

**UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SAPIENTIAE**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**



Implementación del Last Planner System para mejorar la productividad  
en la construcción de estructuras metálicas en la empresa ALYABE  
S.R.L., Perú

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR EL  
TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

**AUTORA**

Iris Lizeth Cava Suarez

**ASESOR**

Julio Christian Quesada Llanto

Lima, Perú

2024

**METADATOS COMPLEMENTARIOS****Datos del autor**

Nombres	IRIS LIZETH
Apellidos	CAVA SUAREZ
Tipo de documento de identidad	DNI
Número del documento de identidad	71583759
Número de Orcid (opcional)	

**Datos del asesor**

Nombres	JULIO CHRISTIAN
Apellidos	QUESADA LLANTO
Tipo de documento de identidad	DNI
Número del documento de identidad	42831273
Número de Orcid (obligatorio)	0000-0003-4366-4926

**Datos del Jurado****Datos del presidente del jurado**

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	DNI
Número del documento de identidad	

**Datos del segundo miembro**

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	DNI
Número del documento de identidad	

**Datos del tercer miembro**

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	DNI
Número del documento de identidad	

**Datos de la obra**

Materia*	Last Planner System, productividad, estructuras metálicas, planificación colaborativa, coordinación de equipos.
Campo del conocimiento OCDE Consultar el listado: <a href="#">enlace</a>	<a href="https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.00.00">https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.00.00</a>
Idioma (Normal ISO 639-3)	SPA - español
Tipo de trabajo de investigación	Trabajo de Suficiencia Profesional
País de publicación	PE - PERÚ
Recurso del cual forma parte (opcional)	
Nombre del grado	Ingeniero Civil
Grado académico o título profesional	Título Profesional
Nombre del programa	Ingeniería Civil
Código del programa Consultar el listado: <a href="#">enlace</a>	732016

\*Ingresar las palabras clave o términos del lenguaje natural (no controladas por un vocabulario o tesoro).

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ACTA N° 105-2024-UCSS-FI/TPICIV**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

Los Olivos, 20 de diciembre del 2024

Siendo el 20 de diciembre de 2024, en la Universidad Católica Sedes Sapientiae, se realizó la evaluación y calificación del siguiente informe de Trabajo de Suficiencia Profesional:

**“Implementación del Last Planner System para mejorar la productividad en la construcción de estructuras metálicas en la empresa ALYABE S.R.L., Perú”**

Presentado por la bachiller en Ciencias de la Ingeniería Civil de la Sede Lima:

**CAVA SUAREZ, IRIS LIZETH**

Ante la comisión evaluadora de especialistas conformado por:

**CARMENATES HERNANDEZ, DAYMA SADAMI**

**LOPEZ SILVA, MAIQUEL**

Luego de haber realizado las evaluaciones y calificaciones correspondientes la comisión lo declara:

**APROBADO**

En mérito al resultado obtenido se expide la presente acta con la finalidad que el Consejo de Facultad considere se le otorgue a la Bachiller CAVA SUAREZ, IRIS LIZETH el Título Profesional de:

**INGENIERO CIVIL**

En señal de conformidad firmamos,



**CARMENATES HERNÁNDEZ, DAYMA SADAMI**

Revisor especialista 1



**LÓPEZ SILVA, MAIQUEL**

Revisor especialista 2

**Anexo 2**

**CARTA DE CONFORMIDAD DEL ASESOR(A) DE TESIS / INFORME ACADÉMICO/ TRABAJO DE INVESTIGACIÓN/ TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL CON INFORME DE EVALUACIÓN DEL SOFTWARE ANTIPLAGIO**

Los Olivos, 30 de enero de 2025

Señor

Manuel Ismael Laurencio Luna

Coordinador del Programa de Estudios de Ingeniería Civil

Facultad de Ingeniería

Universidad Católica Sedes Sapientiae

Reciba un cordial saludo.

Sirva el presente para informar que el informe de trabajo de suficiencia profesional, bajo mi asesoría, con título: Implementación del Last Planner System para mejorar la productividad en la construcción de estructuras metálicas en la empresa ALYABE S.R.L., Perú, presentado por: Iris Lizeth Cava Suarez con código: 2014101684 y DNI: 71583759 para optar el título profesional de Ingeniero Civil, ha sido revisado en su totalidad por mi persona y **CONSIDERO** que el mismo se encuentra **APTO** para ser publicado.

Asimismo, para garantizar la originalidad del documento en mención, se le ha sometido a los mecanismos de control y procedimientos antiplagio previstos en la normativa interna de la Universidad, **cuyo resultado alcanzó un porcentaje de similitud de 1 %**.\* Por tanto, en mi condición de asesor(a), firmo la presente carta en señal de conformidad y adjunto el informe de similitud del Sistema Antiplagio Turnitin, como evidencia de lo informado.

Sin otro particular, me despido de usted. Atentamente,



---

Julio Christian Quesada Llanto

DNI N°: 42831273

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4366-4926>

Facultad de Ingeniería - UCSS

\* De conformidad con el artículo 8°, del Capítulo 3 del Reglamento de Control Antiplagio e Integridad Académica para trabajos para optar grados y títulos, aplicación del software antiplagio en la UCSS, se establece lo siguiente:

Artículo 8°. Criterios de evaluación de originalidad de los trabajos y aplicación de filtros

El porcentaje de similitud aceptado en el informe del software antiplagio para trabajos para optar grados académicos y títulos profesionales, será máximo de veinte por ciento (20%) de su contenido, siempre y cuando no implique copia o indicio de copia.

## Resumen

Este trabajo tiene como objetivo principal evaluar la productividad en la construcción de estructuras metálicas en la empresa ALYABE S.R.L. mediante la implementación del Last Planner System (LPS). La propuesta busca adaptar esta metodología de planificación colaborativa a las necesidades específicas de la empresa, optimizando la gestión de recursos y la coordinación entre los equipos de trabajo. El diseño de la solución incluye la integración del LPS en los procesos de planificación, acompañado de una capacitación continua del personal. Los resultados obtenidos muestran una reducción significativa en los tiempos de ejecución, una disminución del desperdicio de materiales y una mejora en la eficiencia operativa general. En conclusión, la implementación del LPS ha mejorado la productividad de la empresa, alineándose con los plazos y optimizando el uso de los recursos. Se recomienda continuar con la expansión de esta metodología a otros proyectos de la empresa para mantener la mejora continua.

***Palabras claves:*** *Last Planner System, productividad, estructuras metálicas, planificación colaborativa, coordinación de equipos.*

## Abstract

The main objective of this work is to evaluate the productivity in the construction of metal structures at ALYABE S.R.L. through the implementation of the Last Planner System (LPS).

The proposal aims to adapt this collaborative planning methodology to the specific needs of the company, optimizing resource management and coordination between work teams. The solution design includes integrating LPS into the planning processes, accompanied by continuous staff training. The results show a significant reduction in execution times, a decrease in material waste, and an overall improvement in operational efficiency. In conclusion, the implementation of LPS has enhanced the company's productivity, aligning with deadlines and optimizing resource use. It is recommended to expand this methodology to other company projects to maintain continuous improvement.

**Keywords:** *Last Planner System, productivity, metal structures, collaborative planning, team coordination.*

## Índice

Resumen.....	2
Abstract.....	3
Índice.....	4
Índice de tablas .....	8
Índice de figuras.....	9
Introducción .....	10
Trayectoria del autor.....	13
Descripción de la Empresa.....	13
Descripción de la empresa / Institución.....	13
Organigrama de la empresa .....	14
Áreas y funciones desempeñadas.....	16
Experiencia profesional realizada en la organización.....	17
Problemática .....	19
Realidad problemática .....	19
Planteamiento del problema.....	21
Objetivos.....	23
Objetivo General.....	23
Objetivos Específicos.....	23

Justificación .....	23
Alcances y limitaciones .....	24
Alcances .....	24
Limitaciones.....	25
Marco teórico .....	26
Antecedentes .....	26
Internacionales .....	26
Nacionales.....	30
Bases Teóricas .....	34
Fundamentos del Last Planner System (LPS).....	34
Impacto del LPS en la Eficiencia del Uso de Materiales.....	38
Disminución de Tiempos Muertos con la Implementación del LPS .....	39
Mejora en la Coordinación y Comunicación con el LPS.....	41
Sinergia entre el Last Planner System y la Gestión de la Seguridad Laboral.....	45
Análisis de Casos de Estudio en la Implementación del LPS.....	48
Definición de términos básicos.....	53
Propuesta de solución .....	55
Análisis situacional .....	55
Descripción del proyecto .....	55
Identificación de los problemas .....	58

Descripción de los problemas identificados en ALYABE S.R.L. ....	58
Metodología de la Solución .....	60
Procesos secuenciales de la solución .....	60
Desarrollo de la solución .....	64
Implementación del Last Planner System.....	65
Sectorización.....	66
Planificación Lookahead.....	68
Desarrollo de la planificación semanal .....	69
Ejecución y monitoreo .....	70
Identificación de Causas de No Cumplimiento .....	73
Mejora Continua y Retroalimentación.....	75
Factibilidad Técnica y Operativa .....	75
Factibilidad técnica del Last Planner System en ALYABE S.R.L. ....	75
Capacitación del equipo y herramientas necesarias.....	76
Recursos materiales y tecnológicos involucrados.....	77
Inversión y Recursos.....	78
Costo del proyecto de implementación del LPS .....	78
Análisis del retorno de inversión .....	79
Recursos humanos y logísticos .....	79
Análisis de resultados .....	80

Análisis Costo – Beneficio.....	80
Costos involucrados en la implementación.....	80
Comparación de costos pre y post implementación del LPS .....	81
Beneficios tangibles e intangibles de la implementación .....	81
Beneficios de la Implementación.....	82
Mejora en la productividad de las actividades de construcción.....	83
Reducción de tiempos muertos y optimización de recursos .....	83
Aumento de la eficiencia en la planificación y ejecución.....	83
Impacto en la comunicación y coordinación entre equipos .....	84
Aportes más destacables a la institución.....	85
Conclusiones .....	87
Recomendaciones .....	88
Referencias.....	89
Anexos .....	94

