
Vigas	25/04/2025	30/05/2025																								
Concreto f' = 210 kg/cm2	28/04/2025	29/05/2025																								
Encofrado y desencofrado en recto de vigas	26/04/2025	28/05/2025																								
Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2	25/04/2025	27/05/2025																								
Curado con aditivo curador	29/04/2025	30/05/2025																								
Losas aligeradas y macizas	26/04/2025	30/05/2025																								
Concreto f' = 210 kg/cm2	29/04/2025	29/05/2025																								
Encofrado y desencofrado en losa	28/04/2025	28/05/2025																								
Ladrillo arcilla para techo 15x30x30 cm	28/04/2025	28/05/2025																								
Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2	26/04/2025	27/05/2025																								
Curado con aditivo curador	30/04/2025	30/05/2025																								
Escarpa	26/04/2025	31/05/2025																								
Concreto f' = 210 kg/cm2	29/04/2025	30/05/2025																								
Encofrado y desencofrado en escalera	28/04/2025	29/05/2025																								
Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2	26/04/2025	28/05/2025																								
Curado con aditivo curador	30/04/2025	31/05/2025																								

Fuente: Elaboración propia (2025).

La tercera fase correspondió al control y seguimiento del avance de obra mediante reuniones semanales, en las que se evaluaron los compromisos programados y las causas de no cumplimiento. Estas reuniones se desarrollaron de manera continua durante veintitrés semanas, generándose un registro acumulativo de los valores del PPC. Este seguimiento permitió monitorear el comportamiento del sistema y evidenciar la tendencia de mejora progresiva en el cumplimiento de las actividades. El uso de tableros físicos y formatos estandarizados facilitó la visualización del estado de las

restricciones y la evaluación del rendimiento por cuadrilla.

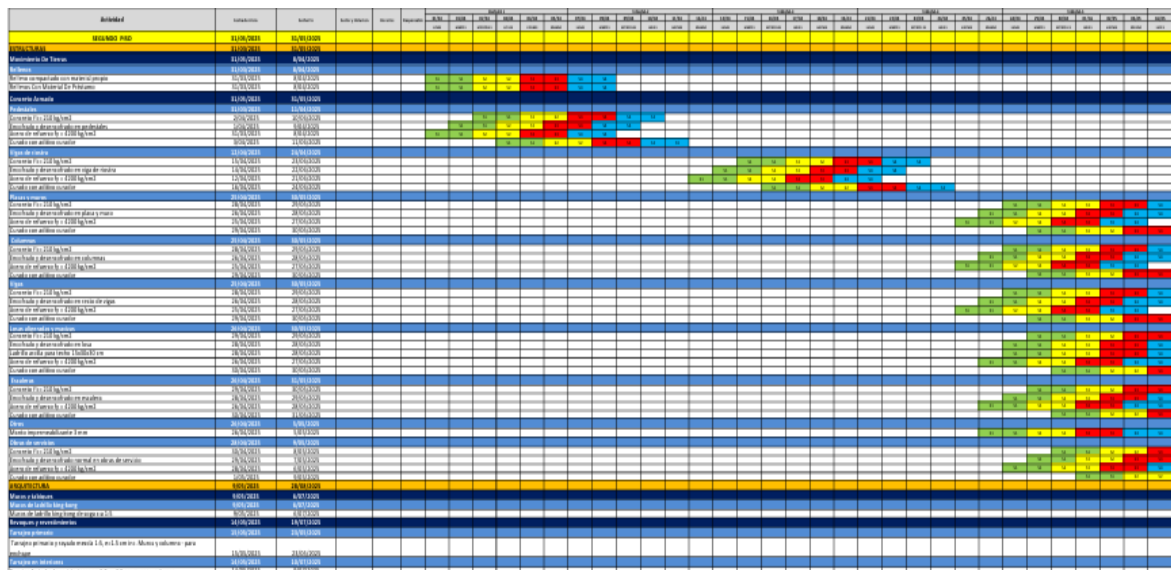
La aplicación del Last Planner System marcó una etapa de reestructuración en la gestión de la planificación de la obra, al establecer un control más detallado de los compromisos y promover la participación activa de todos los involucrados. El nuevo cronograma valorizado permitió reorganizar las actividades críticas y establecer metas medibles, sirviendo como base para los análisis comparativos presentados en los apartados siguientes.

4.2.3. Resultados del plan maestro y sectorización

El plan maestro reprogramado se elaboró considerando un horizonte total de veintitrés semanas, comprendido entre el 31 de marzo y el 6 de septiembre de 2025. Este documento sirvió como eje de control para la ejecución posterior a la implementación del sistema Last Planner y permitió organizar de manera secuencial las partidas críticas del proyecto. Su estructura se basó en la distribución de actividades por sectores de trabajo, lo que facilitó la planificación colaborativa y el control de avance semanal en campo.

La obra se dividió en cuatro sectores, denominados S1, S2, S3 y S4, los cuales representaron las áreas operativas de ejecución dentro del edificio comunal. Cada sector comprendió un conjunto de partidas específicas, principalmente de carácter estructural y arquitectónico, como encofrado, acero, concreto, tarrajeo y acabados. Esta sectorización permitió realizar las actividades de forma escalonada y mantener continuidad en el flujo de producción, evitando la concentración de cuadrillas en un solo frente de trabajo. En la figura 25 se presenta el esquema general de sectorización adoptado durante la aplicación del plan maestro.

Figura 25. Sectorización de la obra por frentes de trabajo.



Fuente: Elaboración propia (2025).

El cronograma maestro reprogramado consolidó las actividades principales por especialidad, agrupadas en obras provisionales, estructuras, arquitectura e instalaciones. Dicho cronograma permitió visualizar el desarrollo de las partidas a lo largo de los meses de abril a septiembre de 2025, estableciendo los hitos de avance y la secuencia de ejecución. En la Figura 22 se muestra el cronograma maestro utilizado como referencia para la coordinación semanal y la evaluación del cumplimiento de los objetivos de producción.

Figura 26. Cronograma maestro reprogramado posterior a la implementación del sistema Last Planner.

Item	Descripcion	Nro. Dptos	Total Dias	2025					
				ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET
	DURACIÓN EN MESES			MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9
1	OBRAS PROVISIONALES								
1.1	Obras preliminares								
1.2	Seguridad, Salud e impacto ambiental								
2	ESTRUCTURAS								
2.1	Movimiento de tierras								
2.3	Concreto Armado								
3	ARQUITECTURA								
3.1	Muros y tabiques								
3.2	Revoques y revestimiento								
3.3	Pisos								
3.4	Zocalos y contrazocalos								
3.5	Carpintería de madera								
3.6	Carpintería de metálica								
3.7	Pintura								
3.8	otros								
4	INTALACIONES SANITARIAS								
4.1	Aparatos sanitarios								
4.2	Sistema de agua fría								
4.3	Sistema de desagüe y ventilación								
4.4	Sistema de drenaje pluvial								
5	INTALACIONES ELECTRICAS								
5.1	Red de alimentadores								
5.2	Tableros eléctricos								
5.3	Transformador								
5.4	Salida para circuitos de alumbrado								
5.5	Salida para circuitos de fuerza								
5.6	Artefactos de iluminación								
5.7	sistema de puesta tierra								

Fuente: Elaboración propia (2025).

La secuencia de ejecución por sectores se desarrolló siguiendo un orden progresivo que permitió liberar áreas terminadas y avanzar simultáneamente en frentes distintos. Según el tren de actividades, las primeras semanas correspondieron principalmente al Sector 1, concentrando las partidas iniciales de estructura. Posteriormente, las actividades del Sector 2 se ejecutaron en paralelo con la fase final del primero, lo que permitió mantener el ritmo de producción. Los Sectores 3 y 4 se desarrollaron en la segunda mitad del periodo programado, enfocados en partidas de acabados e instalaciones. Esta estrategia posibilitó una rotación ordenada del personal y el uso continuo de recursos sin interferencias entre cuadrillas.

La coordinación entre los sectores se gestionó mediante reuniones semanales en las que se verificaban los avances, restricciones y secuencias de trabajo. Este control

permitió mantener la coherencia entre el plan maestro y los planes semanales, reduciendo los tiempos de espera entre actividades y mejorando la disponibilidad de áreas de trabajo. Asimismo, la planificación sectorizada facilitó la identificación oportuna de desviaciones y el reajuste de metas parciales dentro del cronograma global.

La aplicación del plan maestro y la sectorización contribuyó a una organización más eficiente de la obra, al distribuir los recursos de acuerdo con la prioridad y el estado de avance de cada sector. El trabajo escalonado permitió mantener continuidad operativa durante todo el periodo de aplicación, optimizando la utilización del personal y del equipo disponible. Los resultados de esta etapa constituyeron la base para el seguimiento semanal y el análisis del Porcentaje de Plan Cumplido (PPC), desarrollados en los apartados siguientes.

4.2.4. Resultados del plan lookahead y control de restricciones

El plan lookahead se aplicó como herramienta de planificación intermedia dentro del sistema Last Planner, con un horizonte de control de cuatro semanas. En total, se elaboraron seis planes lookahead durante las veintitrés semanas de ejecución, lo que permitió gestionar de forma continua las restricciones que podían afectar el cumplimiento del cronograma maestro y de los planes semanales. Cada uno de estos documentos se actualizó de manera colaborativa en las reuniones de coordinación, en las que participaron los responsables de obra, supervisión y jefes de cuadrilla.

Durante el seguimiento de las primeras semanas, se identificaron las principales restricciones que incidieron en el avance de las actividades. Tabla 27 resume las categorías observadas y la forma en que fueron gestionadas durante la ejecución.

Tabla 27. *Restricciones identificadas y acciones adoptadas en el control lookahead.*

Tipo de restricción	Descripción del problema	Acción correctiva adoptada
Material	Demoras en la entrega de agregados, cemento y acero de refuerzo.	Reprogramación de entrega con proveedores y almacenamiento preventivo en obra.
Mano de obra	Cuadrillas incompletas por rotación o ausencia temporal.	Redistribución del personal y coordinación de refuerzos entre sectores.
Equipos	Paradas por mantenimiento no programado de mezcladoras y vibradores.	Implementación de mantenimiento preventivo y control de disponibilidad diaria.
Clima	Lluvias intermitentes durante las mañanas que retrasaron vaciados y tarrajeos.	Reajuste de horarios y reprogramación de tareas al turno vespertino.

Fuente: Elaboración propia (2025).

En las primeras semanas, el plan lookahead estuvo orientado principalmente al control de las actividades estructurales. En este periodo se observó la mayor incidencia de restricciones por materiales y mano de obra, mientras que en las semanas siguientes predominaron las restricciones asociadas a mantenimiento de equipos y condiciones climáticas. En la Figura 27 se muestra un extracto del plan lookahead correspondiente a las semanas iniciales, donde se evidencia la planificación de las partidas estructurales y el seguimiento por sectores.

Figura 27. Extracto del plan lookahead – semanas 1 a 4, control de partidas estructurales.

Actividad	SEMANA 1						SEMANA 2						SEMANA 3						SEMANA 4					
	31/03	01/04	02/04	03/04	04/04	05/04	07/04	08/04	09/04	10/04	11/04	12/04	14/04	15/04	16/04	17/04	18/04	19/04	21/04	22/04	23/04	24/04	25/04	26/04
	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
Pedestales																								
Concreto f'c= 210 kg/cm ²			S1	S1	S2	S2	S3	S3	S4	S4														
Encofrado y desencofrado en pedestales		S1	S1	S2	S2	S3	S3	S4	S4															
Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm ²	S1	S1	S2	S2	S3	S3	S4	S4																
Curado con aditivo curador				S1	S1	S2	S2	S3	S3	S4	S4													
Vigas de riostra																								
Concreto f'c= 210 kg/cm ²														S1	S1	S2	S2	S3	S3	S4	S4			
Encofrado y desencofrado en viga de riostra													S1	S1	S2	S2	S3	S3	S4	S4				
Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm ²												S1	S1	S2	S2	S3	S3	S4	S4					
Curado con aditivo curador															S1	S1	S2	S2	S3	S3	S4	S4		
Placas y muros																								
Concreto f'c= 210 kg/cm ²																								
Encofrado y desencofrado en placa y muro																								S1
Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm ²																							S1	S1
Curado con aditivo curador																								
Columnas																								
Concreto f'c= 210 kg/cm ²																								
Encofrado y desencofrado en columnas																								S1
Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm ²																							S1	S1
Curado con aditivo curador																								
Vigas																								
Concreto f'c= 210 kg/cm ²																								
Encofrado y desencofrado en recto de vigas																								S1
Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm ²																							S1	S1
Curado con aditivo curador																								

Fuente: Expediente técnico del local comunal de San Juan de Milpo (2025).

Durante la etapa intermedia, el lookahead se enfocó en las actividades arquitectónicas y de acabados. Para este periodo, se observó una reducción progresiva en el número de restricciones abiertas gracias a la programación anticipada de materiales y a la redistribución del personal operativo entre sectores. Asimismo, el mantenimiento preventivo de los equipos permitió evitar paradas no programadas. En las figuras 28 se presenta el lookahead correspondiente a las semanas 13 a 16, en el que se aprecia la continuidad de las actividades de tarrajeo, pisos y acabados, con la secuencia planificada entre los sectores S1, S2, S3 y S4.

El uso sistemático del plan lookahead permitió mantener la coherencia entre el plan maestro y los compromisos semanales. Las reuniones de revisión posibilitaron anticipar riesgos y liberar restricciones antes del inicio de cada ciclo de trabajo. De este modo, se logró reducir los tiempos de espera entre actividades y garantizar la continuidad del flujo productivo en los diferentes sectores. La gestión de restricciones se convirtió en un componente fundamental para sostener la estabilidad de la programación y mejorar la confiabilidad del Porcentaje de Plan Cumplido (PPC) en las semanas posteriores.

Figura 28. Extracto del plan lookahead – semanas 13 a 16, seguimiento de partidas arquitectónicas.