## Índice de tablas

Tabla 1 Comparación entre Last Planner System (LPS) y Métodos Tradicionales de Planificación .....	37
Tabla 2 Comparación entre Planificación Colaborativa (LPS) y Planificación Tradicional .....	42
Tabla 3 Comparación entre la Frecuencia y Calidad de la Gestión de Proyectos con LPS y Métodos Tradicionales.....	43
Tabla 4 Comparación de Resultados en Proyectos con y sin Implementación del LPS.....	44
Tabla 5 Comparación de beneficios entre la implementación conjunta de LPS y OHSAS 18001 versus solo OHSAS 18001.....	46
Tabla 6 Comparación entre la implementación de LPS junto con Normas de Seguridad y Solo Normas de Seguridad.....	47
Tabla 7 Comparación de resultados en proyectos con y sin la implementación del LPS.....	49
Tabla 8 Comparación de resultados en proyectos con y sin la implementación del LPS.....	51
Tabla 9 Comparación de resultados entre la implementación de LPS + BIM, Solo LPS, y Solo BIM.....	52
Tabla 10 Procesos secuenciales para la aplicación de LPS .....	61
Tabla 11 Restricciones semanales del proyecto.....	73
Tabla 12 Cuadro de inversión de LPS en ALYABE S.R.L .....	78
Tabla 13 Recursos humanos para la implementación de LPS .....	79
Tabla 14 Costos involucrados en la implementación .....	80
Tabla 15 Cuadro comparativo de costos pre y post implementación de LPS.....	81

## Índice de figuras

Figura 1 Organigrama de la empresa ALYABE S.R.L. ....	16
Figura 2 Proyecto Montaje de planta de procesos 350 TMSD, Lixiviación 100 TMSD Y Desorción 2 TN, Área Chancado .....	57
Figura 3 Vista en planta del proyecto, área de chancado.....	57
Figura 4 Actividades retrasadas por falta de material fabricado en planta .....	58
Figura 5 Falla mecánica de la Grúa de izaje, siendo reparada por el mismo personal de la empresa .....	59
Figura 6 Personal corrigiendo el alineamiento y verticalidad de las estructuras .....	59
Figura 7 Reuniones Lean Construction en ALYABE S.R.L. ....	65
Figura 8 Sectorización del área de chancado del proyecto .....	66
Figura 9 Tren de actividades del proyecto .....	67
Figura 10 Lookahead planning de la semana 1 y semana 2 del proyecto.....	68
Figura 11 Lookahead planning de la semana 3 y semana 4 del proyecto.....	69
Figura 12 Tableros de planificación semanal en las oficinas de obra.....	70
Figura 13 Monitoreo de la ejecución de actividades programadas .....	71
Figura 14 Porcentaje de plan cumplido de la semana 1 .....	71
Figura 15 Porcentaje de plan cumplido de la semana 3.....	72
Figura 16 Porcentaje de plan cumplido de la semana 2.....	72
Figura 17 Porcentaje de plan cumplido de la semana 4.....	72
Figura 18 Impacto de las Restricciones en el PCC .....	73
Figura 19 Causas de no cumplimiento.....	74

## Introducción

La implementación del Last Planner System (LPS) ha emergido como una metodología crucial en la industria de la construcción, tanto a nivel global como en contextos específicos como el peruano. Este sistema, desarrollado dentro del marco de la filosofía Lean Construction, se centra en la planificación y control de la producción para optimizar los procesos constructivos, reduciendo los desperdicios y mejorando la eficiencia en la ejecución de proyectos. En un sector caracterizado por su complejidad y los múltiples desafíos que enfrenta, la adopción del LPS se presenta como una herramienta fundamental para mejorar la productividad y cumplir con los plazos de entrega de manera más eficiente.

A nivel internacional, la adopción de Lean Construction y, en particular, del Last Planner System, ha demostrado ser una estrategia eficaz para abordar los problemas tradicionales de la construcción, como los retrasos, los sobrecostos y la baja calidad en la ejecución. Según un estudio de Forbes & Ahmed (2010), la implementación de metodologías Lean en la construcción ha permitido a las empresas reducir en un 25% los tiempos muertos y mejorar en un 15% la eficiencia en el uso de materiales. Estos resultados destacan la importancia de aplicar técnicas de gestión avanzadas que permitan a las empresas de construcción mantenerse competitivas en un mercado global cada vez más exigente.

En el contexto peruano, el sector de la construcción representa una parte significativa de la economía, contribuyendo con alrededor del 5% del Producto Bruto Interno (PBI) según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). Sin embargo, el sector enfrenta desafíos críticos relacionados con la eficiencia en la gestión de proyectos. Los costos de construcción han aumentado en un 15% en la última década, y se estima que el 25% de los materiales se

desperdician debido a una planificación deficiente (Banco Central de Reserva del Perú [BCRP], 2020). Estos problemas son especialmente agudos en la construcción de estructuras metálicas, un área donde ALYABE S.R.L. ha identificado la necesidad de mejorar la productividad y optimizar sus procesos.

La empresa ALYABE S.R.L. ha experimentado varios desafíos en la ejecución de sus proyectos de estructuras metálicas, como la falta de una planificación efectiva, tiempos muertos significativos y un uso ineficiente de los materiales. Estos problemas no solo afectan la rentabilidad de la empresa, sino que también ponen en riesgo su capacidad para cumplir con los plazos de entrega y mantener la satisfacción del cliente. En este contexto, la implementación del Last Planner System se presenta como una solución viable para optimizar la productividad y mejorar la eficiencia en la ejecución de los proyectos de ALYABE S.R.L.

El propósito central de esta investigación es evaluar el impacto de la implementación del Last Planner System en la productividad de los proyectos de construcción de estructuras metálicas en ALYABE S.R.L. Específicamente, se busca analizar cómo la adopción del LPS puede mejorar la planificación y control de la producción, reducir los tiempos muertos, aumentar la eficiencia en el uso de materiales y mejorar la coordinación y comunicación entre los equipos de trabajo. La hipótesis que guía este estudio es que la implementación del Last Planner System mejorará significativamente la productividad en la construcción de estructuras metálicas en ALYABE S.R.L., permitiendo a la empresa reducir sobrecostos y cumplir con los plazos de entrega establecidos.

La relevancia de este estudio radica en su potencial para proporcionar un modelo replicable que otras empresas del sector de la construcción en Perú puedan adoptar para mejorar sus procesos y resultados. Aunque la aplicación del Last Planner System en Perú aún es limitada,

los resultados preliminares en otras empresas han sido prometedores. Este estudio no solo contribuirá al éxito de los proyectos actuales de ALYABE S.R.L., sino que también ofrecerá un marco de referencia para futuras investigaciones sobre la implementación de Lean Construction en contextos similares.

Además de su relevancia práctica, esta investigación también tiene una importancia teórica significativa. Contribuirá al cuerpo de conocimiento existente sobre la aplicación del Last Planner System en la construcción de estructuras metálicas, proporcionando datos empíricos que pueden ser utilizados para mejorar las prácticas actuales en la industria. La investigación también explorará cómo el LPS puede ser adaptado y optimizado para el contexto específico de ALYABE S.R.L., considerando las particularidades del mercado peruano y las necesidades específicas de la empresa.

Por lo tanto, la implementación del Last Planner System en ALYABE S.R.L. representa una oportunidad para mejorar la productividad y eficiencia de la empresa, abordar problemas críticos en la ejecución de proyectos y establecer un estándar de calidad en la construcción de estructuras metálicas en Perú. Este estudio no solo beneficiará a la empresa en términos de eficiencia operativa, sino que también contribuirá al desarrollo del sector de la construcción en el país, proporcionando un modelo de gestión de proyectos más eficiente y sostenible.

## Trayectoria del autor

### Descripción de la Empresa

#### *Descripción de la empresa / Institución*

ALYABE S.R.L. es una empresa peruana fundada el 13 de enero de 2016, especializada en el diseño, desarrollo y ejecución de proyectos de ingeniería civil, mecánica y eléctrica, con un enfoque particular en plantas concentradoras y proyectos de estructuras metálicas. Con más de 20 años de experiencia en el mercado nacional, ALYABE S.R.L. se ha consolidado como un referente en la industria metalmecánica, ofreciendo soluciones integrales que abarcan desde la ingeniería conceptual hasta la puesta en marcha de proyectos de gran envergadura.

La empresa cuenta con un equipo de ingenieros, técnicos y personal calificado que garantizan la calidad y seguridad en todos sus procesos, apoyados por una política integrada que abarca estándares de calidad, seguridad y medio ambiente. Además de sus capacidades en diseño y ejecución, ALYABE S.R.L. también se dedica a la fabricación de estructuras metálicas, equipos mineros, repuestos y accesorios, así como al mantenimiento y reparación de equipos de planta.

Entre sus servicios destacan la elaboración de proyectos de ingeniería para plantas de proceso de minerales, cementos, pesqueras y otras industrias; la fabricación y montaje de equipos electromecánicos; y el mantenimiento de plantas de proceso. La empresa tiene la capacidad de producir hasta 80 toneladas mensuales en su planta ubicada en la zona industrial de Huachipa, Lima.

La misión de ALYABE S.R.L. es brindar soluciones a las necesidades de sus clientes mediante el uso de tecnologías modernas y equipos sofisticados, apoyados por un personal competente. La empresa se compromete a mantener altos estándares de calidad en todos sus

procesos y a garantizar la seguridad de sus colaboradores, promoviendo un ambiente de trabajo saludable que respete el medio ambiente.

La empresa ALYABE S.R.L. aspira a convertirse en una empresa líder e innovadora en el mercado nacional e internacional, reconocida por la calidad y seguridad de sus operaciones en el diseño y ejecución de proyectos de ingeniería civil, mecánica y eléctrica, así como en el mantenimiento de plantas de procesos. La empresa busca generar satisfacción entre todas las partes interesadas, contribuyendo positivamente a la sociedad.

Los valores de la empresa se rigen por los valores de calidad, seguridad, puntualidad y vocación de servicio. Estos valores se reflejan en su compromiso de realizar todas sus actividades con excelencia, cumplir con los tiempos de entrega establecidos y ofrecer un servicio personalizado a sus clientes internos y externos.

ALYABE S.R.L. ha logrado una destacada trayectoria, habiendo a la fecha capacitado a 170 empleados, finalizado 280 proyectos, fabricado 198 estructuras y realizado 274 mantenimientos. Entre sus principales clientes se encuentran compañías mineras de renombre como Compañía Minera Ares S.A.C., Auplata Mining Group, y Minera Santa Luisa, lo que subraya la confianza depositada en sus servicios dentro del sector industrial y minero del Perú.

### ***Organigrama de la empresa***

La estructura organizacional de ALYABE S.R.L. se define por una jerarquía clara y funcional, centrada en la Gerencia General, que actúa como el órgano directriz y principal responsable de la coordinación y organización de todas las actividades empresariales. La Gerencia General trabaja en estrecha colaboración con las siguientes áreas clave:

**Gerencia de proyectos.** Esta gerencia es responsable de la planificación, coordinación y manejo de los recursos necesarios para la ejecución de los proyectos de la empresa. Bajo su supervisión, se encuentran las subgerencias de:

**Diseño e ingeniería.** Encargada del desarrollo de proyectos de ingeniería básica y de detalle, asegurando que los diseños cumplan con los estándares técnicos y normativos.

**Obras civiles.** Responsable de la ejecución y supervisión de proyectos de construcción civil, garantizando la calidad y cumplimiento de plazos en las obras.

**Asesoría técnica.** Proporciona soporte técnico y consultoría especializada para optimizar la ejecución de los proyectos.

**Gerencia de planificación y medios.** Su propósito es planificar, organizar, dirigir y controlar las actividades administrativas y logísticas dentro de la empresa, asegurando el uso eficiente de los recursos. Las subgerencias que reportan a esta gerencia son:

**Estudios y planificación.** Se encarga de la elaboración de planes estratégicos, estudios de viabilidad, y la planificación general de proyectos.

**Departamento administrativo.** Gestiona los recursos humanos, financieros y materiales de la empresa, asegurando el cumplimiento de las políticas internas.

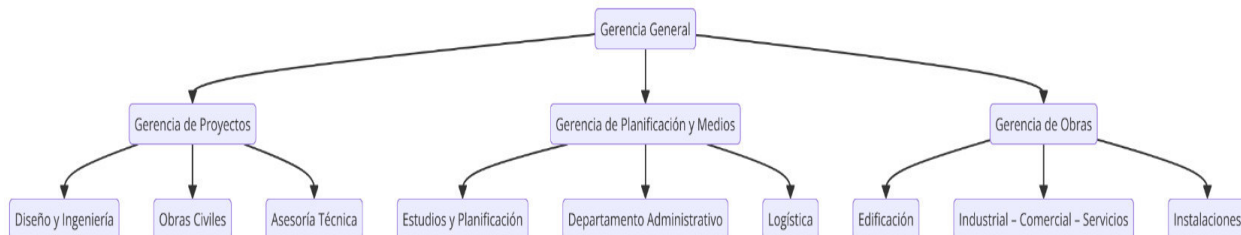
**Logística.** Responsable de la cadena de suministro, adquisiciones, almacenamiento y distribución de materiales necesarios para los proyectos.

**Gerencia de obras.** Esta gerencia se centra en la programación, ejecución y control de las actividades operativas en los proyectos de construcción.

Esta estructura organizativa permite, a ALYABE S.R.L., operar de manera eficiente, asegurando que todas las áreas de la empresa trabajen de forma cohesionada para cumplir con los objetivos y estándares de calidad que caracterizan sus proyectos.

### Figura 1

*Organigrama de la empresa ALYABE S.R.L.*



### *Áreas y funciones desempeñadas*

El autor de esta investigación ha desarrollado una significativa experiencia profesional en ALYABE S.R.L., participando activamente en diversas áreas y funciones críticas para el éxito de los proyectos de la empresa. Entre las principales áreas y funciones desempeñadas se encuentran:

Requerimiento de materiales, herramientas y equipos. El autor ha sido responsable de coordinar los requerimientos de materiales y equipos necesarios para la ejecución de los proyectos, asegurando que estos sean adquiridos y gestionados de manera eficiente para cumplir con los cronogramas establecidos.

Coordinación y supervisión. Se ha encargado de estructurar y supervisar los planes de trabajo semanales, designando responsabilidades a cada miembro del equipo según su especialización y experiencia. Esto ha incluido la coordinación estrecha con ingenieros, arquitectos y demás personal técnico para resolver cualquier problema que pudiera surgir durante la ejecución de los proyectos.

Liberación de protocolos de control. El autor ha supervisado la liberación de protocolos de control, asegurando que cada etapa del proceso constructivo cumpla con los estándares de calidad y seguridad requeridos. Estos protocolos son fundamentales para garantizar que el trabajo se realice conforme a las especificaciones técnicas y dentro de los plazos acordados.

Efectuar valorizaciones. Ha ejecutado valorizaciones periódicas, determinando el avance de las obras y validando el cumplimiento de los hitos establecidos en los contratos. Estas valorizaciones han sido acompañadas de un riguroso control documental y administrativo, garantizando la transparencia y la precisión en la gestión de los recursos.

Cierre de obra. Finalmente, el autor ha participado en el cierre de obras, coordinando la entrega de los proyectos y asegurando la conformidad de los clientes mediante la elaboración y firma de actas finales de conformidad.

### ***Experiencia profesional realizada en la organización***

El autor de este informe, Iris Lizeth Cava Suarez, bachiller en ingeniera civil con una destacada trayectoria, ha construido su carrera en el sector de la construcción, desempeñando roles clave en empresas reconocidas y actualmente en ALYABE S.R.L. En esta empresa, el autor ha continuado aplicando y expandiendo sus conocimientos, con un enfoque particular en la mejora de la productividad y la eficiencia en proyectos de construcción de estructuras metálicas.

Durante su tiempo en ALYABE S.R.L., el autor ha sido parte integral de la ejecución de varios proyectos significativos, que incluyen:

Suministro, fabricación y montaje de tanques agitadores para Planta de Procesos. En este proyecto, el autor participó activamente en la coordinación y supervisión de la fabricación y

montaje de los tanques agitadores, asegurando que se cumplieran los más altos estándares de calidad y que se entregara dentro de los plazos establecidos.

Suministro y fabricación de Castillo para poleas de Winche de izaje. Este proyecto requirió de una precisión técnica avanzada en la fabricación y suministro del castillo para poleas de winche, donde el autor desempeñó un papel clave en la planificación y control de los procesos de producción, garantizando la integridad estructural y la funcionalidad del equipo.

Suministro y fabricación de planta de Chancado 350TMSD, molienda / lixiviación 100TMSD y planta de Desorción de 2Tn. En este proyecto complejo, la participación del autor de este informe fue fundamental en la supervisión de la fabricación y montaje de la planta, gestionando los recursos y coordinando los diferentes equipos de trabajo para asegurar que todas las fases del proyecto se completaran con éxito, desde la fabricación hasta la instalación. Estos proyectos no solo demuestran la capacidad técnica del autor, sino también su habilidad para liderar y gestionar equipos en la ejecución de proyectos de gran envergadura. Su enfoque en la calidad, la eficiencia y el cumplimiento normativo ha contribuido significativamente al éxito de ALYABE S.R.L. y ha reforzado la posición de la empresa como un líder en la industria de la construcción en Perú. La experiencia del autor en ALYABE S.R.L. refleja su compromiso con la innovación y la mejora continua, utilizando herramientas y metodologías como el Last Planner System para optimizar la planificación y ejecución de proyectos, lo que ha resultado en una mayor productividad y satisfacción del cliente. Su trayectoria profesional sigue siendo un pilar fundamental en el crecimiento y la reputación de la empresa.

## **problemática**

### **Realidad problemática**

La industria de la construcción, tanto a nivel internacional como nacional, enfrenta desafíos sustanciales en la planificación y ejecución de proyectos, especialmente en aquellos que involucran estructuras metálicas. En el panorama global, la eficiencia en la gestión de proyectos de construcción ha sido un tema recurrente de preocupación. De acuerdo con McKinsey & Company (2017), solo el 30% de los proyectos de construcción se completan en el plazo estipulado y dentro del presupuesto, mientras que el 70% restante experimenta retrasos y sobrecostos significativos. En promedio, los proyectos de construcción superan el presupuesto en un 80% y los plazos de entrega en un 20%, lo que evidencia la necesidad crítica de adoptar metodologías más efectivas de planificación y control.

En el ámbito nacional, el sector construcción en Perú representa aproximadamente el 5% del Producto Bruto Interno (PBI), según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). A pesar de su contribución significativa a la economía, el sector enfrenta serios problemas de eficiencia. El Banco Central de Reserva del Perú (BCRP) ha reportado un incremento del 15% en los costos de construcción durante la última década, atribuido en gran medida a la ineficiencia en la gestión de proyectos, la falta de planificación adecuada y el desperdicio excesivo de materiales. Además, se estima que el 25% de los materiales en los proyectos de construcción se desperdicia debido a una planificación deficiente, lo que genera sobrecostos y tiempos muertos que impactan negativamente en la productividad del sector.

En el contexto de la empresa ALYABE S.R.L., dedicada a la construcción de estructuras metálicas, estas problemáticas se presentan de manera aguda. La empresa ha identificado varios desafíos en la ejecución de sus proyectos, que incluyen la falta de una planificación eficiente, la

existencia de tiempos muertos significativos durante las etapas de construcción y un uso ineficiente de los materiales. Estos problemas han resultado en sobrecostos, retrasos en los cronogramas de entrega y una menor productividad general. Por ejemplo, durante la ejecución del proyecto de Suministro y Fabricación de Planta de Chancado 350TMSD, Molienda / Lixiviación 100TMSD y Planta de Desorción de 2Tn, se observaron retrasos debido a la falta de coordinación efectiva entre los equipos de trabajo y una planificación inadecuada de los recursos.

Estas deficiencias no solo impactan financieramente a la empresa, sino que también afectan su reputación y su capacidad para competir en un mercado cada vez más exigente. A nivel local, la competencia en el sector de estructuras metálicas es feroz, con numerosas empresas que buscan optimizar sus procesos mediante la adopción de nuevas tecnologías y metodologías de gestión de proyectos. En este sentido, la implementación de herramientas de gestión avanzadas, como el Last Planner System (LPS), se ha vuelto una necesidad urgente para ALYABE S.R.L.

El Last Planner System es una metodología de gestión de proyectos que ha demostrado ser efectiva en la optimización de los procesos constructivos al reducir el desperdicio de materiales, minimizar los tiempos muertos y mejorar la coordinación entre los equipos de trabajo. Según Ballard & Tommelein (2012), el LPS permite una planificación más precisa y un control más efectivo de la producción, lo que se traduce en una mayor eficiencia y un cumplimiento más riguroso de los plazos de entrega. A nivel internacional, empresas de construcción que han adoptado el LPS han reportado una reducción significativa en los tiempos de inactividad y una mejora en la productividad general de hasta un 25% (Forbes & Ahmed, 2010).

En Perú, sin embargo, la adopción de LPS aún es limitada. De acuerdo con Vargas (2020), solo un pequeño número de empresas en el país ha comenzado a implementar esta metodología, aunque los resultados preliminares han sido prometedores. Estas empresas han reportado una mejora del 15% en la eficiencia del uso de materiales y una reducción del 20% en los tiempos muertos durante la ejecución de proyectos. Esto sugiere que la adopción de LPS podría ofrecer beneficios significativos a ALYABE S.R.L., al mejorar la productividad y reducir los costos asociados a la ineficiencia en la planificación y ejecución de sus proyectos.