Actividad	SEMANA 13						SEMANA 14						SEMANA 15						SEMANA 16					
	23/06 LUNES	24/06 MARTES	25/06 MIÉRCOLES	26/06 JUEVES	27/06 VIERNES	28/06 SÁBADO	30/06 LUNES	01/07 MARTES	02/07 MIÉRCOLES	03/07 JUEVES	04/07 VIERNES	05/07 SÁBADO	07/07 LUNES	08/07 MARTES	09/07 MIÉRCOLES	10/07 JUEVES	11/07 VIERNES	12/07 SÁBADO	14/07 LUNES	15/07 MARTES	16/07 MIÉRCOLES	17/07 JUEVES	18/07 VIERNES	19/07 SÁBADO
Tarrajeo frotachado en interiores c/a 1.5, e=1.5 cm muros y columna					S1	S1	S1	S1	S2	S2	S2	S2	S3	S3	S3	S3	S4	S4	S4	S4				
Tarrajeo frotachado en interiores c/a 1.5, e=1.5 cm vigas y losas (cielo raso)						S1	S1	S1	S1	S2	S2	S2	S2	S3	S3	S3	S3	S4	S4	S4	S4			
Tarrajeo en exteriores																								
Tarrajeo frotachado en exteriores c/a 1.5, e=1.5 cm incluye muros, columnas y vigas hasta altura de 3 m							S1	S1	S1	S1	S2	S2	S2	S2	S3	S3	S3	S3	S4	S4	S4	S4		
Tarrajeo frotachado en exteriores c/a 1.5, incluye muros, columnas y vigas en alturas mayores a 3 m								S1	S1	S1	S1	S2	S2	S2	S2	S3	S3	S3	S3	S4	S4	S4	S4	
Tarrajeo con impermeabilizantes																								
Tarrajeo con impermeabilizante en acabado pulido e= 1.5 cm											S1	S1	S1	S1	S2	S2	S2	S2	S3	S3	S3	S3	S4	S4
Vestidura de derrames																								
Vestidura de derrames c/a, 1.5 e= 1.5 cm													S1	S1	S1	S1	S2	S2	S2	S2	S3	S3	S3	S3
Bruñas																								
Bruñas de 1x1 cm															S1	S1	S1	S1	S2	S2	S2	S2	S3	S3
Tarrajeo en fondo de escaleras																								
Tarrajeo fondo de escaleras																								
Gradas																								
Cerámico cemento plus gris mate 0.45x0.45m o similar - alto tráfico															S1	S1	S1	S1	S2	S2	S2	S2	S3	S3
Pisos																								
Contrapisos																								
Contrapiso para colocación de cerámica y otros																S1	S1	S1	S1	S2	S2	S2	S2	S3
Pisos																								
Cerámico cemento plus gris mate 0.45x0.45m o similar - alto tráfico																	S1	S1	S1	S1	S2	S2	S2	S2
Cerámico antideslizante gris mate en pisos o similar - sanitarios 45x45- alto tráfico																		S1	S1	S1	S1	S2	S2	S2
Cemento Pulido Sobre Contrapiso																		S1	S1	S1	S1	S2	S2	S2
Zocalos y contrazocalos																								
Zocalo cerámico blanco satinado 0.45x0.27 m o similar, h=1.8 m																		S1	S1	S1	S2	S2	S2	S2

Fuente: Expediente técnico del local comunal de San Juan de Milpo (2025).

4.2.5. Resultados del plan semanal y trenes de actividades

El control de la ejecución se realizó mediante la planificación semanal, herramienta fundamental dentro del sistema Last Planner para la gestión de compromisos de corto plazo. Durante veintitrés semanas consecutivas se elaboraron planes semanales que sirvieron como base para coordinar las actividades diarias, verificar los avances reales y registrar los niveles de cumplimiento. Dichos planes se formularon a partir de la información del plan lookahead y de los trenes de actividades, asegurando la continuidad del flujo de trabajo en los cuatro sectores de la obra.

En la Figura 29 se muestra la programación correspondiente a la primera semana, en la que se desarrollaron principalmente partidas de movimiento de tierras, rellenos y vaciado de pedestales. La planificación se organizó por sectores (S1, S2, S3 y S4), lo que permitió distribuir adecuadamente las cuadrillas y evitar interferencias entre frentes de trabajo. Este esquema favoreció la ejecución progresiva de las actividades estructurales y el uso eficiente del personal y los equipos.

Figura 29. Plan semanal – semana 1, inicio de partidas estructurales.

Actividad	SEMANA 1					
	31/03	01/04	02/04	03/04	04/04	05/04
	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
ESTRUCTURAS						
Movimiento De Tierras						
Rellenos						
Relleno compactado con material propio	S1	S1	S2	S2	S3	S3
Rellenos Con Material De Préstamo	S1	S1	S2	S2	S3	S3
Concreto Armado						
Pedestales						
Concreto f'c= 210 kg/cm2			S1	S1	S2	S2
Encofrado y desencofrado en pedestales		S1	S1	S2	S2	S3
Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2	S1	S1	S2	S2	S3	S3
Curado con aditivo curador				S1	S1	S2
Vigas de riostra						

Fuente: Elaboración propia (2025).

A medida que avanzó la obra, los planes semanales se actualizaron de acuerdo

con los avances reales y la liberación de restricciones. En la Figura 30 se presenta la planificación correspondiente a la semana 16, donde se abordaron principalmente partidas de acabados, como tarrajeos, pisos y zócalos. En esta etapa, el control permitió identificar las causas de los incumplimientos parciales, entre las que destacó la falta de personal especializado en los frentes de acabados finos.

Figura 30. Plan semanal – semana 16, ejecución de partidas de acabados

Actividad	SEMANA 16					
	01/01 LUNES	02/01 MARTES	03/01 MIÉRCOLES	04/01 JUEVES	05/01 VIERNES	06/01 SÁBADO
Tarrajeo en interiores						
Tarrajeo frotachado en interiores c/a 1:5, e=1.5 cm muros y columna	S4	S4				
Tarrajeo frotachado en interiores c/a 1:5, e=1.5 cm vigas y losas (cielo raso)	S4	S4	S4			
Tarrajeo en exteriores						
Tarrajeo frotachado en exteriores c/a 1:5, e=1.5 cm incluye muros, columnas y vigas hasta altura de 3 m	S4	S4	S4	S4		
Tarrajeo frotachado en exteriores c/a 1:5, incluye muros, columnas y vigas en alturas mayores a 3 m	S3	S4	S4	S4	S4	
Tarrajeo con impermeabilizantes						
Tarrajeo con impermeabilizante en acabado pulido e= 1.5 cm	S3	S3	S3	S3	S4	S4
Vestidura de derrames						
Vestidura de derrames c/a, 1:5 e= 1.5 cm	S2	S2	S3	S3	S3	S3
Bruñas						
Bruñas de 1 x 1 cm	S2	S2	S2	S2	S3	S3
Tarrajeo en fondo de escaleras						
Tarrajeo fondo de escaleras						
Gradas						
Cerámico cemento plus gris mate 0.45x0.45m o similar - alto trafico	S2	S2	S2	S2	S3	S3
Pisos						
Contrapisos						
Contrapiso para colocacion de ceramica y otros	S1	S2	S2	S2	S2	S3
Pisos						
Cerámico cemento plus gris mate 0.45x0.45m o similar - alto trafico	S1	S1	S2	S2	S2	S2
Cerámico antideslizante gris mate en pisos o similar - sanitarios 45x45- alto trafico	S1	S1	S1	S2	S2	S2
Cemento Pulido Sobre Contrapiso	S1	S1	S1	S2	S2	S2
Zocalos y contrazocalos						
Zocalo cerámico blanco satinado 0.45x0.27 m o similar, h=1.8 m	S1	S1	S1	S2	S2	S2
Contrazocalo cerámico cemento plus gris mate 0.45x0.45m o similar h=0.10m						
Contrazocalo de cemento pulido h=0.10m c/mortero 1:5						
Carpintería de madera						

Fuente: Elaboración propia (2025).

El seguimiento del cumplimiento se efectuó a través del cálculo del Porcentaje de Plan Cumplido (PPC), que permitió medir la confiabilidad de la planificación. En la figura 31 se observa el registro del PPC correspondiente a la primera semana, donde el cumplimiento fue total, alcanzando el 100 %, ya que las actividades estructurales se desarrollaron conforme al cronograma establecido. Por el contrario, en la figura 32, correspondiente a la semana 16, se evidenció un cumplimiento promedio menor, con desviaciones originadas por falta de personal, tal como se consignó en la columna de causas de incumplimiento.

Figura 31. Registro del PPC – semana 1, control de actividades estructurales.

ACTIVIDADES	SEMANA 1														PRC RAMAS	CUMPLIDAS	PPC (%)	RESPONSABLE	RAZÓN	CAUSAS DE INCUMPLIMIENTO
	31/03		01/04		02/04		03/04		04/04		05/04									
	LUNES	P C	MARTES	P C	MIÉRCOLES	P C	JUEVES	P C	VIERNES	P C	SABADO	P C								
Movimiento De Tierras																				
Rellenos																				
Relleno compactado con material propio	S1	1 1	S1	1 1	S2	1 1	S2	1 1	S3	1 1	S3	1 1	6	6	100.00%					
Rellenos Con Material De Préstamo	S1	1 1	S1	1 1	S2	1 1	S2	1 1	S3	1 1	S3	1 1	6	6	100.00%					
Concreto Armado																				
Pedestales																				
Concreto f'c= 210 kg/cm2				1 1	S1	1 1	S1	1 1	S2	1 1	S2	1 1	5	5	100.00%					
Encofrado y desencofrado en pedestales			S1	1 1	S1	1 1	S2	1 1	S2	1 1	S3	1 1	5	5	100.00%					
Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2	S1	1 1	S1	1 1	S2	1 1	S2	1 1	S3	1 1	S3	1 1	6	6	100.00%					
Curado con aditivo curador							S1	1 1	S1	1 1	S2	1 1	3	3	100.00%					
														31.00	31.00	100.00%				

Fuente: Elaboración propia (2025).

Figura 32. Registro del PPC – semana 16, seguimiento de partidas de acabados.

ACTIVIDADES	SEMANA 16														PROGRAMADAS	CUMPLIDAS	PPC (%)	RESPONSABLE	RAZÓN	CAUSAS DE INCUMPLIMIENTO
	09/09	10/09	11/09	12/09	13/09	14/09														
Tarrajeo en interiores															0	0				
Tarrajeo frotachado en interiores c/a 1:5, e=1.5 cm muros y columna	S4	1	1	S4	1	1									2	2				
Tarrajeo frotachado en interiores c/a 1:5, e=1.5 cm vigas y losas (cielo rasol)	S4	1	1	S4	1	1	S4	1	1						3	3	100.00%	SC		FALTA DE PERSONAL
Tarrajeo en exteriores															0	0				
Tarrajeo frotachado en exteriores c/a 1:5, e=1.5 cm incluye muros, columnas y vigas hasta altura de 3 m	S4	1	1	S4	1	1	S4	1	1	S4	1	1								
Tarrajeo frotachado en exteriores c/a 1:5, incluye muros, columnas y vigas en alturas mayores a 3 m	S3	1	1	S4	1	1	S4	1	1	S4	1	1	S4	1	5	5	100.00%			
Tarrajeo con impermeabilizantes															0	0				
Tarrajeo con impermeabilizante en acabado pulido e= 1.5 cm	S3	1	1	S3	1	1	S3	1	1	S4	1	1	S4	1						
Vestidura de derrames															0	0				
Vestidura de derrames c/a, 1.5 e= 1.5 cm	S2	1	1	S2	1	1	S3	1	1	S3	1	1	S3	1						
Bruñas															0	0				
Bruñas de 1 x 1 cm	S2	1	1	S2	1	1	S2	1	1	S3	1	1	S3	1	6	6	100.00%			
Tarrajeo en fondo de escaleras															0	0				
Tarrajeo fondo de escaleras															0	0				
Gradas															0	0				
Ceramico cemento plus gris mate 0.45x0.45m o similar - alto trafico	S2	1	1	S2	1	1	S2	1	1	S3	1	1	S3	1	6	6	100.00%			
Pisos															0	0				
Contrapisos															0	0				
Contrapiso para colocacion de ceramica y otros	S1	1	1	S2	1	1	S2	1	1	S2	1	1	S3	1	6	6	100.00%			
Pisos															0	0				
Ceramico cemento plus gris mate 0.45x0.45m o similar - alto trafico	S1	1	1	S1	1	1	S2	1	1	S2	1	1	S2	1	6	6	100.00%			
Ceramico antideslizante gris mate en pisos o similar - sanitarios 45x45- alto trafico	S1	1	1	S1	1	1	S1	1	1	S2	1	1	S2	1	6	6	100.00%			
Cemento Pulido Sobre Contrapiso	S1	1	1	S1	1	1	S1	1	1	S2	1	1	S2	1	6	6	100.00%			
Zocalos y contrazocalos															0	0				
Zocalo ceramico blanco satinado 0.45x0.27 m o similar, h=1.8 m	S1	1	1	S1	1	0	S1	1	0	S2	1	1	S2	1	6	4	66.67%	SC		FALTA DE PERSONAL

Fuente: Elaboración propia (2025).

El análisis de los trenes de actividades permitió mantener una secuencia continua entre sectores, evitando solapamientos y garantizando que cada frente avanzara de acuerdo con la programación general. Esta estrategia favoreció el flujo de producción y la estabilidad del ritmo de trabajo. El control del PPC semanal permitió identificar las causas de incumplimiento de manera temprana y adoptar medidas correctivas inmediatas, lo que contribuyó a mejorar la confiabilidad del sistema de planificación y a consolidar la cultura de compromiso dentro del equipo de obra.

4.2.6. Análisis del Porcentaje de Plan Cumplido (PPC)

El Porcentaje de Plan Cumplido (PPC) constituyó el principal indicador de desempeño dentro de la metodología Last Planner System, utilizado para evaluar la confiabilidad de la planificación semanal. Este indicador permitió medir la proporción de actividades efectivamente ejecutadas respecto a las programadas, proporcionando información objetiva sobre la eficiencia en la gestión de compromisos y la estabilidad del flujo de trabajo.

En la siguiente tabla se presenta el consolidado del PPC correspondiente a las veintitrés semanas de ejecución, comprendidas entre el 31 de marzo y el 6 de septiembre de 2025. Los valores obtenidos muestran un desempeño sostenido, con un rango de variación entre 96% y 100%, y un promedio acumulado de 98%. Estos resultados superaron la meta establecida del 95%, evidenciando una mejora continua en la confiabilidad de la planificación y el control de obra.