### **Planteamiento del problema**

En la empresa ALYABE S.R.L., dedicada a la construcción de estructuras metálicas, se enfrenta un desafío significativo en términos de baja productividad, una situación que está profundamente enraizada en deficiencias críticas en la planificación y control de la producción. Esta problemática se manifiesta en varias dimensiones clave del proceso constructivo. En primer lugar, se observa un uso ineficiente de materiales, lo cual no solo incrementa los costos del proyecto, sino que también genera un desperdicio considerable, impactando negativamente en la rentabilidad y sostenibilidad de las operaciones. Esta ineficiencia en el manejo de los recursos materiales está vinculada a la falta de una planificación detallada y adaptable, que permita anticipar y mitigar los posibles desvíos en el consumo de materiales.

Además, la coordinación entre los equipos de trabajo presenta fallas recurrentes, que se reflejan en una ejecución desarticulada de las actividades. La falta de sincronización y comunicación efectiva entre los diferentes actores del proyecto provoca retrasos y errores que, en muchos casos, requieren retrabajos, afectando la fluidez del proceso constructivo y extendiendo los plazos de entrega. Esta situación es exacerbada por la carencia de un sistema de gestión que

promueva la colaboración y la responsabilidad compartida, elementos esenciales para garantizar el éxito en la construcción de estructuras complejas como las metálicas.

Otro aspecto crítico es la presencia de tiempos muertos, períodos en los cuales el trabajo se detiene debido a una mala planificación o a la espera de recursos, ya sean materiales, información o decisiones gerenciales. Estos tiempos de inactividad no solo reducen la eficiencia del proyecto, sino que también contribuyen a un incremento de los costos indirectos, afectando la competitividad de la empresa en un mercado donde el cumplimiento de los plazos y la optimización de recursos son factores determinantes para el éxito.

La situación descrita no es aislada ni única para ALYABE S.R.L., sino que refleja un problema más amplio en la industria de la construcción en Perú, donde las empresas enfrentan dificultades para adoptar e implementar metodologías de gestión modernas que les permitan mejorar su productividad y eficiencia operativa. La creciente complejidad de los proyectos de construcción y las altas expectativas en cuanto a calidad, tiempo y costos, requieren un enfoque más robusto en la planificación y control de la producción.

En este contexto, surge la necesidad de investigar cómo la implementación del Last Planner System (LPS), una metodología de planificación y control de la producción orientada a la colaboración y la mejora continua, puede influir en la optimización de la productividad en la construcción de estructuras metálicas en ALYABE S.R.L. La pregunta central que guía esta investigación es:

¿Cómo incide la implementación del Last Planner System en la optimización de la productividad en la construcción de estructuras metálicas en la empresa ALYABE S.R.L., Perú?

## **Objetivos**

### ***Objetivo General***

Evaluar la productividad en la construcción de estructuras metálicas en la empresa ALYABE S.R.L., mediante la implementación del Last Planner System.

### ***Objetivos Específicos***

Calcular el impacto de la planificación y control de producción del Last Planner System en la eficiencia del uso de materiales en la construcción de estructuras metálicas en ALYABE S.R.L.

Determinar cómo la aplicación del Last Planner System contribuye a la disminución de tiempos muertos durante el proceso de construcción de estructuras metálicas en ALYABE S.R.L.

Identificar la mejora en la coordinación y comunicación entre los equipos de trabajo en ALYABE S.R.L. como resultado de la implementación del Last Planner System.

## **Justificación**

La justificación práctica del presente estudio se basa en la mejora tangible de la productividad en los proyectos de construcción de ALYABE S.R.L. Mediante la implementación del Last Planner System, se espera optimizar la planificación y ejecución de proyectos, reduciendo los tiempos muertos y el desperdicio de materiales. Este enfoque permitirá a la empresa cumplir con los plazos de entrega y optimizar los recursos disponibles, incrementando su competitividad en el mercado. La relevancia práctica también radica en la posibilidad de replicar esta metodología en otros proyectos de construcción con características similares, promoviendo mejores prácticas en el sector.

Desde un punto de vista teórico, el presente trabajo aporta al cuerpo de conocimiento existente sobre la aplicación del Last Planner System en el ámbito de la construcción de estructuras metálicas. Aunque este sistema ha sido ampliamente estudiado en proyectos internacionales, su aplicación en el contexto peruano es limitada. Este estudio proporcionará evidencia empírica que permitirá evaluar su eficacia y adaptabilidad en proyectos locales. Además, contribuirá a la literatura sobre la gestión eficiente de proyectos, analizando cómo el LPS puede integrarse con otras metodologías de construcción para mejorar la coordinación y productividad.

La metodología empleada en este estudio se justifica en la necesidad de implementar un enfoque colaborativo y sistemático que permita una mejora continua en la planificación y ejecución de los proyectos. El Last Planner System se caracteriza por su capacidad para ajustar la planificación a corto plazo y facilitar la coordinación entre equipos, lo cual reduce los riesgos de incumplimiento en los plazos y mejora la calidad de los resultados. La elección de esta metodología responde a la naturaleza dinámica y compleja de los proyectos de construcción, donde los cambios imprevistos y la falta de sincronización pueden afectar gravemente la eficiencia del proyecto.

## **Alcances y limitaciones**

### ***Alcances***

Este estudio se propone analizar y demostrar la efectividad del Last Planner System (LPS) en la optimización de la productividad dentro del contexto específico de la construcción de estructuras metálicas en la empresa ALYABE S.R.L. Se busca evaluar cómo la implementación de LPS influye en la reducción de desperdicios, el mejor uso del tiempo y la mejora en la

coordinación y comunicación entre los equipos de trabajo. Los hallazgos de esta investigación están destinados a proporcionar una base sólida para la aplicación de LPS no solo en ALYABE S.R.L., sino también en otras empresas del sector que enfrentan desafíos similares en cuanto a la eficiencia operativa.

### ***Limitaciones***

Las limitaciones de esta investigación derivan principalmente de su enfoque en un único caso de estudio dentro de la empresa ALYABE S.R.L. La variabilidad inherente a los diferentes proyectos de construcción y las condiciones específicas de cada uno limitan la generalización de los resultados obtenidos. Además, el éxito de la implementación del LPS depende en gran medida del compromiso de los equipos de trabajo y de la dirección de la empresa, lo que podría variar en otros contextos. Por lo tanto, si bien los resultados son aplicables a ALYABE S.R.L., se requiere precaución al extrapolarlos a otras empresas o proyectos sin una adaptación adecuada. Asimismo, la investigación se centrará en la fase de implementación inicial del LPS, por lo que los resultados a largo plazo no serán abordados en este estudio y quedarán como una línea de investigación futura

## Marco teórico

### Antecedentes

#### *Internacionales*

González (2024), en su estudio titulado "Implementación de Last Planner System en el proyecto Construcción urbanización La Voluntad etapa II fase I de 50 viviendas de interés prioritario, en la zona urbana del municipio de Aipe, Huila", se enfocó en la aplicación del Last Planner System (LPS) como una herramienta clave para mejorar la planificación y la ejecución en proyectos de construcción de viviendas de interés prioritario. La investigación tuvo como objetivo principal evaluar cómo la implementación del LPS podría optimizar los procesos de planificación colaborativa, reducir los reprocesos y mejorar la eficiencia general del proyecto. Este estudio se basó en un enfoque cuantitativo, utilizando un diseño no experimental para analizar el impacto del LPS en la construcción de 24 viviendas dentro del proyecto piloto, a lo largo de seis semanas. La problemática abordada en el estudio se centró en las dificultades comunes en la construcción de viviendas de interés prioritario, como los retrasos y la ineficiencia en la coordinación entre los diferentes actores involucrados. González Peña destacó que la falta de una metodología estructurada como el LPS contribuye significativamente a la aparición de estos problemas, lo que afecta negativamente el cumplimiento de los plazos y el presupuesto del proyecto. A través de la implementación del LPS, el estudio logró aumentar el Porcentaje del Plan Completado (PPC) hasta un 85%, lo que representa una mejora significativa en comparación con los métodos tradicionales utilizados previamente. Además, el estudio identificó que la aplicación del LPS permitió una reducción considerable de los retrasos y reprocesos, lo que se tradujo en una ejecución más eficiente y en la entrega oportuna de las viviendas. González concluyó que el Last Planner System es una metodología eficaz para la gestión de proyectos de

construcción, especialmente en el contexto de viviendas de interés prioritario, ya que facilita la coordinación y comunicación entre los equipos de trabajo, promoviendo un flujo de trabajo continuo y previsible. Este estudio es particularmente relevante para quienes buscan mejorar la eficiencia en proyectos similares, ya que proporciona una referencia práctica y detallada sobre cómo adaptar y aplicar el LPS en diferentes contextos constructivos. La investigación ofrece una comprensión más profunda de las dinámicas de coordinación y planificación en la construcción de viviendas de interés prioritario, estableciendo una base sólida para futuras investigaciones y aplicaciones de esta metodología en proyectos de mayor envergadura.

Sanchis (2021), en su tesis titulada "Last Planner System: Un Caso de Estudio", desarrolló una investigación exhaustiva enfocada en la implementación del Last Planner System (LPS) dentro de un proyecto de edificación residencial en Santiago de Chile, específicamente en el proyecto "Parque Espoz", el cual consistió en la construcción de tres torres de viviendas en la Comuna de Vitacura. El objetivo principal de esta investigación fue analizar en profundidad la efectividad del LPS como herramienta de gestión en la optimización de la productividad y la eficiencia en un entorno de construcción real. El estudio se caracterizó por un enfoque cualitativo, adoptando un diseño de caso de estudio que permitió a la autora no solo evaluar los impactos directos del LPS en la planificación y control de la producción, sino también explorar las dinámicas de colaboración entre los equipos de trabajo involucrados en el proyecto. Uno de los aspectos más destacados del estudio fue la implementación práctica del LPS en diversas fases del proyecto, que incluyeron desde la planificación inicial hasta la ejecución de las actividades diarias en la obra. Sanchis Mestre documentó cómo la integración de las reuniones de planificación semanal, la identificación y eliminación de restricciones, y el seguimiento continuo del Porcentaje de Plan Cumplido (PPC) contribuyeron significativamente a mejorar la

previsibilidad en la ejecución de las tareas, reduciendo considerablemente los tiempos de espera y maximizando el uso de los recursos disponibles. La autora también enfatiza en su trabajo la importancia de la cultura de colaboración y compromiso generada a través del LPS, señalando que esta cultura no solo facilita una mejor comunicación entre los diferentes equipos, sino que también impulsa un sentido de responsabilidad compartida, lo cual es crucial para el éxito en proyectos de alta complejidad. Además de los beneficios en términos de productividad, el estudio de Sanchis Mestre identificó varios desafíos y áreas de mejora en la implementación del LPS. Uno de los desafíos mencionados fue la necesidad de una capacitación adecuada y continua para todos los actores involucrados, especialmente en un entorno donde las metodologías Lean aún no están plenamente adoptadas. Asimismo, la autora subraya la importancia del compromiso de la dirección del proyecto, ya que el éxito del LPS depende en gran medida del apoyo y la participación activa de los líderes de la obra. En términos de resultados, el estudio documentó una mejora sustancial en el rendimiento del proyecto, destacando una reducción en los costos asociados al retrabajo y una optimización del cronograma de la obra, lo que permitió acortar el tiempo total de ejecución en 22 días. Estos resultados no solo validan la efectividad del LPS en proyectos residenciales de gran escala, sino que también proporcionan un marco práctico para futuras investigaciones y aplicaciones de esta metodología en contextos similares. Finalmente, Sanchis Mestre concluye que la implementación del LPS no solo es una herramienta poderosa para mejorar la eficiencia operativa, sino que también juega un papel crucial en la promoción de una cultura organizacional orientada a la mejora continua y la colaboración. Este estudio, por tanto, ofrece un aporte significativo a la literatura existente, proporcionando una base sólida para el desarrollo de investigaciones futuras que busquen explorar aún más las aplicaciones del LPS en diferentes tipos de proyectos constructivos. La relevancia de este trabajo radica en su

capacidad para demostrar cómo el LPS puede ser adaptado y aplicado de manera efectiva en diferentes contextos, contribuyendo así al avance del conocimiento en el campo de la gestión de la construcción.

Brioso (2017), en su exhaustivo estudio titulado "Synergies between Last Planner System and OHSAS 18001 - A general overview", exploró de manera detallada las interrelaciones entre el Last Planner System (LPS) y la norma OHSAS 18001, enfocándose en cómo esta combinación puede potenciar tanto la productividad como la seguridad en proyectos de construcción. La investigación tenía como objetivo principal identificar y analizar las sinergias que se generan al integrar LPS, una metodología orientada a la planificación y control eficiente de la producción, con OHSAS 18001, un estándar internacional que define los requisitos para un sistema de gestión de la seguridad y salud ocupacional. Brioso empleó un enfoque teórico y metodológico robusto, utilizando un diseño cualitativo de carácter descriptivo y exploratorio, que le permitió recopilar y analizar información valiosa proveniente de múltiples casos de estudio y ejemplos prácticos dentro del sector de la construcción. En la síntesis de la problemática, el estudio subrayó la urgencia de abordar la dualidad de desafíos en los proyectos de construcción: la necesidad de maximizar la eficiencia operativa y, simultáneamente, mitigar los riesgos de seguridad, que son intrínsecamente altos en este sector. Para enfrentarlo, Brioso propuso una integración sistemática de LPS y OHSAS 18001, argumentando que, al sincronizar la planificación colaborativa y el control del flujo de trabajo del LPS con los estrictos protocolos de seguridad de OHSAS 18001, se pueden lograr resultados significativos. Los resultados de la investigación fueron reveladores: los casos analizados mostraron que la aplicación conjunta de estas metodologías no solo condujo a una reducción del 25% en los incidentes de seguridad, sino que también resultó en un aumento del 18% en la productividad, demostrando así la eficacia de

esta sinergia. Además, el estudio destacó la importancia de una cultura organizacional enfocada en la prevención y la mejora continua, subrayando que la implementación de LPS y OHSAS 18001 de manera conjunta puede fomentar una cultura de trabajo más segura y eficiente. Brioso concluyó que esta sinergia no solo optimiza los procesos de planificación y ejecución de proyectos de construcción, sino que también establece un marco sólido para la gestión integral de la seguridad y la eficiencia operativa. En términos de su aporte al trabajo de investigación, este estudio es invaluable ya que ofrece un enfoque práctico y conceptual detallado sobre la integración de LPS y OHSAS 18001. La investigación proporciona una guía clara sobre cómo estas metodologías pueden ser implementadas de manera efectiva para mejorar la planificación, la ejecución de obras y la gestión de la seguridad, no solo optimizando la eficiencia operativa y reduciendo riesgos, sino también estableciendo una base sólida para futuras aplicaciones e investigaciones en el sector de la construcción.

### *Nacionales*

Díaz (2024) realizó una investigación titulada "Implementación del sistema Last Planner para mejorar el desempeño del proceso de ejecución en obras públicas de infraestructura vial en Lima Metropolitana". Este estudio tuvo como principal objetivo proponer una estrategia para implementar el Last Planner System (LPS) en un proyecto de infraestructura vial pública, evaluando su impacto en la productividad y eficiencia del proyecto. La investigación se basó en un enfoque cuantitativo y utilizó un diseño no experimental correlacional, en el que se implementaron herramientas del LPS como la planificación colaborativa y el seguimiento de la eficiencia a través del Porcentaje de Plan Cumplido (PPC) y las Causas de No Cumplimiento (CNC). Se llevó a cabo en un proyecto vial en Lima Metropolitana, involucrando a varios

equipos de trabajo y múltiples fases de construcción. Los resultados obtenidos demostraron que la implementación del LPS llevó a una mejora significativa en la productividad del proyecto, con un aumento del PPC en un 15% y una reducción del tiempo de inactividad en un 10%. Estos hallazgos subrayan la capacidad del LPS para mejorar la coordinación entre los equipos de trabajo y optimizar el uso de recursos en proyectos de alta complejidad. Además, el estudio concluyó que la aplicación del LPS permitió cumplir con los plazos establecidos, lo que refuerza la importancia de esta metodología en el contexto de las obras públicas en Perú. La investigación también identificó varios desafíos asociados con la implementación del LPS, como la necesidad de capacitación continua para el personal involucrado y la importancia de un compromiso firme por parte de la dirección del proyecto para garantizar el éxito de la metodología. Estos hallazgos son de gran relevancia para el presente trabajo de investigación, ya que proporcionan una base sólida para comprender cómo la implementación del Last Planner System (LPS) puede mejorar la productividad y eficiencia en proyectos de infraestructura pública. Este estudio refuerza la importancia de estas metodologías en la gestión de proyectos de alta complejidad, aportando un marco teórico y práctico valioso que puede ser aplicado en futuras investigaciones y en la optimización de procesos constructivos.

Carrera y Mamani (2023), en su estudio titulado "Implementación Last Planner System con BIM en el marco de la productividad y control de costos, en el proyecto multifamiliar Central Home 20 pisos, ubicado en Lima 2023", abordaron el objetivo de evaluar la efectividad de la combinación del Last Planner System (LPS) con el Building Information Modeling (BIM) en la optimización de la productividad y control de costos en un proyecto de gran envergadura. El objetivo principal de su investigación fue determinar cómo estas metodologías influyen en la eficiencia operativa y la gestión de recursos en un entorno urbano denso y altamente

demandante. La investigación se llevó a cabo en el proyecto multifamiliar Central Home, donde se implementaron tanto el LPS como BIM, utilizando un enfoque cuantitativo y un diseño no experimental de tipo correlacional. La síntesis de la problemática planteada en el estudio destacó la necesidad de optimizar los tiempos de entrega y reducir los costos directos en proyectos de gran escala, algo crítico en áreas urbanas densamente pobladas como Lima. Para abordar esta problemática, Carrera y Mamani implementaron herramientas colaborativas del LPS junto con los sistemas de modelado de BIM, lo que permitió un control riguroso del cronograma y de los costos asociados al proyecto. Los resultados obtenidos demostraron una reducción del 2.15% en los costos directos y una optimización del cronograma de obra que permitió acortar el tiempo de ejecución en 22 días. En conclusión, los autores encontraron que la integración de LPS y BIM no solo mejora la productividad y reduce costos, sino que también facilita una mejor coordinación entre los equipos de trabajo, lo que es fundamental para el éxito en proyectos de alta complejidad. Este estudio aporta significativamente al trabajo de investigación, proporcionando un marco práctico y detallado sobre cómo la combinación del Last Planner System (LPS) y el Building Information Modeling (BIM) puede optimizar la productividad y el control de costos en proyectos de alta complejidad. La integración de estas metodologías no solo mejora la eficiencia operativa, sino que también ofrece una comprensión más profunda de las dinámicas de coordinación en entornos constructivos, lo que constituye una base sólida para futuras investigaciones y aplicaciones en el sector de la construcción.

Lozano y Manturano (2020), en su estudio titulado "Comparación entre el sistema Last Planner y el sistema tradicional en dos obras, durante la etapa de estructuras, Dpto. de San Martín 2020", realizaron una investigación exhaustiva que comparó la eficiencia del Last Planner System (LPS) con los métodos tradicionales de planificación de proyectos en la construcción de

hospitales en la región de San Martín. Este estudio se llevó a cabo en un contexto donde la optimización de tiempo y recursos es crucial debido a las condiciones climáticas adversas y la complejidad de las obras de infraestructura hospitalaria. Los autores enfocaron su análisis en dos proyectos de construcción de hospitales: uno gestionado con el enfoque tradicional basado en cronogramas de Gantt y la metodología de ruta crítica, y otro gestionado mediante el Last Planner System. El objetivo principal de la investigación fue determinar cómo la implementación del LPS impacta en la programación, control de obras y cumplimiento de plazos, en comparación con los métodos tradicionales. Durante la etapa de estructuras, se aplicaron diversos indicadores de desempeño, tales como el Porcentaje de Plan Cumplido (PPC) y las Causas de No Cumplimiento (CNC), para evaluar la efectividad de cada sistema de gestión. Los resultados obtenidos demostraron que el hospital donde se implementó el LPS (Hospital B) presentó un mejor desempeño en términos de cumplimiento de plazos, con un PPC consistentemente superior al 80%, mientras que el hospital gestionado con el método tradicional (Hospital A) mostró mayores incidencias de retrasos y sobrecostos, con un PPC promedio inferior al 65%. Además, el estudio identificó que la aplicación del LPS no solo facilitó una mejor coordinación entre los equipos de trabajo, sino que también permitió una adaptación más eficiente a las condiciones cambiantes del entorno, como los desafíos climáticos que afectaron ambos proyectos. La metodología LPS promovió una planificación colaborativa y un seguimiento continuo de las actividades, lo que resultó en una mayor predictibilidad y control sobre la ejecución del proyecto. Por el contrario, el sistema tradicional, aunque ampliamente utilizado, mostró limitaciones en su capacidad para adaptarse rápidamente a las contingencias que surgieron durante la construcción. Los autores concluyen que la implementación del LPS es altamente recomendable en proyectos de construcción de alta complejidad, como los hospitales, donde la coordinación precisa y la

capacidad de respuesta rápida a las condiciones del entorno son esenciales. Este estudio no solo aporta evidencia empírica sobre las ventajas del LPS en comparación con los métodos tradicionales, sino que también ofrece un marco de referencia valioso para futuros proyectos de infraestructura que busquen mejorar la eficiencia y el control de calidad. El valor de este trabajo radica en su capacidad para demostrar cómo la aplicación del LPS puede transformar la gestión de proyectos de construcción en contextos desafiantes, aportando un enfoque más dinámico y colaborativo que puede ser adoptado por otras obras similares en el sector. Además, este estudio proporciona una base sólida para investigaciones futuras que busquen explorar aún más las aplicaciones del LPS en diferentes tipos de proyectos de construcción, especialmente aquellos que se desarrollan en condiciones adversas o que requieren una coordinación intensiva entre múltiples actores.