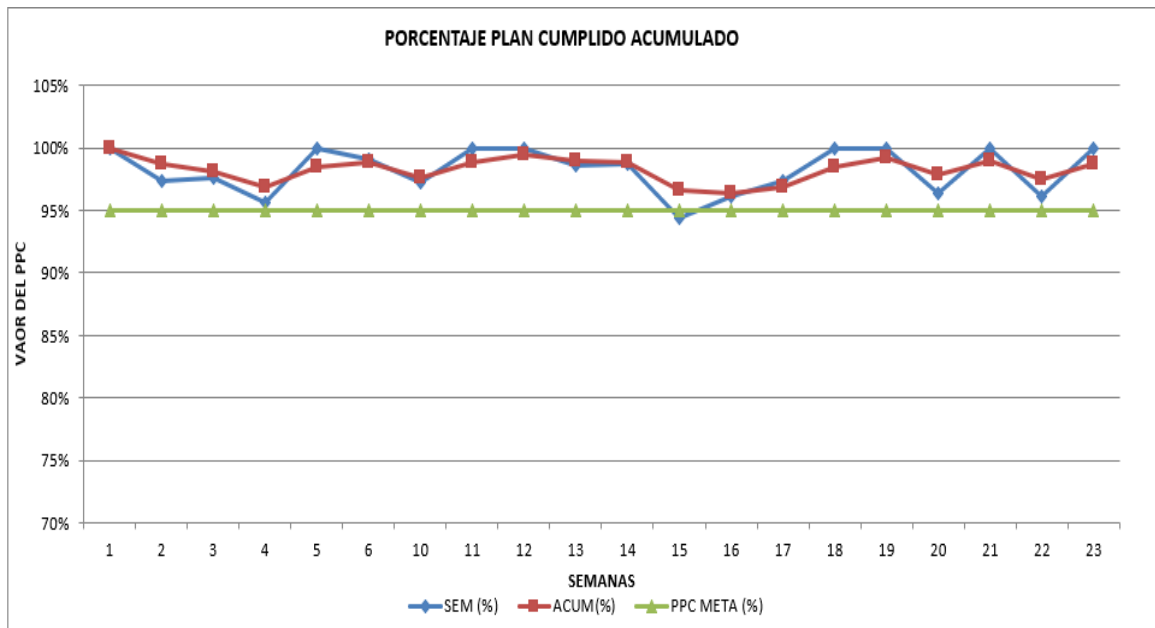
Tabla 28. Consolidado del Porcentaje de Plan Cumplido (PPC) semanal.

SEMANA N°	FECHA INICIO	FECHA FIN	SEM (%)	ACUM (%)	COMENTARIO	PPC META (%)
1	31/03/2025	5/04/2025	100%	100%		95%
2	7/04/2025	12/04/2025	97%	99%		95%
3	14/04/2025	19/04/2025	98%	98%		95%
4	21/04/2025	26/04/2025	96%	97%		95%
5	28/04/2025	3/05/2025	100%	98%		95%
6	5/05/2025	10/05/2025	99%	99%		95%
7	12/05/2025	17/05/2025	100%	99%		95%
8	19/05/2025	24/05/2025	99%	99%		95%
9	26/05/2025	31/05/2025	97%	98%		95%
10	2/06/2025	7/06/2025	97%	98%		95%
11	9/06/2025	14/06/2025	100%	99%		95%
12	16/06/2025	21/06/2025	100%	99%		95%
13	23/06/2025	28/06/2025	99%	99%		95%
14	30/06/2025	5/07/2025	99%	99%		95%
15	7/07/2025	12/07/2025	94%	97%		95%
16	14/07/2025	19/07/2025	96%	96%		95%
17	21/07/2025	26/07/2025	97%	97%		95%
18	28/07/2025	2/08/2025	100%	98%		95%
19	4/08/2025	9/08/2025	100%	99%		95%
20	11/08/2025	16/08/2025	96%	98%		95%
21	18/08/2025	23/08/2025	100%	99%		95%
22	25/08/2025	30/08/2025	96%	98%		95%
23	1/09/2025	6/09/2025	100%	99%		95%

Fuente: Elaboración propia (2025).

El comportamiento del indicador se muestra gráficamente en la siguiente figura, donde se observa una estabilidad general en los valores semanales, manteniéndose la tendencia acumulada por encima de la meta establecida. La línea correspondiente al PPC semanal evidencia ligeras fluctuaciones propias del proceso constructivo, asociadas principalmente a factores operativos como disponibilidad de personal y ajustes en la secuencia de actividades, sin que estas incidencias afectaran el cumplimiento global del cronograma.

Figura 33. *Porcentaje de Plan Cumplido (PPC) acumulado durante la ejecución.*



Fuente: Elaboración propia (2025).

El análisis de resultados permitió concluir que el proceso de planificación semanal alcanzó una alta confiabilidad, sustentada en la coordinación efectiva entre los trenes de actividades y la gestión de restricciones. La tendencia ascendente y sostenida del PPC demostró la consolidación de un flujo de trabajo estable y predecible, reflejando la madurez del sistema de planificación implementado. Asimismo, la mejora continua observada evidenció que la metodología Last Planner fortaleció la comunicación entre los equipos y permitió reducir las desviaciones en la ejecución, asegurando el cumplimiento de los plazos proyectados.

4.2.7. Análisis del tiempo de ejecución: Avance Real vs Avance Programado

El seguimiento del avance físico de la obra se realizó mediante la comparación del cronograma inicial y el cronograma reprogramado posterior a la implementación del sistema Last Planner. Este análisis permitió evaluar la eficiencia temporal alcanzada luego del proceso de replanificación efectuado tras los tres primeros meses de ejecución.

Durante el primer trimestre (enero a marzo) se evidenciaron retrasos respecto al cronograma inicial, alcanzando únicamente un 18,42% de avance físico frente al 21,17% programado. Las causas principales estuvieron asociadas a la disponibilidad limitada de materiales, la rotación de personal y las condiciones climáticas que interrumpieron los vaciados de concreto.

Tabla 29. *Comparación mensual del avance durante el primer trimestre*

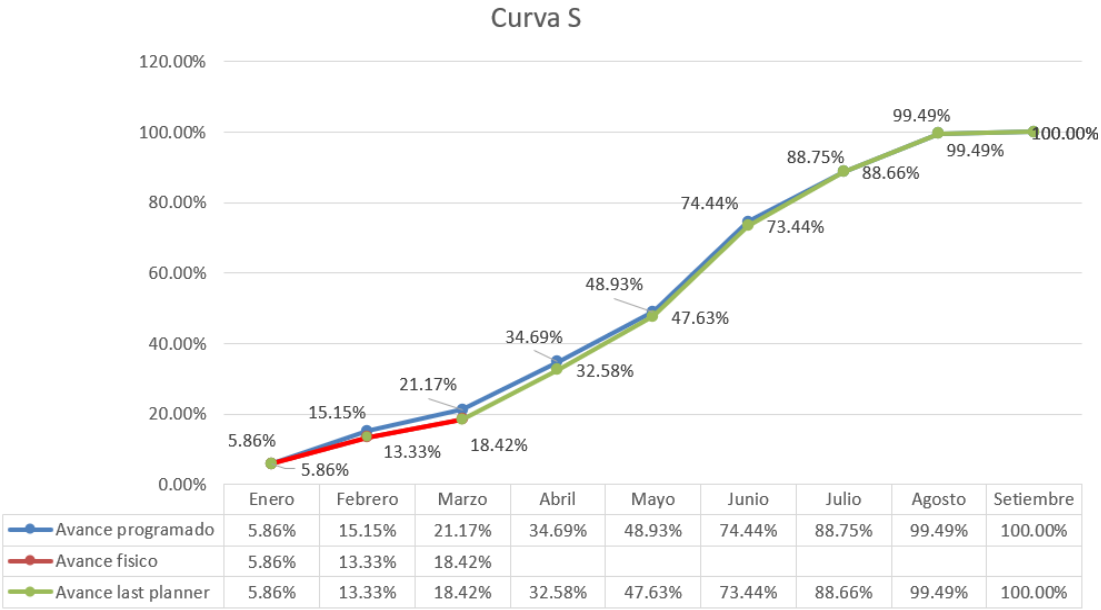
Mes	Avance programado (%)	Avance físico (%)
Enero	5,86	5,86
Febrero	15,15	13,33
Marzo	21,17	18,42

Fuente: Elaboración propia (2025).

A partir de abril, con la aplicación del sistema Last Planner, se inició una recuperación progresiva del ritmo de producción, apoyada en la planificación sectorizada, la liberación oportuna de restricciones y la redistribución de cuadrillas por frentes de trabajo.

En la siguiente figura se muestra la comparación entre la curva S programada, el avance físico real y el avance obtenido tras la implementación del Last Planner. Se observó que, desde abril, la tendencia del avance con LPS comenzó a alinearse con la proyección inicial, logrando equiparar y mantener el ritmo de producción hasta alcanzar el 100 % de cumplimiento en septiembre de 2025.

Figura 34. Curva S programada, el avance físico y avance con Last Planner.



Fuente: Elaboración propia (2025).

La Tabla 29 resume los valores mensuales de avance físico y programado, donde se evidenció la recuperación del desfase inicial a partir del cuarto mes, con una variación promedio de 2,6 % entre el avance físico y el avance con LPS. Este comportamiento demostró la efectividad del sistema para restablecer la continuidad de la producción y mejorar la confiabilidad del cronograma.

Tabla 30. Comparación mensual del avance

Mes	Avance programado (%)	Avance físico (%)	Avance con LPS (%)
Enero	5,86	5,86	5,86
Febrero	15,15	13,33	13,33
Marzo	21,17	18,42	18,42
Abril	34,69		32,58
Mayo	48,93		47,63
Junio	74,44		73,44
Julio	88,75		88,66
Agosto	99,49		99,49
Septiembre	100,00		100,00

Fuente: Elaboración propia (2025).

Tabla 31. Diferencia entre el avance programado y el avance real del proyecto

	Mes	Avance programado (%)	Avance Real (%)	Diferencia de Avance (%)	Promedio
Sin LPS	Enero	5,86	5,86	0,00	1,52
	Febrero	15,15	13,33	1,82	
	Marzo	21,17	18,42	2,75	
Con LPS	Abril	34,69	32,58	2,11	0,75
	Mayo	48,93	47,63	1,30	
	Junio	74,44	73,44	1,00	
	Julio	88,75	88,66	0,09	
	Agosto	99,49	99,49	0,00	
	Septiembre	100,00	100,00	0,00	

Fuente: Elaboración propia (2025).

La tabla anterior refleja que la diferencia entre el avance programado y el avance real del proyecto refleja que los 3 primeros meses existe mayor diferencia de avance,

mientras que después de la aplicación del LPS, la diferencia se reduce hasta llegar al 0.00% de diferencia, lo cual reflejó el cumplimiento correcto del cronograma, evitando sobrecostos provenientes de atrasos en el cronograma.

4.2.8. Análisis del Costo

El análisis del costo en la construcción se desarrolló a partir de la comparación entre los periodos de ejecución sin la aplicación del sistema Last Planner (enero–marzo) y con su implementación (abril–setiembre). Esta evaluación permitió determinar el impacto del sistema en la eficiencia del uso de recursos, el rendimiento mensual y la velocidad de avance físico de la obra utilizando como principal referencia el cronograma valorizado programado y real.

Durante la etapa inicial, correspondiente al primer trimestre, el control de avance valorizado se ejecutó bajo una planificación convencional. En este periodo se observaron niveles de eficacia valorizada promedio del 88,31%, reflejando pérdidas por interrupciones y falta de coordinación entre frentes de trabajo. Asimismo, la velocidad promedio de avance fue de 6,22 % mensual, influenciada por la demora en la entrega de materiales y la disponibilidad parcial de cuadrillas. La Tabla 32 presenta los valores obtenidos en esta primera fase.

Tabla 32. *Eficacia y velocidad de avance durante la etapa sin LPS (enero–marzo).*

mes	Avance Fisico			Eficacia valorizada	Velocidad avance
	cantidad	%	%acumulado		
Enero	S/ 137,184.18	5.86%	5.86%	100.00%	5.86%
Febrero	S/ 174,919.58	7.47%	13.33%	80.44%	6.67%
Marzo	S/ 119,044.10	5.08%	18.42%	84.48%	6.14%
Promedio				88.31%	6.22%

Fuente: Elaboración propia (2025).

A partir de abril, se implementó el sistema Last Planner, que permitió coordinar de forma colaborativa los compromisos semanales y distribuir adecuadamente los

recursos por sectores. Esto generó una mejora sostenida tanto en la eficacia como en la velocidad de producción. En esta etapa, la eficacia valorizada promedio aumentó a 103,90%, mientras que la velocidad media de avance se incrementó a 10,20 % mensual, evidenciando una recuperación significativa respecto al periodo anterior. La Tabla 33 muestra los resultados obtenidos en la fase optimizada con el sistema Last Planner.

Tabla 33. *Eficacia y velocidad de avance durante la etapa con LPS (abril–setiembre)*

mes	Avance Optimizado			Eficacia valorizada	Velocidad avance
	cantidad	%	% acumulado		
Abril	S/ 331,567.62	14.16%	32.58%	104.73%	8.14%
Mayo	S/ 352,297.82	15.05%	47.63%	105.65%	9.53%
Junio	S/ 604,395.88	25.82%	73.44%	101.22%	10.49%
Julio	S/ 356,236.64	15.22%	88.66%	106.35%	11.08%
Agosto	S/ 253,601.02	10.83%	99.49%	100.80%	11.05%
Setiembre	S/ 11,884.03	0.51%	100.00%	100.00%	10.00%
Promedio				103.13%	10.05%

Fuente: Elaboración propia (2025).

La comparación entre ambas fases evidenció que el rendimiento global de la obra se incrementó en 17,61% en eficacia valorizada y en 3,99% en velocidad de avance mensual. Este resultado se debió a la planificación semanal estructurada, la detección oportuna de restricciones y la reasignación eficiente de recursos, lo que permitió mantener un flujo continuo de producción.

El análisis económico del cronograma valorizado permitió contrastar los montos mensuales ejecutados en ambas etapas. En la

Tabla 34 se presentan los valores del presupuesto programado y del presupuesto reprogramado con Last Planner. A pesar de las variaciones mensuales registradas con reducciones en los tres primeros meses y aumentos progresivos a partir de abril, el resultado global fue un equilibrio presupuestario, con un total acumulado idéntico de S/ 2 341 130,86, confirmando que la reprogramación no generó sobrecostos.

Tabla 34. Comparación económica entre el cronograma programado y cronograma con Last Planner.

Mes	Presupuesto programado (S/.)	Presupuesto con LPS (S/.)	Variación mensual (S/.)	Diferencia (%)	Promedio (%)
Enero	137 184,18	137 184,18	0,00	0,00	-11,69
Febrero	217 445,11	174 919,58	-42 525,53	-19,56	
Marzo	140 911,38	119 044,10	-21 867,28	-15,52	
Abril	316 592,28	331 567,62	+14 975,34	+4,73	3,13
Mayo	333 460,53	352 297,82	+18 837,29	+5,65	
Junio	597 101,60	604 395,88	+7 294,28	+1,22	
Julio	334 974,93	356 236,64	+21 261,71	+6,35	
Agosto	251 576,82	253 601,02	+2 024,20	+0,80	
Septiembre	11 884,03	11 884,03	0,00	0,00	
Total, acumulado	2 341 130,86	2 341 130,86	0,00	0,00 %	

Fuente: Elaboración propia (2025).

El comportamiento económico demostró que la aplicación del sistema Last Planner permitió recuperar los retrasos iniciales sin generar sobrecostos, manteniendo la estabilidad financiera del proyecto. La planificación colaborativa y la programación semanal contribuyeron a optimizar el flujo de trabajo, reducir tiempos improductivos y eliminar retrabajos. En consecuencia, el uso del sistema LPS consolidó un control eficiente tanto del avance físico como del desempeño económico, asegurando el cumplimiento del cronograma y del presupuesto establecido en la planificación de obra.

La estabilidad del presupuesto total, verificada en el análisis económico previo, confirmó que el incremento de productividad no implicó mayores gastos, sino una mejor distribución del tiempo y de la mano de obra. La siguiente tabla resume la comparación consolidada entre ambas etapas.

Tabla 35. *Comparativo de productividad antes y después de la implementación del LPS*

Etapas	Periodo	Eficacia valorizada promedio (%)	Velocidad promedio (%)
Sin LPS	Enero – Marzo	88,31	6,22
Con LPS	Abril – Setiembre	103,96	10,21
Variación	–	+17,61	+3,99

Fuente: Elaboración propia (2025).

4.3. Prueba de hipótesis

4.3.1. Porcentaje de Plan cumplido

Prueba de Normalidad:

Para la prueba de normalidad se seleccionó la prueba de Shapiro-Wilk, la cual tiene mayor eficiencia para un tamaño de grados de libertad relativamente pequeño (menor a 40), donde en este caso, estos se refieren al porcentaje de plan cumplido durante cada una de las 23 semanas después de la aplicación del LPS. Esto hizo posible la validación de la hipótesis de que las variables bajo análisis (registros semanales) cumplieran con la condición de ser normalmente distribuidas (p mayor a 0.05), lo que hizo posible el uso de pruebas paramétricas para el análisis inferencial.

Tabla 36. *Prueba de normalidad PPC*

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
PPC	0.065	23	.200*	0.988	23	0.991

Fuente: Elaboración propia (2025).

Prueba t de para una Muestra:

En esta investigación, el PPC se considera un valor de la estabilidad de la planeación semanal, por lo que se debe determinar si la media del avance semanal aplicando la metodología LPS, excede el valor de meta establecida, considerado como el mínimo valor esperado. En este sentido, Arias (2020) menciona que la prueba que se

le realiza a una muestra es adecuada cuando la intención es determinar si la media de un solo grupo tiene la tendencia de distanciarse del valor de referencia estándar.

Tabla 37. Prueba de T-Student de PPC

	t	gl	Significación		Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
			P de un factor	P de dos factores		Inferior	Superior
PPC	8.502	22	<.001	<.001	3.26087	2.4655	4.0563

Fuente: Elaboración propia (2025).

Interpretando el resultado obtenido, el valor de “p” resulta ser menor a 0.05, lo que refleja que si existe diferencia significativa entre el valor meta y el valor alcanzado con la aplicación del LPS.

4.3.2. Tiempo de Ejecución

Prueba de normalidad

Para el tratamiento de datos dados por el tiempo de ejecución, se aplicó la prueba de normalidad Shapiro-Wilk, la cual tiene mayor eficiencia para un tamaño relativamente pequeño (gdl menor a 40), donde en este caso, estos se refieren la diferencia del porcentaje de avance real con el porcentaje de avance programado cada mes de la ejecución de la obra en estudio. Esto hizo posible verificar si los datos cumplían con la condición de ser normalmente distribuidas (p mayor a 0.05), lo que hizo posible el uso de pruebas paramétricas para el análisis inferencial.

Tabla 38. Prueba de normalidad Tiempo de ejecución

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Tiempo	0.13	9	.200*	0.957	9	0.77

Fuente: Elaboración propia (2025).

Prueba t de para las muestras (antes y después de la aplicación del LPS):

Dado que la investigación se estructuró en torno a dos períodos distintos, se seleccionó la prueba t para muestras independientes para evaluar los tres meses previos

al Sistema Last Planner y los seis meses posteriores a su adopción. Cada uno de estos períodos formó dos conjuntos independientes de observaciones, ya que cada mes se trató como una unidad de análisis separada sin emparejamiento directo de los valores registrados antes de la intervención y los valores posteriores. Por lo tanto, cada período representó dos conjuntos independientes de observaciones. En este sentido, la prueba t independiente ayuda a evaluar si los cambios registrados en el porcentaje de avance del proyecto son variaciones debido a la aplicación del LPS o si estos cambios son variaciones que pueden atribuirse a fluctuaciones aleatorias.

Tabla 39. Prueba de T-Student de Tiempo de ejecución

		t	gl	Significación		Diferencia de medias	error estándar de la diferencia	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
				P de un factor	P de dos factores			Inferior	Superior
Tiempo	Se asumen varianzas iguales	-21.009	7	<.001	<.001	-12.23333	0.58228	-13.6102	-
	No se asumen varianzas iguales	-19.236	3.323	<.001	<.001	-12.23333	0.63596	14.15051	-

Fuente: Elaboración propia (2025).

Interpretando el resultado obtenido para el análisis del tiempo, el valor de “p” resulta ser menor a 0.05, lo que refleja que si existe diferencia significativa entre el valor meta y el valor alcanzado con la aplicación del LPS.

4.3.3. Costo de Ejecución

Prueba de normalidad

Para el tratamiento de los resultados dados por el costo en la construcción, se aplicó la prueba de normalidad Shapiro-Wilk, la cual tiene mayor eficiencia para un tamaño relativamente pequeño (gdl menor a 40), donde en este caso, estos se refieren a

la diferencia de porcentaje del avance cronograma valorizado real con el porcentaje de avance cronograma valorizado real programado cada mes de la ejecución de la obra en estudio. Esto hizo posible verificar si los datos cumplían con la condición de ser normalmente distribuidas (p mayor a 0.05), lo que hizo posible el uso de pruebas paramétricas para el análisis inferencial.

Tabla 40. Prueba de normalidad Costo de Ejecución

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Costo	0.143	9	.200*	0.934	9	0.516

Fuente: Elaboración propia (2025).

Prueba t de para las muestras (antes y después de la aplicación del LPS):

De igual manera, para la dimensión “costo” se seleccionó la prueba t para por la necesidad de comparar dos periodos que se encuentran claramente diferenciados en el proyecto. En primer lugar, se encuentran los tres primeros meses previos a la aplicación del Last Planner System. En segundo lugar, los seis meses posteriores a la aplicación del sistema. Estos periodos conformaron dos grupos independientes de observaciones, dado que cada mes constituye una unidad de análisis distinta y no hay emparejamiento directo de los valores registrados antes y después de la intervención. En este sentido, la prueba t independiente permite contrarrestar si las diferencias que se observan en los indicadores de productividad, se deben a variaciones que puede explicar el uso del LPS en la productividad, o si, por el contrario, se debe a variaciones aleatorias en los rendimientos.

Tabla 41. Prueba de T-Student de Costo de Ejecución

		t	gl	Significación		Diferencia de medias	error estándar de la diferencia	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
				P de un factor	P de dos factores			Inferior	Superior
Costo	Se asumen varianzas iguales	-29.085	7	<.001	<.001	-28.85	0.99193	-31.19555	-26.50445
	No se asumen varianzas iguales	-24.008	2.719	<.001	<.001	-28.85	1.20169	-32.90775	-24.79225

Fuente: Elaboración propia (2025).

Interpretando el resultado obtenido para el análisis del tiempo, el valor de “p” resulta ser menor a 0.05, lo que refleja que si existe diferencia significativa entre el valor meta y el valor alcanzado con la aplicación del LPS.

4.4. Discusión de resultados

La aplicación de la metodología Last Planner System en las partidas críticas del local comunal de San Juan de Milpo permitió mejorar significativamente el Porcentaje de Plan Cumplido de la obra, reflejado en el avance semanal registrado, donde el valor promedio del PPC alcanzó 98 %, superando el porcentaje propuesto como meta (95%). Estos resultados evidencian que la planificación colaborativa y el control semanal de compromisos fortalecieron la confiabilidad del flujo de trabajo y la estabilidad del cronograma. Este resultado es consistente con el estudio de Power et al. (2021), quienes evidenciaron que la incorporación de un facilitador del LPS incrementó la eficiencia del proyecto al elevar el PPC del 47 % al 82 %, y con los aportes de Bygballe et al. (2022), quienes destacaron que la mejora del rendimiento en LPS depende de la integración social y estratégica del equipo de obra. De igual manera, Santiago (2023) reportó avances superiores al planificado mediante la aplicación del sistema en la presa de relaves Chinalco, evidenciando mejoras en la confiabilidad de la programación. Por tanto, se demuestra que la optimización de los procesos constructivos en la presente

obra fue consecuencia directa de la planificación colaborativa y la eliminación sistemática de restricciones, principios fundamentales del enfoque Lean Construction.

La aplicación de la metodología Last Planner System en las partidas críticas del local comunal de San Juan de Milpo permitió mejorar significativamente el tiempo de ejecución de la obra, reflejado en el porcentaje de avance, donde se redujo la diferencia entre el avance programado y el avance real del proyecto, disminuyendo su diferencia a un 0.75% promedio, revelando que la implementación del LPS redujo los retrasos acumulados durante los tres primeros meses de ejecución, permitiendo recuperar el ritmo programado y culminar la obra en el plazo previsto de ocho meses sin ampliaciones contractuales. Este comportamiento coincide con los hallazgos de Montañó y Rodríguez (2023), quienes demostraron que la implementación del LPS redujo en un 15% el ciclo de tiempo para actividades críticas, alcanzando una diferencia de avance programado y el avance real de 0.00%. Asimismo, Almeida et al. (2022) reportaron el cumplimiento completo del cronograma base planteado con la aplicación de Lean Construction y LPS (diferencia de avance 0.00%), resultados que respaldan la tendencia observada en la presente investigación. De este modo, se confirma que el uso del LPS influye en el tiempo de ejecución general del proyecto, favoreciendo la el control y avance adecuado, evitando incremento de plazos por deficiencia de productividad.

El análisis del costo de construcción mostró que la reprogramación mediante el LPS permitió mantener el presupuesto total de S/ 2 341 130,86 sin generar sobrecostos, pese a los ajustes operativos y redistribución de recursos. La estabilidad presupuestaria se logró gracias a la disminución de retrabajos y tiempos improductivos, lo que evidencia una relación directa entre la aplicación del sistema y la eficiencia económica (0.00 % de sobrecostos en el presupuesto planificado). Estos resultados se relacionan

con los obtenidos por Almeida et al. (2022), quienes registraron una reducción del 10 % en los costos por retrabajos tras aplicar Lean Construction y LPS, y con Manrique (2024), quien señaló que el enfoque Lean Construction permite administrar los recursos de manera más eficiente sin comprometer la calidad ni el presupuesto. Asimismo, Chaca (2024) identificó en la ampliación de la clínica Natclar una ejecución adelantada al cronograma y con menores variaciones presupuestales gracias a la adopción del LPS. Por tanto, la presente investigación confirma que el uso del sistema Last Planner no solo optimiza el rendimiento operativo, sino que contribuye al control financiero del proyecto, consolidándose como una herramienta integral para la evitar sobrecostos en obras públicas.

Es importante señalar que la línea base puede presentar registros incompletos o heterogéneos en el plan semanal, parte diario y valorizaciones, y el acceso a documentación y áreas de trabajo depende de autorizaciones, lo que introduce variabilidad en la trazabilidad de las mediciones y exige cautela al atribuir cambios únicamente a la intervención. De igual manera, el efecto observado podría estar influido por factores concurrentes, como mejoras organizativas paralelas (ajustes de coordinación interna o estandarización progresiva de formatos) que pueden ocurrir mientras se implementa la planificación colaborativa. También corresponde reconocer el componente climático y de entorno: se documentaron condiciones que afectaron la continuidad del trabajo, incluyendo paralizaciones por saturación del terreno debido a lluvias y un contexto de alta montaña, aspectos que pueden modificar rendimientos y ritmos de producción entre periodos. Finalmente, la experiencia acumulada del equipo durante el año puede generar una curva de aprendizaje que eleve el desempeño conforme avanza la obra, independientemente de la herramienta aplicada.

Aun con estas amenazas, lo observado respalda fuertemente la hipótesis de

mejora asociada a la implementación del LPS, aunque no permite sostener causalidad estricta. Esto se debe a que la mejora coincide con el cambio de fase documentado, pasando de un periodo sin LPS (enero a marzo) a un periodo con LPS (abril a setiembre), y el incremento se expresa de manera consistente en indicadores del proyecto, como la eficacia valorizada promedio y la velocidad de avance, que aumentaron en la etapa intervenida. Además, el análisis económico reportó recuperación de retrasos sin sobre costos y estabilidad del presupuesto total, lo que es coherente con una mejora del flujo de trabajo más que con un incremento del gasto. En consecuencia, los hallazgos deben leerse como evidencia asociativa fuerte a favor del LPS en este caso de estudio, manteniendo una interpretación prudente frente a explicaciones alternativas concurrentes.

La Carta Balance complementa la discusión de los resultados del LPS, porque permite explicar cómo se distribuye el tiempo real de las cuadrillas en TP, TC y TNC durante la ejecución de las partidas críticas. Mientras el PPC evidencia el cumplimiento de la planificación semanal, la Carta Balance permite identificar si dicho cumplimiento se relaciona con una mayor proporción de trabajo productivo o si todavía existen pérdidas por esperas, traslados, interferencias, búsqueda de herramientas o restricciones no liberadas.

En ese sentido, los resultados de la Carta Balance permiten sostener que la mejora de productividad no depende únicamente de programar actividades, sino de controlar las condiciones operativas que afectan la continuidad del frente de trabajo. Por ello, su incorporación en la discusión fortalece la interpretación de los cambios en tiempo, costo y PPC, ya que vincula la planificación del LPS con el comportamiento real de las cuadrillas durante la ejecución de obra.