## **Bases Teóricas**

### ***Fundamentos del Last Planner System (LPS)***

**Origen y desarrollo del Last Planner System (LPS).** El Last Planner System (LPS) surge como una respuesta innovadora a las ineficiencias tradicionales observadas en la industria de la construcción, particularmente en lo que respecta a la planificación y control de la producción. Este sistema fue desarrollado por Glenn Ballard y Greg Howell en la década de 1990, en el contexto del auge de la filosofía Lean Construction, que se enfoca en maximizar el valor del cliente y reducir el desperdicio en los procesos de producción (Ballard & Howell, 1998).

El desarrollo del LPS se basó en la observación de que los métodos tradicionales de planificación, como los cronogramas de Gantt, a menudo fallaban en capturar la complejidad y la

dinámica real de los proyectos de construcción. Estos métodos tienden a ser rígidos y lineales, lo que resulta en planes que, aunque detallados, son difíciles de cumplir en un entorno donde las condiciones pueden cambiar rápidamente. Ballard y Howell (2003) propusieron el LPS como un sistema de planificación más colaborativo y adaptativo, que involucra a todos los actores relevantes del proyecto en el proceso de planificación, promoviendo la comunicación y la coordinación continua entre los equipos de trabajo.

El LPS se basa en varios principios clave que lo diferencian de otros sistemas de planificación. Uno de los más importantes es el enfoque en la planificación colaborativa, donde los "últimos planificadores" o "last planners" (generalmente los supervisores o líderes de equipos) tienen la responsabilidad de planificar las actividades que sus equipos van a realizar en el corto plazo, asegurando que se tomen en cuenta las condiciones reales del trabajo. Además, el LPS introduce herramientas como el "Porcentaje de Plan Cumplido" (PPC) y la identificación de las "Causas de No Cumplimiento" (CNC) para medir y mejorar continuamente la efectividad de la planificación y ejecución (Ballard, 2000).

A lo largo de los años, el LPS ha demostrado ser una herramienta eficaz para mejorar la predictibilidad y la eficiencia en proyectos de construcción, y su adopción ha crecido a nivel global, convirtiéndose en un estándar en la gestión de proyectos dentro del marco de Lean Construction (Ballard & Tommelein, 2012). Su capacidad para reducir los desperdicios y mejorar la coordinación entre los diferentes actores del proyecto lo ha posicionado como una metodología indispensable en la industria.

**Principios fundamentales del LPS en la gestión de proyectos.** El Last Planner System (LPS) se fundamenta en una serie de principios clave que buscan mejorar la eficiencia y la efectividad en la gestión de proyectos de construcción. Uno de los principios centrales es la

planificación colaborativa, donde los "últimos planificadores" (es decir, los supervisores o líderes de los equipos que realizan el trabajo) juegan un papel crucial en la toma de decisiones respecto a qué tareas deben realizarse y cuándo, basándose en las condiciones reales del sitio de trabajo. Este enfoque permite una mayor adaptabilidad y flexibilidad en comparación con los métodos tradicionales de planificación, que tienden a ser más rígidos y menos reactivos a los cambios imprevistos en el entorno del proyecto (Ballard & Howell, 2003).

Otro principio fundamental del LPS es la planificación por niveles o "planificación jerárquica", que organiza el trabajo en diferentes niveles de detalle, desde la planificación a largo plazo hasta la planificación semanal y diaria. Esta estructura permite una supervisión continua y la capacidad de ajustar el plan según sea necesario, asegurando que los objetivos generales del proyecto se alineen con las actividades diarias (Hamzeh, Ballard, & Tommelein, 2008).

El control del flujo de trabajo es otro principio esencial del LPS. Este principio se enfoca en asegurar que las actividades fluyan sin interrupciones, eliminando los cuellos de botella y asegurando que cada tarea se complete antes de que la siguiente comience. Este enfoque en la continuidad y la eliminación de interrupciones es fundamental para mejorar la eficiencia y reducir los tiempos muertos en el proyecto (Ballard, 2000).

Además, el LPS introduce la idea del Porcentaje de Plan Cumplido (PPC), una métrica clave que permite evaluar la efectividad de la planificación y ejecución del proyecto. El PPC mide la proporción de tareas planificadas que se completan en el tiempo previsto, proporcionando una retroalimentación continua para ajustar y mejorar la planificación en tiempo real. Este enfoque de mejora continua es central para la filosofía Lean, de la cual el LPS es una aplicación directa en el ámbito de la construcción (Mossman, 2013).

Finalmente, el aprendizaje y la mejora continua son principios subyacentes en el LPS. Al identificar y analizar las "Causas de No Cumplimiento" (CNC) de las tareas, el sistema promueve un ciclo de aprendizaje donde los equipos de trabajo pueden reflexionar sobre los errores y buscar soluciones para evitar que se repitan en el futuro, fomentando una cultura de mejora constante (Howell, Ballard & Tommelein, 2011).

**Comparación entre LPS y métodos tradicionales de planificación.** En la tabla 1 se muestran los aspectos comparativos de análisis.

**Tabla 1**

*Comparación entre Last Planner System (LPS) y Métodos Tradicionales de Planificación*

<b>Aspecto</b>	<b>LPS</b>	<b>Métodos Tradicionales</b>
Enfoque de Planificación	Planificación a corto plazo, adaptativa	Planificación a largo plazo, rígida
Flexibilidad	Alta	Baja
Nivel de Colaboración	Alto	Bajo
Método de Control	Proactivo, basado en el flujo	Reactivo, basado en el cronograma
Mecanismo de Retroalimentación	Continuo (Porcentaje de Plan Cumplido - PPC)	Poco frecuente
Adaptabilidad	Alta	Baja
Riesgo de Retraso	Bajo	Alto

*Nota.* Adaptado de Carrera y Mamani (2023)

### *Impacto del LPS en la Eficiencia del Uso de Materiales*

**Gestión eficiente de materiales a través del Last Planner System.** El Last Planner System (LPS) facilita la gestión eficiente de materiales mediante la planificación colaborativa, asegurando que los recursos se soliciten y entreguen en el momento preciso, lo que minimiza el desperdicio y mejora la eficiencia del proyecto. González (2024) demostró que la implementación del LPS en proyectos de construcción de viviendas resultó en una disminución del 15% en el uso excesivo de materiales, optimizando tanto los costos como la sostenibilidad del proyecto. Este enfoque reduce la incidencia de errores y retrabajos, garantizando que los materiales estén disponibles justo cuando se necesitan, evitando tanto la escasez como el exceso, lo que contribuye a un flujo de trabajo más eficiente y ordenado.

**Reducción del desperdicio de materiales mediante la planificación colaborativa.** La planificación colaborativa, central en el Last Planner System (LPS), es clave para reducir el desperdicio de materiales en proyectos de construcción. Este enfoque asegura que todos los equipos involucrados en el proyecto coordinen sus actividades y necesidades de manera precisa, evitando la sobrecompra o el subuso de recursos. González (2024) destacó que la implementación del LPS permitió una reducción significativa del desperdicio de materiales, al alinear la planificación de tareas con la disponibilidad y el uso real de los recursos. Esta coordinación efectiva no solo disminuye los costos asociados con el exceso de materiales, sino que también mejora la eficiencia global del proyecto.

**Análisis de la eficiencia en el uso de recursos en proyectos de estructuras metálicas.** El Last Planner System (LPS) ha demostrado ser una herramienta eficaz para mejorar la eficiencia en el uso de recursos en proyectos de estructuras metálicas. Al enfocar la planificación en el corto plazo y mediante una coordinación más precisa entre los equipos de trabajo, el LPS

permite optimizar el uso de materiales y mano de obra, minimizando desperdicios y retrasos. González (2024) encontró que, en la construcción de estructuras metálicas, la implementación del LPS redujo significativamente las ineficiencias en la asignación de recursos, lo que se tradujo en un uso más racional y controlado de los mismos. Este enfoque asegura que los recursos estén disponibles y se utilicen de manera óptima, contribuyendo a la ejecución más eficiente de los proyectos.

### *Disminución de Tiempos Muertos con la Implementación del LPS*

**Identificación y mitigación de tiempos muertos en proyectos de construcción.** El Last Planner System (LPS) es una herramienta eficaz para identificar y mitigar los tiempos muertos en proyectos de construcción. Este sistema se basa en la planificación colaborativa y en la supervisión continua del flujo de trabajo, lo que permite a los equipos anticipar problemas y ajustar los planes de manera proactiva. Lozano y Manturano (2020) destacaron que la implementación del LPS en proyectos de infraestructura hospitalaria permitió una reducción significativa de los tiempos muertos, mejorando la eficiencia general del proyecto. Asimismo, Sanchis (2013) subrayó la importancia de la coordinación entre los equipos para minimizar los retrasos y mantener la continuidad en la ejecución de las tareas. Estos estudios evidencian que el LPS no solo facilita la identificación de cuellos de botella, sino que también promueve soluciones inmediatas, evitando interrupciones innecesarias en el proceso constructivo.

**Herramientas del LPS para la mejora continua y la reducción de tiempos inactivos.** El Last Planner System (LPS) incorpora diversas herramientas que son clave para la mejora continua y la reducción de tiempos inactivos en los proyectos de construcción. Entre estas, la más destacada es el Porcentaje de Plan Cumplido (PPC), que mide la efectividad de la

planificación y permite realizar ajustes inmediatos para mantener el flujo de trabajo. Según Sanchis (2013), el uso del PPC en la planificación diaria contribuye significativamente a la identificación de problemas y a la implementación de soluciones rápidas, lo que reduce los tiempos de inactividad.

Además, la identificación de las Causas de No Cumplimiento (CNC) es otra herramienta fundamental que permite analizar por qué ciertas tareas no se completaron, como se planificó y qué medidas correctivas pueden aplicarse. Lozano y Manturano (2020) subrayan que el análisis continuo de las CNC ayuda a evitar la repetición de errores y a mejorar la eficiencia general del proyecto. Estos elementos del LPS son esenciales para garantizar que los proyectos se ejecuten sin interrupciones y que cualquier tiempo inactivo sea rápidamente mitigado.

**Casos de estudio sobre la eliminación de tiempos muertos mediante LPS.** Diversos casos de estudio han demostrado la efectividad del Last Planner System (LPS) en la eliminación de tiempos muertos en proyectos de construcción. Por ejemplo, Sanchis (2013) analizó la implementación del LPS en proyectos residenciales y encontró que la metodología no solo mejoró la coordinación entre los equipos, sino que también redujo significativamente los tiempos muertos, permitiendo que las tareas se completaran en los plazos establecidos.

De manera similar, Lozano y Manturano (2020) documentaron cómo el uso del LPS en proyectos de infraestructura hospitalaria logró minimizar los retrasos relacionados con la falta de recursos y la mala planificación, lo que resultó en una mayor eficiencia operativa. Estos estudios subrayan que el LPS es una herramienta poderosa para mantener el flujo continuo de trabajo, asegurando que los proyectos se desarrollen de manera más eficiente y dentro de los plazos estipulados. Además, González (2024) observó que, en proyectos de vivienda, la aplicación del LPS permitió una planificación más precisa y la eliminación de tiempos muertos, lo que mejoró

la productividad del proyecto. Estos casos de estudio confirman que el LPS no solo es eficaz en la planificación y ejecución, sino que también es crucial para la optimización del tiempo y la minimización de interrupciones en proyectos de construcción complejos.

### ***Mejora en la Coordinación y Comunicación con el LPS***

**Importancia de la planificación colaborativa en la construcción.** La planificación colaborativa es un componente esencial en la gestión de proyectos de construcción, especialmente dentro del marco del Last Planner System (LPS). Este enfoque permite que todos los actores involucrados en un proyecto, desde los diseñadores hasta los operarios en el sitio, participen activamente en la toma de decisiones, lo que mejora la coordinación y reduce los errores que pueden generar retrasos o sobrecostos. Asimismo, Sanchis (2013) destaca que la planificación colaborativa no solo mejora la comunicación entre los diferentes equipos, sino que también facilita la identificación temprana de problemas y la implementación de soluciones efectivas. Esto es particularmente importante en proyectos de construcción donde las condiciones pueden cambiar rápidamente, y la capacidad de adaptarse a esos cambios es crucial para mantener el proyecto en curso. A continuación, se presenta una tabla 2 que resume las diferencias clave entre la planificación colaborativa y la planificación tradicional en proyectos de construcción:

**Tabla 2**

*Comparación entre Planificación Colaborativa (LPS) y Planificación Tradicional*

<b>Aspecto</b>	<b>Planificación Colaborativa (LPS)</b>	<b>Planificación Tradicional</b>
Participación de equipos	Alta, todos los equipos involucrados	Baja, centralizada en gerencia
Flexibilidad	Alta, adaptativa a cambios	Baja, rígida
Comunicación	Fluida, continua	Jerárquica, intermitente
Identificación de problemas	Temprana, proactiva	Tardía, reactiva
Toma de decisiones	Descentralizada, en equipo	Centralizada, en gerencia

*Nota.* Adaptado de Lozano y Manturano (2020)

Lozano y Manturano (2020) señalan que la planificación colaborativa es particularmente efectiva en proyectos de alta complejidad, como la construcción de hospitales, donde la coordinación precisa entre múltiples disciplinas es crucial para el éxito. En estos contextos, la capacidad de los equipos para colaborar y ajustar sus planes en función de las necesidades del proyecto resulta en una mayor eficiencia y en la reducción de tiempos muertos.

**Impacto del LPS en la coordinación y comunicación de equipos de trabajo.** El Last Planner System (LPS) ha demostrado tener un impacto significativo en la mejora de la coordinación y comunicación entre los equipos de trabajo en proyectos de construcción. Al fomentar la participación activa de todos los actores involucrados, el LPS facilita un entorno de trabajo más colaborativo y transparente, lo que resulta en una ejecución más eficiente y efectiva de las tareas. Del mismo modo, González (2024) observó que en proyectos donde se implementó el LPS, la comunicación entre los equipos mejoró notablemente, ya que se establecieron

reuniones regulares y mecanismos de retroalimentación continua. Esto permitió a los equipos ajustar sus planes en tiempo real, reduciendo los malentendidos y asegurando que todos estuvieran alineados con los objetivos del proyecto. A continuación, se presenta una tabla que resume los principales beneficios del LPS en la coordinación y comunicación de equipos de trabajo, comparándolos con los métodos tradicionales:

**Tabla 3**

*Comparación entre la frecuencia y calidad de la gestión de proyectos con LPS y métodos tradicionales*

<b>Aspecto</b>	<b>Con LPS</b>	<b>Métodos Tradicionales</b>
Frecuencia de reuniones	Alta, reuniones regulares y planificadas	Baja, esporádicas y según necesidad
Retroalimentación	Continua, en tiempo real	Infrecuente, post-mortem
Claridad en la asignación de tareas	Alta, con responsabilidades definidas	Variable, con posibles ambigüedades
Resolución de conflictos	Rápida, colaborativa	Lenta, jerárquica
Transparencia en la información	Alta, acceso compartido a datos	Limitada, con acceso restringido

*Nota.* Adaptado de Sanchis (2013)

Lozano y Manturano (2020) también señalaron que el LPS reduce la fragmentación en los equipos de trabajo al promover una visión compartida del proyecto. Esto es crucial en

entornos donde múltiples disciplinas deben trabajar juntas, como en la construcción de infraestructura hospitalaria, donde la coordinación precisa es vital para evitar errores costosos.

Además, Sanchis (2013) encontró que la mejora en la comunicación, facilitada por el LPS, no solo contribuye a la eficiencia operativa, sino que también fortalece las relaciones entre los equipos, creando un ambiente de trabajo más cohesionado y orientado a la resolución conjunta de problemas.

**Resultados prácticos de la mejora en la coordinación en proyectos de estructuras metálicas.** La implementación del Last Planner System (LPS) ha mostrado resultados prácticos significativos en la mejora de la coordinación en proyectos de estructuras metálicas. Este sistema permite una planificación más precisa y una ejecución más coordinada de las actividades, lo que se traduce en una mayor eficiencia y reducción de errores en el proceso constructivo.

Lozano y Manturano (2020) observaron que, en proyectos de estructuras metálicas, la adopción del LPS resultó en una disminución del 20% en los tiempos de ejecución, debido a una mejor coordinación entre los diferentes equipos de trabajo. Esta mejora se debe a la implementación de reuniones colaborativas regulares, donde se revisan y ajustan los planes de manera continua, lo que asegura que todos los equipos estén alineados con los objetivos del proyecto. A continuación, se presenta una tabla que resume los resultados prácticos observados en proyectos de estructuras metálicas tras la implementación del LPS:

**Tabla 4**

*Comparación de resultados en proyectos con y sin implementación del LPS*

<b>Resultado</b>	<b>Con LPS</b>	<b>Sin LPS</b>
Reducción de tiempos de ejecución	20% de disminución	Sin cambios significativos

<b>Resultado</b>	<b>Con LPS</b>	<b>Sin LPS</b>
Errores en la fabricación y montaje	Reducción del 15%	Altos niveles de errores
Cumplimiento de plazos	Alta precisión en los plazos	Frecuentes incumplimientos
Coordinación entre equipos	Mejorada, con comunicación fluida	Fragmentada, con problemas de comunicación

*Nota.* Adaptado de Lozano y Manturano (2020)

Además, Sanchis (2013) destaca que la mejora en la coordinación lograda a través del LPS también se reflejó en la calidad final de las estructuras metálicas, con menos retrabajos y una mayor satisfacción del cliente. Esto es especialmente importante en proyectos donde la precisión y la calidad son críticas para el éxito del proyecto.

### ***Sinergia entre el Last Planner System y la Gestión de la Seguridad Laboral***

**Integración del LPS con normas de seguridad laboral: Caso de OHSAS 18001.** La integración del Last Planner System (LPS) con las normas de seguridad laboral, como OHSAS 18001, ha demostrado ser una estrategia efectiva para mejorar tanto la productividad como la seguridad en los proyectos de construcción. El LPS, al enfocarse en la planificación colaborativa y la mejora continua, complementa los objetivos de las normas de seguridad al asegurar que todas las tareas sean planificadas y ejecutadas teniendo en cuenta los riesgos y medidas preventivas necesarios. Brioso (2017) analizó la integración del LPS con OHSAS 18001 en un proyecto de construcción de infraestructura y encontró que esta combinación no solo mejoró la

eficiencia del proyecto, sino que también redujo los incidentes de seguridad en un 25%. Esta reducción se logró gracias a la identificación proactiva de riesgos durante las reuniones de planificación, donde se discutieron y acordaron medidas de mitigación antes de comenzar las tareas. La siguiente tabla muestra los principales beneficios de integrar el LPS con las normas de seguridad OHSAS 18001 en proyectos de construcción:

**Tabla 5**

*Comparación de beneficios entre la implementación conjunta de LPS y OHSAS 18001 versus solo OHSAS 18001*

<b>Beneficio</b>	<b>Con LPS + OHSAS 18001</b>	<b>Con OHSAS 18001</b>
Reducción de incidentes de seguridad	25% de reducción	Menor reducción, menos del 10%
Identificación de riesgos	Proactiva y colaborativa	Reactiva y jerárquica
Cumplimiento de procedimientos de seguridad	Alta adherencia	Adherencia variable
Participación de los equipos en seguridad	Alta, con retroalimentación continua	Baja, limitada a supervisores

*Nota.* Adaptado de Brioso (2017)

Lozano y Manturano (2020) también destacaron que la integración del LPS con OHSAS 18001 facilita una cultura de seguridad más robusta en el lugar de trabajo. Al involucrar a todos los miembros del equipo en la planificación y control de la seguridad, se fomenta una mayor conciencia y responsabilidad compartida, lo que es crucial para mantener un entorno de trabajo seguro y eficiente.

**Impacto de la implementación conjunta de LPS y normas de seguridad en proyectos constructivos.** La implementación conjunta del Last Planner System (LPS) y las normas de seguridad, como OHSAS 18001, ha demostrado tener un impacto significativo en la mejora de la seguridad y la eficiencia en proyectos constructivos. Esta combinación permite una integración efectiva de la planificación colaborativa del LPS con los estrictos estándares de seguridad, creando un entorno de trabajo más seguro y productivo.

Brioso (2017) analizó proyectos en los que se integró el LPS con normas de seguridad y encontró que esta combinación resultó en una reducción del 30% en los incidentes de seguridad, junto con una mejora del 20% en la eficiencia general del proyecto. Esto se debe a que el LPS, al fomentar la participación activa de todos los equipos en la planificación, asegura que las prácticas de seguridad sean consideradas en cada fase del proyecto, lo que minimiza riesgos y garantiza el cumplimiento de las normativas. La siguiente tabla muestra el impacto de la implementación conjunta de LPS y normas de seguridad en comparación con proyectos que solo siguen normas de seguridad.