CONCLUSIONES

En la obra evaluada, la implementación del LPS se asocia con una mejora global de la productividad de las partidas críticas, evidenciada por un PPC superior al 95%, con un promedio de 98%. Asimismo, la diferencia de avance de ejecución se reduce a 0.75% respecto a la meta, frente al 1.52% registrado antes de la implementación. En el comportamiento del costo, se observa una diferencia de 3.13% respecto al costo planificado durante el periodo posterior a la intervención. Además, el análisis mediante Carta Balance permite complementar estos resultados, ya que evidencia la distribución del tiempo en TP, TC y TNC en las partidas de tarrajeo, vaciado de concreto, encofrado y acero de refuerzo, permitiendo reconocer restricciones operativas, esperas, traslados y actividades de apoyo que inciden en la productividad de las cuadrillas. En términos inferenciales, los contrastes estadísticos muestran que el cambio en PPC, tiempo y costo es significativo con $p < 0.001$, por lo que los hallazgos se interpretan como evidencia asociativa fuerte del efecto de la intervención en los indicadores evaluados, dentro de los alcances del diseño aplicado.

Respecto al PPC, se observó una variación favorable posterior a la implementación del LPS, con una diferencia promedio de $\Delta \text{PPC} = 3.00\%$ puntos porcentuales respecto a la meta después de la etapa intervenida. Este resultado fue estadísticamente significativo a un nivel de significancia de 0.05, con $p < 0.001$, lo que respalda que la confiabilidad del plan semanal se incrementó en el periodo evaluado, conforme a la comparación antes y después.

En relación con el tiempo de ejecución, el análisis comparativo evidencia una reducción de $\Delta = 0.77\%$ tras la implementación del LPS, al contrastar el comportamiento del indicador en la línea base frente a la fase intervenida. El contraste inferencial indica que esta diferencia es estadísticamente significativa con $p < 0.001$, por lo que el resultado sugiere una mejora en la estabilidad del flujo de trabajo y en el cumplimiento de los plazos de las partidas críticas.

observadas. Esta interpretación se refuerza con la Carta Balance, debido a que el registro de TP, TC y TNC permite ubicar los tiempos que no generan avance directo y que deben gestionarse mediante la planificación semanal, la liberación de restricciones y la asignación oportuna de recursos.

En relación con el tiempo de ejecución, el análisis comparativo evidencia una reducción de $\Delta = 0.77\%$ tras la implementación del LPS, al contrastar el comportamiento del indicador en la línea base frente a la fase intervenida. El contraste inferencial indica que esta diferencia es estadísticamente significativa con $p < 0.001$, por lo que el resultado sugiere una mejora en la estabilidad del flujo de trabajo y en el cumplimiento de los plazos de las partidas críticas observadas. Esta interpretación se refuerza con la Carta Balance, debido a que el registro de TP, TC y TNC permite ubicar los tiempos que no generan avance directo y que deben gestionarse mediante la planificación semanal, la liberación de restricciones y la asignación oportuna de recursos.

RECOMENDACIONES

Se recomienda replicar el diseño cuasiexperimental utilizado en esta investigación en otros proyectos de construcción, especialmente en obras de infraestructura comunitaria o edificaciones de mediana escala. Ello permitiría validar los resultados obtenidos y ampliar la aplicabilidad del LPS en diferentes contextos constructivos, con el fin de verificar si los hallazgos sobre productividad, tiempo y costo mantienen un comportamiento consistente. Asimismo, se recomienda incorporar la Carta Balance en futuras aplicaciones, debido a que permite reconocer cómo se distribuye el tiempo de las cuadrillas entre TP, TC y TNC, lo cual facilita identificar pérdidas operativas, restricciones recurrentes y actividades que afectan el rendimiento de las partidas críticas.

Es recomendable investigar la integración de herramientas tecnológicas, como Building Information Modeling (BIM), con la metodología LPS. Este enfoque permitiría explorar cómo la planificación colaborativa y la visualización avanzada en 3D pueden mejorar la coordinación entre equipos y reducir las reprogramaciones y retrabajos. La aplicación de BIM junto con LPS podría resultar en una mejora significativa en la precisión de la programación y en la gestión de recursos, especialmente en proyectos más complejos, proporcionando evidencia más detallada sobre la sinergia de estas herramientas tecnológicas en el control de la productividad en proyectos de construcción.

Se sugiere institucionalizar el uso del Last Planner System dentro del ámbito empresarial, estableciendo procedimientos estandarizados para su implementación en todos los proyectos futuros. Esto incluiría la creación de un protocolo para la planificación semanal, el seguimiento de restricciones, y la evaluación continua de los indicadores de productividad, como el Porcentaje de Plan Cumplido (PPC). La implementación formal de este sistema garantizaría su aplicación consistente y eficiente, no solo en proyectos grandes, sino también

en obras de menor escala, contribuyendo a una mejora sostenida de la productividad a nivel organizacional.

Se recomienda desarrollar un programa de capacitación continua para el personal involucrado en la planificación y ejecución de obra, con el propósito de asegurar la correcta aplicación del LPS y de la Carta Balance. La capacitación debe abordar la identificación y liberación de restricciones, la interpretación de los planes semanales, el registro de TP, TC y TNC, y el análisis de los tiempos no contributivos. Esto permitiría que el personal técnico y operativo comprenda cómo sus actividades inciden en la productividad de la obra y cómo la información registrada puede utilizarse para mejorar la programación, reducir esperas y sostener el control de las partidas críticas.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFÍA

- Acho, A., & Meoño, C. (2024). *Aplicación de la filosofía lean construction para obtener la productividad y desperdicios generados en obra: Saneamiento cuenca 05, sector Jr. Lima – Nauta. [Tesis de pregrado, Universidad Científica del Perú]. Repositorio Institucional. Obtenido de <http://repositorio.ucp.edu.pe/items/534153a5-5f3a-43e7-bd9f-553913bc7645>*
- Almeida, M., Alvarado, G., Ayala, G., & Toscano, J. (2022). *Implementación de la metodología Lean Contruction para mejorar la productividad en proyectos de construcción en Lima Metropolitana. [Tesis de grado, Universidad Tecnologica del Perú]. Repositorio Institucional. Obtenido de <https://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/7069>*
- Alnajjar, O., Atencio, E., & Turmo, J. (2025).). *A systematic review of Lean Construction, BIM and emerging technologies integration: Identifying key tools. Buildings. doi:<https://doi.org/10.3390/buildings15162884>*
- Arias, C. (2023). *Integración del Last Planner System y el método CBA para la mejora de la planificación y selección de materiales en la construcción de un colegio público en Piura usando modelos BIM. [Tesis de pregrado, Universidad Católica del Perú]. . Repositorio Institucional. Obtenido de <https://tesis.pucp.edu.pe/server/api/core/bitstreams/b2a3d854-1284-4534-8fca-2df39082c4bb/content>*
- Arotoma, J. (2024). *Implementación de Last Planner System para la optimización de la construcción de la carretera Canta – Huayllay tramo 2B. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Centro del Perú]. Obtenido de <https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/11893>*

- Ayra, J. (2024). *Optimización de la eficiencia en la construcción del Colegio Bioclimático CNI-31 mediante Lean Construction: Enfoque en trabajos productivos, contributivos y no contributivos*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión]. Obtenido de <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/5191>
- Azabache, D., & Ortiz, V. (2023). *Aplicación de Last Planner System para mejorar la Productividad del Proyecto de Saneamiento en San José – Pacasmayo – La Libertad*. [Tesis de grado, Universidad Privada Antenor Orrego]. Repositorio Institucional. Obtenido de https://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12759/11571/REP_DAMARI_S.AZABACHA_VHANY.ORTIZ_APLICACION.DE.LAST.PLANNER.SYSTEM.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Basilio, E. (2019). *Modelado Inteligente de Edificaciones y Last Planner para la Planificación de la Obra del Complejo Deportivo de Paucarbamba*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Hermilio Valdizán]. Repositorio Institucional. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.13080/5502>
- Bygballe, L., Sand, S., Pakoglu, C., & Svalestuen, F. (2022). Challenges of performance measurement in Lean Construction and the Last Planner System®: A Norwegian Case. *Lean Construction Journal*, 2022, 24-40. doi:<https://doi.org/10.60164/e6a7b8b8e>
- Castaño, C., Ríos, J., & Vélez, S. (2022). Análisis documental como técnica de investigación: Un enfoque desde la gestión de información. *Revista Interamericana de Biblioteca*, 45(3), 340545. Obtenido de <https://doi.org/10.17533/udea.rib.v45n3e340545>
- Chaca, K. (2024). *Evaluación de la implementación del Last Planner System en la construcción de la ampliación de la clínica ocupacional Natclar – Cerro de Pasco-2022*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión]. Obtenido de

<http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/4834>

Chinchay, B. (2023). *Aplicación De La Metodología Lean Construction Para Mejorar La Productividad En Obra De Pavimentación Urbana, Cajamarca 2020*. [Tesis de grado, Universidad Señor de Sipán]. Repositorio Institucional. Obtenido de <https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/11108/Chinchay%20Ramirez%20Bryan%20Peter.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Chokewanka, V., & Sotomayor, J. (2018). *Sistema Last Planner para mejorar la planificación en la obra civil del Centro de Salud Picota - San Martín*. [Tesis de grado, Universidad San Martín de Porres]. Repositorio Institucional. Obtenido de https://repositorio.usmp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12727/4235/chokewanka_sotomayor.pdf?sequence=3&isAllowed=y

Choy , J., Choy, W., & Torres, W. (2024). Implementación del Sistema Last Planner, y su Relación con los Factores Tiempo/Beneficio, en la Construcción del Centro de Salud Saposo. *Ciencia Latina Revista Multidisciplinar*, 8(1), 6723-6735. Obtenido de <https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/10033/14732>

Erazo, A. (2021). *Gestión de personas para reducir la incertidumbre en la planificación y ejecución de un proyecto de infraestructura deportiva*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Ingeniería]. Repositorio Institucional. Obtenido de <https://repositorio.uni.edu.pe/handle/20.500.14076/22208>

Espinoza, L. N., & Chavez, G. D. (2023). *Manual para la aplicación de Last Planner System en la gestión de proyectos para mejorar los costos de construcción de edificaciones residenciales de la Dubai Investment SAC en Lima*. Universidad Peruana De Ciencias Aplicadas. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10757/668824>

Garcés, G., Forcael, E., Osorio, C., Castañeda, K., & Sánchez, O. (2025). *Systematic review of*

- Lean Construction: An approach to sustainability and efficiency in construction management.* Journal of Infrastructure Preservation and Resilience. doi:<https://doi.org/10.1186/s43065-025-00119-1>
- Gondia, A., Siam, A., El-Dakhakhni, W., & Nassar, A. (2020). *Machine Learning Algorithms for Construction Projects Delay Risk Prediction.* Automation in Construction. doi:<https://doi.org/10.1016/j.autcon.2020.103085>
- Hernández, R., & Mendoza, C. (2018). *Metodología de la Investigación.* Editorial Mc Graw Hill Education. Obtenido de <https://doi.org/10.22201/fesc.20072236e.2019.10.18.6>
- Jacobe, K. (2021). *Influencia del engagement en el desempeño laboral del personal de la Empresa Labor Medical Center S.A.C., 2020.* Junin: Repositorio Institucional UNCP. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12894/7658>
- Li, S., Fang, Y., & Wu, X. (2020). *A systematic review of lean construction in Mainland China.* Journal of Cleaner Production. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120581>
- Manrique, M. (2024). Incorporación del modelo Lean Construction para innovar la gestión del tiempo en proyectos de construcción. *Perfiles de Ingeniería*, 20(21). Obtenido de <https://doi.org/10.31381/perfilesingenieria.v20i21.6599>
- Márquez, E. B. (2025). *Implementación De Last Planner System Aplicado A La Etapa 1 Del Proyecto Centro Comercial Ecoplaza Wilson - 2025.* Universidad San Ignacio de Loyola. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.14005/16542>
- Mejía, B., & Chavez, L. (2021). *Implementación del sistema Last Planner para la mejora de la etapa de planeación en la construcción de muros de contención, caso región Cusco, 2021. [Tesis de maestría, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. Repositorio Institucional.* Obtenido de https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UUPC_b26346a484324bc9091687a77e6

- Michalski, A., Głodziński, E., & Böde, K. (2022). *Lean construction management techniques and BIM technology – Systematic literature review*. *Procedia Computer Science*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.12.107>
- Murillo, M. M., & Llerena, C. J. (2024). *Incorporación del modelo Lean Construction para innovar la gestión del tiempo en proyectos de construcción*. Universidad Ricardo Palma. Obtenido de <https://doi.org/10.31381/perfilesingenieria.v20i21.6599>
- Orke, J., Torp, O., & Onshuus, T. (2024). Complexity in sports facility construction projects. *Earth and Environmental Science*, 1389(1), 012030. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/383782404_Complexity_in_sports_facility_construction_projects
- Ornelas, A. (2024). *Evaluación de la implementación de la Herramienta Last Planner System en dos estudios de caso de proyectos de construcción. [Tesis de maestría, Universidad Politécnica de Catalunya]. Repositorio Institucional*. Obtenido de https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/408782/Mem%C3%B2ria_OrnelasAnaVictoria.pdf;jsessionid=A03CE2FF15B8DFA4674BBEF96B1C7662?sequence=2
- Oyaque, M. (2024). productividad como factor de competitividad empresarial: un estudio de revisión sistemática. *Ciencias Administrativas*, 9(41). Obtenido de <https://revista.religacion.com/index.php/religacion/article/view/1217>
- Power, W., Sinnot, D., & Mullin, A. (2021). Improving Commissioning and Qualification Delivery. *Lean Construction Journal*, 36-52. Obtenido de <https://leanconstruction.org/lean-construction-journal/doi-info-2021-36-52/>
- Power, W., Sinnott, D., & Lynch, P. (2021). Evaluating the Efficacy of a Dedicated Last Planner® System Facilitator to Enhance Construction Productivity. *Construction*

Economics and Building, 21(3), 142-158.

Rodríguez, J., & Montaña, M. (2023). *Impacto del Last Planner system en la Construcción de Polideportivos: Enfoque de Mejora en la eficiencia y Productividad*. [Tesis de grado, Universidad Católica]. Repositorio Institucional. Obtenido de <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstreams/eb43fa1d-8dbf-40bb-b39d-a2ba9efa3571/download>

Santiago, N. (2023). *Implementación del sistema Last Planner en el proyecto Presa de Relaves Etapa 4 en Unidad Minera Chinalco, Junín-2020*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión]. Obtenido de <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/3025>

Serpell, A. (2002). *Administración de operaciones de construcción*. Editorial.

Suárez, C. (2021). *Descripción de población muestra y muestreo*. ResearchGate.

Vilchez, L. (2024). *Modelación, Coordinación y Planificación Utilizando Last Planner System y BIM de un Proyecto de Estadio en un Complejo Deportivo*. [Tesis de pregrado, Universidad Católica del Perú] Repositorio Institucional. Obtenido de <https://tesis.pucp.edu.pe/server/api/core/bitstreams/1b1fc9fe-7ab2-4513-83f8-0a78dfd4caaf/content>

Wu, H., Lin, X., Li, X., Zhang, B., Li, Z., & Duan, H. (2022). *A data-driven approach to trace the development of lean construction in building projects: Topic shift and main paths*. Buildings. doi:<https://doi.org/10.3390/buildings12050616>

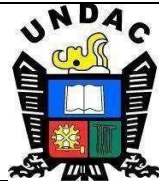
Yaguno, K. (2024). *Aplicación de la filosofía Lean construction y su relación con los tiempos de ejecución en una obra de captación superficial de agua en el distrito de Huaccana, provincia de Chincheros, región Apurímac, 2021*. [Tesis de pregrado, Universidad Continental]. Repositorio Institucional. Obtenido de

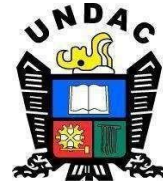
https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/15964/1/IV_FIN_105_TE_Yaguno_Yucra_2024.pdf

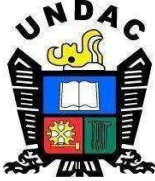
Zubizarreta, K. (2021). *Implementación de la metodología Last Planner System en el déficit de la construcción del puente en Carmelo -Viru- La Libertad*. [Tesis de grado, Universidad Privada Antenor Orrego]. Repositorio Institucional. Obtenido de https://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12759/7744/REP_INCI_KATERINE.ZUBIZARRETA_IMPLEMENTACION.METODOLOGIA.LAST.PLANNER.SYSTEM.DIFICULTAD.CONSTRUCCION.PUENTE.CARMELO.VIRU.LA.LIBERTAD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

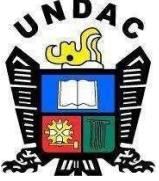
ANEXOS

Anexo 1. Instrumentos

INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN – VARIABLE: METODOLOGÍA LAST PLANNER SYSTEM						
Escala de valoración (Likert):						
1 = Totalmente en desacuerdo						
2 = En desacuerdo						
3 = Ni de acuerdo ni en desacuerdo						
4 = De acuerdo						
5 = Totalmente de acuerdo						
Sectorización						
Ítem	Afirmación	1	2	3	4	5
1	La obra cuenta con sectores definidos para facilitar la organización de tareas.					
2	Se realiza seguimiento del avance físico por sectores.					
3	La organización de cuadrillas considera la división por sectores.					
Plan Intermedio (Lookahead Planning)						
Ítem	Afirmación	1	2	3	4	5
4	Se identifican restricciones antes de ejecutar las actividades próximas.					
5	Se revisa periódicamente el plan de actividades a corto plazo.					
6	Las tareas planificadas cuentan con condiciones previas aseguradas para su ejecución.					
Programación Semanal						
Ítem	Afirmación	1	2	3	4	5
7	Se realizan reuniones semanales de planificación con el personal de obra.					
8	Las actividades programadas para la semana se cumplen según lo planificado.					
9	Se registra y analiza el porcentaje de tareas cumplidas semanalmente.					

[illegible]

FICHA DE OBSERVACION: TIEMPO DE EJECUCION MENSUAL				
1. DATOS GENERALES				
Campo	Descripción			
Obra				
Fecha de observación				
Mes evaluado				
Especialidad / Frente				
Observador				
Mes	Tiempo programado (días)	Tiempo real (días)	Variación (± días)	Causa de variación
Enero				
Febrero				
Marzo				
Abril				
Mayo				
Junio				
Julio				
Agosto				
Setiembre				

FICHA DE OBSERVACION: COSTO DE EJECUCION MENSUAL				
1. DATOS GENERALES				
Campo	Descripción			
Obra				
Fecha de observación				
Semana / Mes evaluado				
Especialidad / Frente				
Observador				
Mes	Costo programado (S/.)	Costo ejecutado (S/.)	Variación económica (± S/.)	Observaciones
Enero				
Febrero				
Marzo				
Abril				
Mayo				
Junio				
Julio				
Agosto				
Setiembre				

Anexo 2. Validación de expertos

FICHA DE EVALUACION DE JUICIO DE EXPERTOS

FICHA DE VALIDEZ DE CONTENIDO

Título: “Aplicación de la metodología Last Planner System en partidas críticas para mejorar la productividad en la obra del local comunal de San Juan de Milpo, Pasco – 2025”

Datos generales

Nombre del Autor : Sami Luis BARROZA FERNÁNDEZ y Yanina Eva ROSAS PAREDES

Área de acción laboral: Escuela Profesional de Ingeniería Civil - UNDAC

Codificación de respuestas de los jueces: Apreciación positiva= 1 Apreciación negativa= 0

CRITERIOS PARA LA EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO		Valoración		OBSERVACION
		0	1	
1. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje claro y apropiado		X	
2. OBJETIVIDAD	Está expresado en conductas observables		X	
3. PERTINENCIA	Adecuado al avance de la ciencia pedagógica		X	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica		X	
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos en cantidad y calidad		X	
6. ADECUACIÓN	Adecuado para valorar el constructo o variable a medir	X		Sugiero un poco mejor de claridad
7. CONSISTENCIA	Basados en aspectos teóricos científicos	X		Se sugiere mejor comprendimiento
8. COHERENCIA	Entre las definiciones, dimensiones e indicadores		X	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito de la medición		X	
10. SIGNIFICATIVIDAD	Es útil y adecuado para la investigación		X	

Criterio de valoración del juez

TOTAL: 8



Firma:

INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN – VARIABLE: METODOLOGÍA LAST PLANNER SYSTEM						
Escala de valoración (Likert):						
1 = Totalmente en desacuerdo						
2 = En desacuerdo						
3 = Ni de acuerdo ni en desacuerdo						
4 = De acuerdo						
5 = Totalmente de acuerdo						
Sectorización						
Ítem	Afirmación	1	2	3	4	5
1	La obra cuenta con sectores definidos para facilitar la organización de tareas.					
2	Se realiza seguimiento del avance físico por sectores.					
3	La organización de cuadrillas considera la división por sectores.					
Plan Intermedio (Lookahead Planning)						
Ítem	Afirmación	1	2	3	4	5
4	Se identifican restricciones antes de ejecutar las actividades próximas.					
5	Se revisa periódicamente el plan de actividades a corto plazo.					
6	Las tareas planificadas cuentan con condiciones previas aseguradas para su ejecución.					
Programación Semanal						
Ítem	Afirmación	1	2	3	4	5
7	Se realizan reuniones semanales de planificación con el personal de obra.					
8	Las actividades programadas para la semana se cumplen según lo planificado.					
9	Se registra y analiza el porcentaje de tareas cumplidas semanalmente.					

I. CRITERIO DE VALORIZACION DEL JUEZ:

PROCEDE SU APLICACION	X
NO PROCEDE SU APLICACION	

II. CONSTANCIA DEL JUICIO DE EXPERTO:

Nombre Completo	DARIO MARTINEZ MARTINEZ	DNI N°	20083513
Dirección Domiciliaria	DISTRITO DE YANACANCHA	TELEFONO /CEL	—
Título Profesional	ARQUITECTO		
Grado Académico	MAESTRO EN GESTION DEL SISTEMA AMBIENTAL		
Mención:	MAESTRO EN GESTION DEL SISTEMA AMBIENTAL		



FICHA DE EVALUACIÓN DE JUICIO DE EXPERTOS

FICHA DE VALIDEZ DE CONTENIDO

Título: "Aplicación de la metodología Last Planner System en partidas críticas para mejorar la productividad en la obra del local comunal de San Juan de Milpo, Pasco – 2025"

Datos generales

Nombre del Autor: Sami Luis BARZOLA FERNÁNDEZ y Yarina Eui ROSAS PAREDES

Área de acción laboral: Escuela Profesional de Ingeniería Civil - UNDAC

Codificación de respuestas de los jueces: Apreciación positiva= 1 Apreciación negativa= 0

CRITERIOS PARA LA EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO		Valoración		OBSERVACION
		0	1	
1. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje claro y apropiado	X		Se requiere aclarar un poco mejor
2. OBJETIVIDAD	Está expresado en conductas observables		X	
3. PERTINENCIA	Adecuado al avance de la ciencia pedagógica		X	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica		X	
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos en cantidad y calidad		X	
6. ADECUACIÓN	Adecuado para valorar el constructo o variable a medir		X	
7. CONSISTENCIA	Basados en aspectos teóricos científicos	X		
8. COHERENCIA	Entre las definiciones, dimensiones e indicadores		X	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito de la medición		X	
10. SIGNIFICATIVIDAD	Es útil y adecuado para la investigación		X	

Criterio de valoración del juez

TOTAL: 8



Firma:

FICHA DE OBSERVACION: TIEMPO DE EJECUCION MENSUAL				
1. DATOS GENERALES				
Campo	Descripción			
Obra				
Fecha de observación				
Mes evaluado				
Especialidad / Frente				
Observador				
Mes	Tiempo programado (días)	Tiempo real (días)	Variación (± días)	Causa de variación
Enero				
Febrero				
Marzo				
Abril				
Mayo				
Junio				
Julio				
Agosto				
Setiembre				

I. CRITERIO DE VALORIZACION DEL JUEZ:

PROCEDE SU APLICACION	
NO PROCEDE SU APLICACION	

II. CONSTANCIA DEL JUICIO DE EXPERTO:

Nombre Completo	Dario MARTINEZ MARTINEZ	DNI N°	20083513
Dirección Domiciliaria	DISTRITO DE YANACANCHA	TELEFONO /CEL	—
Título Profesional	ARQUITECTO		
Grado Académico	MAESTRO EN : GESTION DEL SISTEMA AMBIENTAL		
Mención:	MAESTRO EN : GESTION DEL SISTEMA AMBIENTAL		



FICHA DE EVALUACIÓN DE JUICIO DE EXPERTOS

FICHA DE VALIDEZ DE CONTENIDO

Título: "Aplicación de la metodología Last Planner System en partidas críticas para mejorar la productividad en la obra del local comunal de San Juan de Milpo, Pasco – 2025"

Datos generales

Nombre del Autor: Santi Luis BARTOLA FERNÁNDEZ y Yanina Eva ROSAS PAREDES

Área de acción laboral: Escuela Profesional de Ingeniería Civil - UNDAC

Codificación de respuestas de los jueces: Apreciación positiva= 1 Apreciación negativa= 0

CRITERIOS PARA LA EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO		Valoración		OBSERVACION
		0	1	
1. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje claro y apropiado	X		Se requiere aclarar un poco mejor
2. OBJETIVIDAD	Está expresado en conductas observables		X	
3. PERTINENCIA	Adecuado al avance de la ciencia pedagógica		X	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica		X	
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos en cantidad y calidad		X	
6. ADECUACIÓN	Adecuado para valorar el constructo o variable a medir		X	
7. CONSISTENCIA	Basados en aspectos teóricos científicos	X		
8. COHERENCIA	Entre las definiciones, dimensiones e indicadores		X	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito de la medición		X	
10. SIGNIFICATIVIDAD	Es útil y adecuado para la investigación		X	

Criterio de valoración del juez

TOTAL: 8



Firma:

FICHA DE OBSERVACION: COSTO DE EJECUCION MENSUAL				
1. DATOS GENERALES				
Campo	Descripción			
Obra				
Fecha de observación				
Semana / Mes evaluado				
Especialidad / Frente				
Observador				
Mes	Costo programado (S/.)	Costo ejecutado (S/.)	Variación económica (± S/.)	Observaciones
Enero				
Febrero				
Marzo				
Abril				
Mayo				
Junio				
Julio				
Agosto				
Setiembre				

I. CRITERIO DE VALORIZACION DEL JUEZ:

PROCEDE SU APLICACION	☒
NO PROCEDE SU APLICACION	☐

II. CONSTANCIA DEL JUICIO DE EXPERTO:

Nombre Completo	DARIO MARTINEZ MARTINEZ	DNI N°	20083513
Dirección Domiciliaria	DISTRITO DE SANACANCHA	TELEFONO /CEL	—
Título Profesional	ARQUITECTO		
Grado Académico	MAESTRO EN : GESTIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL		
Mención:	MAESTRO EN : GESTIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL		



FICHA DE EVALUACIÓN DE JUICIO DE EXPERTOS

FICHA DE VALIDEZ DE CONTENIDO

Título: "Aplicación de la metodología Last Planner System en partidas críticas para mejorar la productividad en la obra del local comunal de San Juan de Milpo, Pasco – 2025"

Datos generales

Nombre del Autor: *Sami Luis BARZOLA FERNÁNDEZ, Yanira Eva ROSAS PAREDES*

Área de acción laboral: Escuela Profesional de Ingeniería Civil - UNDAC.

Codificación de respuestas de los jueces: Apreciación positiva= 1 Apreciación negativa= 0

CRITERIOS PARA LA EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO		Valoración		OBSERVACION
		0	1	
1. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje claro y apropiado	X		<i>Se sugiere agregar un poco mejor</i>
2. OBJETIVIDAD	Está expresado en conductas observables		X	
3. PERTINENCIA	Adecuado al avance de la ciencia pedagógica		X	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica		X	
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos en cantidad y calidad		X	
6. ADECUACIÓN	Adecuado para valorar el constructo o variable a medir		X	
7. CONSISTENCIA	Basados en aspectos teóricos científicos	X		
8. COHERENCIA	Entre las definiciones, dimensiones e indicadores		X	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito de la medición		X	
10. SIGNIFICATIVIDAD	Es útil y adecuado para la investigación		X	

Criterio de valoración del juez

TOTAL: *8*



Firma:

Campo	Descripción
-------	-------------

I. CRITERIO DE VALORIZACION DEL JUEZ:

PROCEDE SU APLICACION	☒
NO PROCEDE SU APLICACION	☐

II. CONSTANCIA DEL JUICIO DE EXPERTO:

Nombre Completo	DONO MARTINEZ MARTINEZ	DNI N°	20083513
Dirección Domiciliaria	DISTRITO DE YANACANCHA	TELEFONO /CEL	—
Título Profesional	ARQUITECTO		
Grado Académico	MAESTRO EN GESTION DEL SISTEMA AMBIENTAL		
Mención:	MAESTRO EN GESTION DEL SISTEMA AMBIENTAL		



FICHA DE EVALUACIÓN DE JUICIO DE EXPERTOS

FICHA DE VALIDEZ DE CONTENIDO

Título: "Aplicación de la metodología Last Planner System en partidas críticas para mejorar la productividad en la obra del local comunal de San Juan de Milpo, Pasco – 2025"

Datos generales

Nombre del Autor: SANTI LUIS BARRERA FERNÁNDEZ y JANARA EVA ROSAS VARGAS

Área de acción laboral: Escuela Profesional de Ingeniería Civil - UNDAC

Codificación de respuestas de los jueces: Apreciación positiva= 1 Apreciación negativa= 0

CRITERIOS PARA LA EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO		Valoración		OBSERVACION
		0	1	
1. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje claro y apropiado		X	
2. OBJETIVIDAD	Está expresado en conductas observables		X	
3. PERTINENCIA	Adecuado al avance de la ciencia pedagógica		X	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica		X	
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos en cantidad y calidad	X		Se tiene que servir a las personas mejor de lo común.
6. ADECUACIÓN	Adecuado para valorar el constructo o variable a medir		X	
7. CONSISTENCIA	Basados en aspectos teóricos científicos		X	
8. COHERENCIA	Entre las definiciones, dimensiones e indicadores		X	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito de la medición		X	
10. SIGNIFICATIVIDAD	Es útil y adecuado para la investigación		X	

Criterio de valoración del juez

TOTAL: 9



MIGUEL PAULI CEFERINO ROJAS
ARQUITECTO CAP 9683

Firma:

**INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN – VARIABLE:
METODOLOGÍA LAST PLANNER SYSTEM**



Escala de valoración (Likert):

1 = Totalmente en desacuerdo

2 = En desacuerdo

3 = Ni de acuerdo ni en desacuerdo

4 = De acuerdo

5 = Totalmente de acuerdo

Sectorización

Ítem	Afirmación	1	2	3	4	5
1	La obra cuenta con sectores definidos para facilitar la organización de tareas.					
2	Se realiza seguimiento del avance físico por sectores.					
3	La organización de cuadrillas considera la división por sectores.					

Plan Intermedio (Lookahead Planning)

Ítem	Afirmación	1	2	3	4	5
4	Se identifican restricciones antes de ejecutar las actividades próximas.					
5	Se revisa periódicamente el plan de actividades a corto plazo.					
6	Las tareas planificadas cuentan con condiciones previas aseguradas para su ejecución.					

Programación Semanal

Ítem	Afirmación	1	2	3	4	5
7	Se realizan reuniones semanales de planificación con el personal de obra.					
8	Las actividades programadas para la semana se cumplen según lo planificado.					
9	Se registra y analiza el porcentaje de tareas cumplidas semanalmente.					

I. CRITERIO DE VALORIZACION DEL JUEZ:

PROCEDE SU APLICACION	☒
NO PROCEDE SU APLICACION	☐

II. CONSTANCIA DEL JUICIO DE EXPERTO:

Nombre Completo	Manuel Padi CIPRIANO ROSAS	DNI N°	41603359
Dirección Domiciliaria	DISTRITO DE CHACAPITARCA	TELEFONO /CEL	—
Título Profesional	ARQUITECTO		
Grado Académico	—		
Mención:	—		


MANUEL PADI CIPRIANO ROSAS
ARQUITECTO
CAP. 1663

FICHA DE EVALUACIÓN DE JUICIO DE EXPERTOS

FICHA DE VALIDEZ DE CONTENIDO

Título: "Aplicación de la metodología Last Planner System en partidas críticas para mejorar la productividad en la obra del local comunal de San Juan de Milpo, Pasco – 2025"

Datos generales

Nombre del Autor: *SANTI LUIS BARROZA FERNÁNDEZ y JHANNA EVA ROSAS PAREDES*

Área de acción laboral: Escuela Profesional de Ingeniería Civil - UNDAC

Codificación de respuestas de los jueces: Apreciación positiva= 1 Apreciación negativa= 0

CRITERIOS PARA LA EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO		Valoración		OBSERVACION
		0	1	
1. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje claro y apropiado		X	
2. OBJETIVIDAD	Está expresado en conductas observables		X	
3. PERTINENCIA	Adecuado al avance de la ciencia pedagógica		X	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica		X	
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos en cantidad y calidad		X	
6. ADECUACIÓN	Adecuado para valorar el constructo o variable a medir		X	
7. CONSISTENCIA	Basados en aspectos teóricos científicos	X		<i>Super instrumentos citados</i>
8. COHERENCIA	Entre las definiciones, dimensiones e indicadores		X	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito de la medición		X	
10. SIGNIFICATIVIDAD	Es útil y adecuado para la investigación		X	

Criterio de valoración del juez

TOTAL: *9*

Firma:

[Firma]
 Ing. LUIS PABLO GÓMEZ ROSAS
 ARQUITECTO CAP 9683

FICHA DE OBSERVACION: TIEMPO DE EJECUCION MENSUAL				
1. DATOS GENERALES				
Campo	Descripción			
Obra				
Fecha de observación				
Mes evaluado				
Especialidad / Frente				
Observador				
Mes	Tiempo programado (días)	Tiempo real (días)	Variación (± días)	Causa de variación
Enero				
Febrero				
Marzo				
Abril				
Mayo				
Junio				
Julio				
Agosto				
Setiembre				

I. CRITERIO DE VALORIZACION DEL JUEZ:

PROCEDE SU APLICACION	
NO PROCEDE SU APLICACION	

II. CONSTANCIA DEL JUICIO DE EXPERTO:

Nombre Completo	Manuel Paoli CIPRIANO ROSAS	DNI N°	41603359
Dirección Domiciliaria	DISTrito de CHAUIMARCA	TELEFONO /CEL	—
Título Profesional	ARQUITECTO		
Grado Académico	—		
Mención:	—		



MANUEL PAOLI CIPRIANO ROSAS
ARQUITECTO
CAP 9583

FICHA DE EVALUACIÓN DE JUICIO DE EXPERTOS

FICHA DE VALIDEZ DE CONTENIDO

Título: "Aplicación de la metodología Last Planner System en partidas críticas para mejorar la productividad en la obra del local comunal de San Juan de Milpo, Pasco – 2025"

Datos generales

Nombre del Autor: Santi Luis Becerra Fernández y Yarina Eva Rosas Paredes

Área de acción laboral: Escuela Profesional de Ingeniería Civil - UNDAC

Codificación de respuestas de los jueces: Apreciación positiva= 1 Apreciación negativa= 0

CRITERIOS PARA LA EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO		Valoración		OBSERVACION
		0	1	
1. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje claro y apropiado		X	
2. OBJETIVIDAD	Está expresado en conductas observables		X	
3. PERTINENCIA	Adecuado al avance de la ciencia pedagógica		X	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica		X	
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos en cantidad y calidad		X	
6. ADECUACIÓN	Adecuado para valorar el constructo o variable a medir		X	
7. CONSISTENCIA	Basados en aspectos teóricos científicos	X		Sugiere implementar criterios nuevos.
8. COHERENCIA	Entre las definiciones, dimensiones e indicadores		X	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito de la medición		X	
10. SIGNIFICATIVIDAD	Es útil y adecuado para la investigación		X	

Criterio de valoración del juez

TOTAL: 9



WALTER PAULI CERRANO ROSAS
ARQUITECTO CAP-1683

Firma:

FICHA DE OBSERVACION: COSTO DE EJECUCION MENSUAL				
1. DATOS GENERALES				
Campo	Descripción			
Obra				
Fecha de observación				
Semana / Mes evaluado				
Especialidad / Frente				
Observador				
Mes	Costo programado (S/.)	Costo ejecutado (S/.)	Variación económica (± S/.)	Observaciones
Enero				
Febrero				
Marzo				
Abril				
Mayo				
Junio				
Julio				
Agosto				
Setiembre				

I. CRITERIO DE VALORIZACION DEL JUEZ:

PROCEDE SU APLICACION	
NO PROCEDE SU APLICACION	

II. CONSTANCIA DEL JUICIO DE EXPERTO:

Nombre Completo	Manuel Pablo Cibriano Rojas	DNI N°	44603359
Dirección Domiciliaria	DISTRITO DE CHAMPAGNE	TELEFONO /CEL	—
Título Profesional	ARQUITECTO		
Grado Académico	—		
Mención:	—		



MANUEL PABLO CIBRIANO ROJAS
ARQUITECTO
CAP 9683

FICHA DE EVALUACIÓN DE JUICIO DE EXPERTOS

FICHA DE VALIDEZ DE CONTENIDO

Título: "Aplicación de la metodología Last Planner System en partidas críticas para mejorar la productividad en la obra del local comunal de San Juan de Milpo, Pasco – 2025"

Datos generales

Nombre del Autor : *SAN LUIS PABLO FERNÁNDEZ y YANINA EVA ROSAS PAREDES*

Área de acción laboral: Escuela Profesional de Ingeniería Civil - UNDAC.

Codificación de respuestas de los jueces: Apreciación positiva= 1 Apreciación negativa= 0

CRITERIOS PARA LA EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO		Valoración		OBSERVACION
		0	1	
1. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje claro y apropiado		X	
2. OBJETIVIDAD	Está expresado en conductas observables		X	
3. PERTINENCIA	Adecuado al avance de la ciencia pedagógica		X	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica		X	
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos en cantidad y calidad		X	
6. ADECUACIÓN	Adecuado para valorar el constructo o variable a medir		X	
7. CONSISTENCIA	Basados en aspectos teóricos científicos	X		<i>Se sigue implementando criterios nuevos</i>
8. COHERENCIA	Entre las definiciones, dimensiones e indicadores		X	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito de la medición		X	
10. SIGNIFICATIVIDAD	Es útil y adecuado para la investigación		X	

Criterio de valoración del juez

TOTAL: *9*

Firma:



MANUEL PABLO CIPRIANO ROJAS
ARQUITECTO CAP- 9883

FICHA DE OBSERVACION: PORCENTAJE PLAN CUMPLIDO



1. DATOS GENERALES

[illegible]

I. CRITERIO DE VALORIZACION DEL JUEZ:

PROCEDE SU APLICACION	☒
NO PROCEDE SU APLICACION	☐

II. CONSTANCIA DEL JUICIO DE EXPERTO:

Nombre Completo	Manuel Paoli Cipriano ROSAS	DNI N°	71603359
Dirección Domiciliaria	DISTRITO DE CHAMPAGNE	TELEFONO /CEL	—
Título Profesional	ARQUITECTO		
Grado Académico	—		
Mención:	—		



MANUEL PAOLI CIPRIANO ROSAS
ARQUITECTO
CAP 9583

FICHA DE EVALUACIÓN DE JUICIO DE EXPERTOS

FICHA DE VALIDEZ DE CONTENIDO

Título: "Aplicación de la metodología Last Planner System en partidas críticas para mejorar la productividad en la obra del local comunal de San Juan de Milpo, Pasco – 2025"

Datos generales

Nombre del Autor: *Janina ROSAS PACHECO y Sotero Luis BARRAZA FERNANDEZ*

Área de acción laboral: Escuela Profesional de Ingeniería Civil - UNDAC

Codificación de respuestas de los jueces: Apreciación positiva= 1 Apreciación negativa= 0

CRITERIOS PARA LA EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO		Valoración		OBSERVACION
		0	1	
1. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje claro y apropiado		/	
2. OBJETIVIDAD	Está expresado en conductas observables		/	
3. PERTINENCIA	Adecuado al avance de la ciencia pedagógica		/	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica		/	
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos en cantidad y calidad		/	
6. ADECUACIÓN	Adecuado para valorar el constructo o variable a medir		/	
7. CONSISTENCIA	Basados en aspectos teóricos científicos		/	
8. COHERENCIA	Entre las definiciones, dimensiones e indicadores	/		<i>Mejorar los indicadores</i>
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito de la medición		/	
10. SIGNIFICATIVIDAD	Es útil y adecuado para la investigación		/	

Criterio de valoración del juez

TOTAL: *9*


SERCOTEX S.A.
Xiomara Ylanizp. Mora
 CIP: 321916
 Firma: SUPERVISORA DE OBRA

**INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN – VARIABLE:
METODOLOGÍA LAST PLANNER SYSTEM**



Escala de valoración (Likert):

1 = Totalmente en desacuerdo

2 = En desacuerdo

3 = Ni de acuerdo ni en desacuerdo

4 = De acuerdo

5 = Totalmente de acuerdo

Sectorización

Ítem	Afirmación	1	2	3	4	5
1	La obra cuenta con sectores definidos para facilitar la organización de tareas.					
2	Se realiza seguimiento del avance físico por sectores.					
3	La organización de cuadrillas considera la división por sectores.					

Plan Intermedio (Lookahead Planning)

Ítem	Afirmación	1	2	3	4	5
4	Se identifican restricciones antes de ejecutar las actividades próximas.					
5	Se revisa periódicamente el plan de actividades a corto plazo.					
6	Las tareas planificadas cuentan con condiciones previas aseguradas para su ejecución.					

Programación Semanal

Ítem	Afirmación	1	2	3	4	5
7	Se realizan reuniones semanales de planificación con el personal de obra.					
8	Las actividades programadas para la semana se cumplen según lo planificado.					
9	Se registra y analiza el porcentaje de tareas cumplidas semanalmente.					

II. CONSTANCIA DEL JUICIO DE EXPERTO:

Nombre Completo	Monzó Nora Xiomara	DNI N°	72159865
Dirección Domiciliaria	Chidlayo	TELEFONO /CEL	960959982
Título Profesional	INGENIERA CIVIL		
Grado Académico	TITULADO		
Mención:	—		



 SERCONSUN S.A.
 Xiomara Monzó Mona
 CIP 221918
 SUPERVISORA DE OBRA

FICHA DE EVALUACIÓN DE JUICIO DE EXPERTOS

FICHA DE VALIDEZ DE CONTENIDO

Título: "Aplicación de la metodología Last Planner System en partidas críticas para mejorar la productividad en la obra del local comunal de San Juan de Milpo, Pasco – 2025"

Datos generales

Nombre del Autor: YANIRA EVA ROSAS PAREDES y SAN LUIS BAZZOLA FERNANDO

Área de acción laboral: Escuela Profesional de Ingeniería Civil - UNDAC

Codificación de respuestas de los jueces: Apreciación positiva= 1 Apreciación negativa= 0

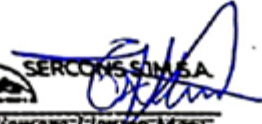
CRITERIOS PARA LA EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO		Valoración		OBSERVACION
		0	1	
1. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje claro y apropiado		/	
2. OBJETIVIDAD	Está expresado en conductas observables		/	
3. PERTINENCIA	Adecuado al avance de la ciencia pedagógica		/	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica		/	
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos en cantidad y calidad		/	
6. ADECUACIÓN	Adecuado para valorar el constructo o variable a medir		/	
7. CONSISTENCIA	Basados en aspectos teóricos científicos		/	
8. COHERENCIA	Entre las definiciones, dimensiones e indicadores		/	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito de la medición		/	
10. SIGNIFICATIVIDAD	Es útil y adecuado para la investigación		/	

Criterio de valoración del juez

TOTAL: 10



SERCON S.A.



Xiomara Elvira Mora

 CIP 121918

 SUPERVISORA DE OBRA

FICHA DE OBSERVACION: COSTO DE EJECUCION MENSUAL				
1. DATOS GENERALES				
Campo	Descripción			
Obra				
Fecha de observación				
Semana / Mes evaluado				
Especialidad / Frente				
Observador				
Mes	Costo programado (S/.)	Costo ejecutado (S/.)	Variación económica (± S/.)	Observaciones
Enero				
Febrero				
Marzo				
Abril				
Mayo				
Junio				
Julio				
Agosto				
Setiembre				

I. CRITERIO DE VALORIZACION DEL JUEZ:

PROCEDE SU APLICACION	
NO PROCEDE SU APLICACION	

FICHA DE EVALUACION DE JUICIO DE EXPERTOS

FICHA DE VALIDEZ DE CONTENIDO

Título: "Aplicación de la metodología Last Planner System en partidas críticas para mejorar la productividad en la obra del local comunal de San Juan de Milpo, Pasco – 2025"

Datos generales

Nombre del Autor: YONIDA EUGENIA ROSAS PAREDES Y SAN LUIS BAZZOLA FERNANDO

Área de acción laboral: Escuela Profesional de Ingeniería Civil - UNDAC

Codificación de respuestas de los jueces: Apreciación positiva= 1 Apreciación negativa= 0

CRITERIOS PARA LA EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO		Valoración		OBSERVACION
		0	1	
1. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje claro y apropiado		/	
2. OBJETIVIDAD	Está expresado en conductas observables		/	
3. PERTINENCIA	Adecuado al avance de la ciencia pedagógica		/	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica		/	
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos en cantidad y calidad		/	
6. ADECUACIÓN	Adecuado para valorar el constructo o variable a medir		/	
7. CONSISTENCIA	Basados en aspectos teóricos científicos		/	
8. COHERENCIA	Entre las definiciones, dimensiones e indicadores		/	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito de la medición		/	
10. SIGNIFICATIVIDAD	Es útil y adecuado para la investigación		/	

Criterio de valoración del juez

TOTAL: 10


SERCOVIS S.A.
Xiomara Elvira Mora
 CIP: 122918
 SUPERVISORA DE OBRA

FICHA DE OBSERVACION: COSTO DE EJECUCION MENSUAL				
1. DATOS GENERALES				
Campo	Descripción			
Obra				
Fecha de observación				
Semana / Mes evaluado				
Especialidad / Frente				
Observador				
Mes	Costo programado (S/.)	Costo ejecutado (S/.)	Variación económica (± S/.)	Observaciones
Enero				
Febrero				
Marzo				
Abril				
Mayo				
Junio				
Julio				
Agosto				
Setiembre				

I. CRITERIO DE VALORIZACION DEL JUEZ:

PROCEDE SU APLICACION	☒
NO PROCEDE SU APLICACION	☐

II. CONSTANCIA DEL JUICIO DE EXPERTO:

Nombre Completo	Monzor Mon Xiomara	DNI N°	72139865
Dirección Domiciliaria	Cliclayo	TELEFONO /CEL	960859983
Título Profesional	INGENIERIA CIVIL		
Grado Académico	TITULADO		
Mención:	—		


 SERCONSAMSA
 Xiomara Xiomara Mon
 CP 321014
 SUPERVISORA DE OBRA

FICHA DE EVALUACIÓN DE JUICIO DE EXPERTOS

FICHA DE VALIDEZ DE CONTENIDO

Título: "Aplicación de la metodología Last Planner System en partidas críticas para mejorar la productividad en la obra del local comunal de San Juan de Milpo, Pasco – 2025"

Datos generales

Nombre del Autor: *Yicam. Eul. Rosa Paredes. Sami Luis. BAZZOLA FERNANDEZ*
 Área de acción laboral: Escuela Profesional de Ingeniería Civil - UNDAC

Codificación de respuestas de los jueces: Apreciación positiva= 1 Apreciación negativa= 0

CRITERIOS PARA LA EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO		Valoración		OBSERVACION
		0	1	
1. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje claro y apropiado		/	
2. OBJETIVIDAD	Está expresado en conductas observables		/	
3. PERTINENCIA	Adecuado al avance de la ciencia pedagógica		/	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica		/	
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos en cantidad y calidad		/	
6. ADECUACIÓN	Adecuado para valorar el constructo o variable a medir		/	
7. CONSISTENCIA	Basados en aspectos teóricos científicos		/	
8. COHERENCIA	Entre las definiciones, dimensiones e indicadores		/	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito de la medición		/	
10. SIGNIFICATIVIDAD	Es útil y adecuado para la investigación		/	

Criterio de valoración del juez

TOTAL: **10**


SERCOTISA S.A.
[Firma]
 Firma: **Xiomara Llongón Mora**
 CIP: 322918
 SUPERVISORA DE OBRA

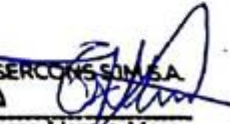
FICHA DE OBSERVACION: TIEMPO DE EJECUCION MENSUAL				
1. DATOS GENERALES				
Campo	Descripción			
Obra				
Fecha de observación				
Mes evaluado				
Especialidad / Frente				
Observador				
Mes	Tiempo programado (días)	Tiempo real (días)	Variación (± días)	Causa de variación
Enero				
Febrero				
Marzo				
Abril				
Mayo				
Junio				
Julio				
Agosto				
Setiembre				

I. CRITERIO DE VALORIZACION DEL JUEZ:

PROCEDE SU APLICACION	☒
NO PROCEDE SU APLICACION	☐

II. CONSTANCIA DEL JUICIO DE EXPERTO:

Nombre Completo	Llontop Mora Xiomara	DNI N°	72159865
Dirección Domiciliaria	CHICLAYO	TELEFONO /CEL	960828953
Título Profesional	INGENIERIA CIVIL		
Grado Académico	TITULADO		
Mención:	—		



SERCOTUS S.A.
Xiomara Llontop Mora
CIP: 222914
SUPERVISORA DE OBRA

FICHA DE EVALUACIÓN DE JUICIO DE EXPERTOS

FICHA DE VALIDEZ DE CONTENIDO

Título: "Aplicación de la metodología Last Planner System en partidas críticas para mejorar la productividad en la obra del local comunal de San Juan de Milpo, Pasco - 2025"

Datos generales

Nombre del Autor : *Yohana Erika Rosas Paredes y Juan Luis Barzola Ibarra*

Área de acción laboral: Escuela Profesional de Ingeniería Civil - UNDAC.

Codificación de respuestas de los jueces: Apreciación positiva= 1 Apreciación negativa= 0

CRITERIOS PARA LA EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO		Valoración		OBSERVACION
		0	1	
1. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje claro y apropiado		/	
2. OBJETIVIDAD	Está expresado en conductas observables		/	
3. PERTINENCIA	Adecuado al avance de la ciencia pedagógica		/	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica		/	
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos en cantidad y calidad		/	
6. ADECUACIÓN	Adecuado para valorar el constructo o variable a medir		/	
7. CONSISTENCIA	Basados en aspectos teóricos científicos		/	
8. COHERENCIA	Entre las definiciones, dimensiones e indicadores		/	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito de la medición		/	
10. SIGNIFICATIVIDAD	Es útil y adecuado para la investigación		/	

Criterio de valoración del juez

TOTAL: *10*

 *[Firma]*
SERCONE S.A.
Xiomara Llopis Mora
 CIP-331912
 Firma: SUPERVISORA DE OBRA

[illegible]

PROCEDE SU APLICACION	✓
NO PROCEDE SU APLICACION	

I. CRITERIO DE VALORIZACION DEL JUEZ:

PROCEDE SU APLICACION	☒
NO PROCEDE SU APLICACION	☐

II. CONSTANCIA DEL JUICIO DE EXPERTO:

Nombre Completo	Alonso Nora Xionara	DNI N°	72159865
Dirección Domiciliaria	Chiclayo	TELEFONO /CEL	96058 993.
Título Profesional	INGENIERIA CIVIL		
Grado Académico	TRITULO DO		
Mención:	—		


 SERCOTEC S.A.
 Xiomara Limón Mora
 CIP 333914
 SUPERVISORA DE OBRA

Anexo 3. Matriz de consistencia

Aplicación de la metodología last planner system Para Mejorar La Productividad En La Obra del local comunal de San Juan de Milpo, Pasco 2025						
Problema	Objetivo	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicador	Metodología
¿Cómo influye la aplicación de la metodología Last Planner System en la productividad de las partidas criticas en la obra del local comunal de San Juan de Milpo, Pasco 2025?	Determinar la influencia de la metodología Last Planner System en la productividad de las partidas críticas en la obra del local comunal de San Juan de Milpo, Pasco – 2025.	La aplicación de la metodología Last Planner System influye significativamente en la productividad de las partidas críticas en la obra del local comunal de San Juan de Milpo, Pasco 2025.	VI: Metodologia Last Planner	Sectorización	Porcentaje de avance de los sectores planificados.	Método de la investigación: Hipotético - Deductivo Alcances de la investigación: Explicativo Diseño de la investigación: cuasi experimental Población: Expediente Técnico Muestra: Técnica de recolección de datos: Partidas críticas de concreto, acero y encofrado Instrumento de recolección: Guía de análisis documental y ficha de observacion
					Variabilidad en la cantidad de tareas	
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicas		Plan intermedio (Lookahead Planning).	Cumplimiento del plan intermedio	
					Número de restricciones identificadas y abordadas	
¿Cómo impacta la aplicación de la metodología Last Planner System en el Porcentaje de Plan Cumplido de las partidas críticas en la obra del local comunal de San Juan de Milpo, Pasco 2025?	Evaluar el impacto de la metodología Last Planner System en el Porcentaje de Plan Cumplido de las partidas críticas en la obra del local comunal de San Juan de Milpo, Pasco 2025.	La aplicación de la metodología Last Planner System influye significativamente en el Porcentaje de Plan Cumplido de las partidas críticas en la obra del local comunal de San Juan de Milpo, Pasco 2025.		Programación semanal.	Porcentaje de tareas cumplidas	

¿Cómo influye la aplicación de la metodología Last Planner System en el tiempo de ejecución de las partidas críticas en la obra del local comunal de San Juan de Milpo, Pasco 2025?	Determinar la influencia de la metodología Last Planner System en el tiempo de ejecución de las partidas críticas en la obra del local comunal de San Juan de Milpo, Pasco 2025.	La aplicación de la metodología Last Planner System influye significativamente en el tiempo de ejecución de las partidas críticas en la obra del local comunal de San Juan de Milpo, Pasco 2025.	VD: Productividad	Porcentaje de Plan Cumplido	Índice de PPC	
				Tiempo de ejecución	Porcentaje de avance mensual (cronograma)	
¿Cómo impacta la aplicación de la metodología Last Planner System en el costo de las partidas críticas en la obra del local comunal de San Juan de Milpo, Pasco 2025?	Evaluar el impacto de la aplicación de la metodología Last Planner System en el costo de las partidas críticas en la obra del local comunal de San Juan de Milpo, Pasco 2025.	La aplicación de la metodología Last Planner System influye significativamente en los costos de las partidas críticas en la obra del local comunal de San Juan de Milpo, Pasco 2025.		Costos de partidas	Porcentaje de avance valorizado (cronograma valorizado)	

Anexo 4. Matriz de operacionalización

Aplicación de la metodología last planner system Para Mejorar La Productividad En La Obra del local comunal de San Juan de Milpo, Pasco 2025						
Variable		Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
VI	Metodología Last Planner	La Metodología Last Planner System (LPS) es una estrategia de planificación y control utilizada en la construcción que busca mejorar la eficiencia y fiabilidad de los proyectos mediante la colaboración y el compromiso de todos los involucrados. Su implementación permite identificar restricciones, optimizar la asignación de recursos y reducir tiempos improductivos, lo que se traduce en una mayor eficiencia en la ejecución de las obras	La aplicación de la metodología Last Planner System se medirá en función del grado de avance de las actividades planificadas en los distintos sectores de la obra, la reducción de restricciones identificadas en la planificación intermedia, y el cumplimiento de las tareas semanales programadas. Se evaluará a través de indicadores como el porcentaje de avance de los sectores planificados, la variabilidad en la cantidad de tareas ejecutadas, el cumplimiento del plan intermedio y el porcentaje de tareas cumplidas en la planificación semanal.	Sectorización	Porcentaje de avance de los sectores planificados.	RAZÓN
					Variabilidad en la cantidad de tareas	
				Plan intermedio (Lookahead Planning).	Cumplimiento del plan intermedio	RAZÓN
					Número de restricciones identificadas y abordadas	
				Programación semanal.	Porcentaje de tareas cumplidas	RAZÓN
VD	Productividad	la Productividad se refiere a la eficiencia con la que se utilizan los recursos en la producción de bienes y	La productividad en la obra de la obra del local comunal de San Juan de Milpo, Pasco 2025 de Pasco se medirá considerando la	Porcentaje de Plan Cumplido	Índice de PPC	RAZÓN

		servicios. Es un factor clave para la competitividad empresarial, ya que una mayor productividad implica una mejor utilización de los recursos disponibles, lo que puede conducir a una ventaja competitiva en el mercado.	reducción en los tiempos de ejecución, la optimización de los procesos constructivos y la disminución de costos en el proyecto. Se evaluará mediante indicadores como los tiempos de ejecución de actividades planificadas, la cantidad de partidas del expediente técnico optimizadas y la reducción del costo total en relación con el presupuesto estimado.	Tiempo de ejecución	Porcentaje de avance mensual (cronograma)	RAZÓN
				Costos de partidas	Porcentaje de avance valorizado (cronograma valorizado)	RAZÓN