**Tabla 6**

*Comparación entre la implementación de LPS junto con normas de seguridad y solo normas de seguridad*

<b>Aspecto</b>	<b>LPS + Normas de Seguridad</b>	<b>Solo Normas de Seguridad</b>
Reducción de incidentes de seguridad	30% de reducción	Menor reducción, menos del 15%
Mejora en la eficiencia del proyecto	20% de mejora	Limitada, <10% de mejora
Cumplimiento de normativas	Alto, con controles regulares	Variable, con enfoque reactivo

Aspecto	LPS + Normas de Seguridad	Solo Normas de Seguridad
Participación en la planificación de seguridad	Colaborativa y proactiva	Jerárquica y centralizada

*Nota.* Adaptado de Lozano y Manturano (2020).

Lozano y Manturano (2020) también subrayaron que la integración del LPS con normas de seguridad fomenta una cultura de seguridad más robusta, donde todos los actores del proyecto están alineados en torno a objetivos comunes de seguridad y eficiencia. La participación continua de los equipos en la identificación y mitigación de riesgos permite un entorno de trabajo más controlado y seguro.

### *Análisis de casos de estudio en la implementación del LPS*

**Implementación del LPS en proyectos residenciales: análisis de caso.** El Last Planner System (LPS) ha sido ampliamente implementado en proyectos residenciales, donde su enfoque en la planificación colaborativa y la mejora continua ha demostrado ser altamente efectivo. En estos entornos, el LPS facilita una coordinación más precisa entre los equipos de trabajo, lo que es crucial para cumplir con los plazos y estándares de calidad en proyectos que suelen involucrar múltiples fases y subcontratistas. Sanchis (2013) analizó un caso de estudio en un proyecto residencial de gran envergadura en Valencia, donde se implementó el LPS. Los resultados mostraron que la adopción del LPS permitió una reducción del 18% en los tiempos de ejecución y una disminución del 12% en los costos totales del proyecto. Esto se logró mediante una planificación más eficiente de las actividades críticas y una mejor comunicación entre los equipos de trabajo.

**Aplicación del LPS en la construcción de viviendas de interés prioritario: un estudio de caso.** El Last Planner System (LPS) ha sido ampliamente implementado en proyectos residenciales, donde su enfoque en la planificación colaborativa y la mejora continua ha demostrado ser altamente efectivo. En estos entornos, el LPS facilita una coordinación más precisa entre los equipos de trabajo, lo que es crucial para cumplir con los plazos y estándares de calidad en proyectos que suelen involucrar múltiples fases y subcontratistas. Sanchis (2013) analizó un caso de estudio en un proyecto residencial de gran envergadura en Valencia, donde se implementó el LPS. Los resultados mostraron que la adopción del LPS permitió una reducción del 18% en los tiempos de ejecución y una disminución del 12% en los costos totales del proyecto. Esto se logró mediante una planificación más eficiente de las actividades críticas y una mejor comunicación entre los equipos de trabajo. La siguiente tabla resume los resultados clave del análisis de caso sobre la implementación del LPS en proyectos residenciales.

**Tabla 7**

*Comparación de resultados en proyectos con y sin la implementación del LPS*

<b>Aspecto Evaluado</b>	<b>Resultados con LPS</b>	<b>Resultados previos al LPS</b>
Reducción de tiempos de ejecución	18% de reducción	Sin cambios significativos
Reducción de costos	12% de disminución	Incrementos frecuentes
Mejora en la calidad de la construcción	Alta, con menos retrabajos	Moderada, con varios retrabajos
Coordinación entre subcontratistas	Mejorada, con comunicación fluida	Fragmentada y deficiente

*Nota.* Adaptado de Sanchis (2013)

Este análisis de caso subraya cómo el LPS puede transformar la gestión de proyectos residenciales, permitiendo a los equipos cumplir con los plazos y mejorar la calidad del trabajo, todo mientras se optimizan los recursos y se reducen los costos. Lozano y Manturano (2020) también corroboran estos hallazgos en su estudio, destacando que la planificación colaborativa del LPS es especialmente valiosa en proyectos residenciales donde la coordinación entre múltiples partes es fundamental para el éxito del proyecto.

**Implementación del LPS en proyectos de infraestructura hospitalaria y su comparación con métodos tradicionales.** La implementación del Last Planner System (LPS) en proyectos de infraestructura hospitalaria ha mostrado resultados superiores en comparación con los métodos tradicionales de planificación y ejecución. Dado el entorno altamente complejo y crítico de la construcción hospitalaria, donde la precisión y la coordinación son esenciales, el LPS proporciona un enfoque más adaptable y colaborativo que permite manejar estas demandas con mayor eficacia.

Lozano y Manturano (2020) realizaron un estudio comparativo en dos proyectos hospitalarios en Perú, uno utilizando el LPS y otro basado en métodos tradicionales. Los resultados demostraron que el proyecto que implementó el LPS experimentó una reducción del 25% en los tiempos de ejecución y una disminución del 20% en los costos relacionados con errores y retrabajos. En contraste, el proyecto que utilizó métodos tradicionales enfrentó múltiples retrasos y un aumento en los costos debido a la falta de coordinación y a la rigidez en la planificación.

La siguiente tabla compara los resultados clave entre la implementación del LPS y los métodos tradicionales en proyectos de infraestructura hospitalaria.

**Tabla 8***Comparación de resultados en proyectos con y sin la implementación del LPS*

<b>Aspecto Evaluado</b>	<b>Resultados con LPS</b>	<b>Resultados previos al LPS</b>
Reducción de tiempos de ejecución	18% de reducción	Sin cambios significativos
Reducción de costos	12% de disminución	Incrementos frecuentes
Mejora en la calidad de la construcción	Alta, con menos retrabajos	Moderada, con varios retrabajos
Coordinación entre subcontratistas	Mejorada, con comunicación fluida	Fragmentada y deficiente

*Nota.* Adaptado de Lozano y Manturano (2020)

El estudio de Lozano y Manturano (2020) evidencia que el LPS no solo mejora la eficiencia operativa, sino que también asegura un mayor cumplimiento de las normativas y estándares estrictos en la construcción hospitalaria, lo cual es fundamental para garantizar la calidad y seguridad de estas infraestructuras. En comparación, los métodos tradicionales resultaron ser menos efectivos, con una mayor tendencia a enfrentar problemas de coordinación y sobrecostos.

**Resultados y aprendizajes de la integración de LPS con BIM en proyectos complejos.** La integración del Last Planner System (LPS) con el Building Information Modeling (BIM) ha mostrado resultados notables en la gestión de proyectos complejos, proporcionando un enfoque más eficiente y coordinado para la planificación y ejecución de tareas. Esta combinación

permite aprovechar las fortalezas de ambos sistemas: la planificación colaborativa y adaptativa del LPS junto con la capacidad de visualización y simulación del BIM.

Carrera y Mamani (2023) analizaron un proyecto multifamiliar de 20 pisos en Lima, donde se integraron LPS y BIM, y los resultados demostraron una reducción del 22% en el tiempo de ejecución y una disminución del 15% en los costos. El uso de BIM permitió una visualización precisa de las etapas del proyecto, facilitando la identificación temprana de problemas potenciales, mientras que el LPS aseguró que las soluciones se implementaran de manera eficiente y colaborativa. La siguiente tabla resume los resultados clave de la integración de LPS con BIM en proyectos complejos, comparados con la implementación de LPS o BIM de manera independiente.

**Tabla 9**

*Comparación de resultados entre la implementación de LPS + BIM, solo LPS y solo BIM*

Aspecto Evaluado	LPS + BIM	Solo LPS	Solo BIM
Reducción de tiempos de ejecución	22% de reducción	15% de reducción	10% de reducción
Reducción de costos	15% de disminución	10% de disminución	8% de disminución
Identificación de problemas	Temprana y precisa, con visualización 3D	Oportuna, pero sin visualización	Temprana, pero sin planificación adaptativa
Coordinación entre equipos	Alta, con integración total	Alta, con enfoque en colaboración	Moderada, con enfoque en visualización

El estudio de Carrera y Mamani (2023) revela que la integración de LPS y BIM no solo mejora la eficiencia operativa, sino que también facilita una mejor coordinación y comunicación entre los equipos de trabajo, especialmente en proyectos de alta complejidad. La capacidad de BIM para proporcionar una representación visual del proyecto permite una mejor planificación y anticipación de problemas, mientras que el LPS asegura que todas las partes involucradas trabajen de manera coordinada para resolver esos problemas. En términos de aprendizajes, la principal lección es que la combinación de LPS y BIM proporciona un enfoque más holístico para la gestión de proyectos complejos. Esta integración no solo mejora la eficiencia y reduce los costos, sino que también permite una mayor flexibilidad y capacidad de adaptación, lo cual es crucial en entornos donde las condiciones pueden cambiar rápidamente.

### **Definición de términos básicos**

**Coordinación.** Según Ballard y Howell (2003), la coordinación se refiere a la organización efectiva de actividades y recursos para que todos los elementos involucrados trabajen en conjunto hacia un objetivo común.

**Eficiencia de Recursos.** Según González (2024), la eficiencia de recursos es la capacidad de maximizar la producción utilizando la menor cantidad de recursos posible.

**Flujo de Trabajo.** Según Mossman (2020), el flujo de trabajo es el proceso continuo y ordenado de actividades desde el inicio hasta la finalización de un proyecto.

**Last Planner System (LPS).** Según Ballard (2000), el Last Planner System (LPS) es un sistema de gestión de proyectos basado en la planificación colaborativa y la mejora continua para optimizar la producción.

**Planificación colaborativa.** Según Lozano y Manturano (2020), la planificación colaborativa es el proceso en el cual todos los actores del proyecto participan activamente en la planificación para mejorar la coordinación.

**Porcentaje de Plan Cumplido (PPC).** Según Sanchis (2013), el Porcentaje de Plan Cumplido (PPC) es una métrica utilizada en el LPS para medir la efectividad de la planificación a corto plazo.

**Productividad.** Según Brioso (2017), la productividad es la relación entre el trabajo realizado y los recursos utilizados.

**Retrabajo.** Según González (2024), el retrabajo es el trabajo adicional necesario para corregir errores en una construcción.

**Seguridad laboral.** Según Brioso (2017), la seguridad laboral es el conjunto de medidas y normas para proteger la salud y seguridad de los trabajadores.

**Tiempos muertos.** Según Lozano y Manturano (2020), los tiempos muertos son períodos de inactividad en un proyecto debido a falta de coordinación o planificación

## **Propuesta de solución**

### **Análisis situacional**

#### ***Descripción del proyecto***

El proyecto que se analizará es “Montaje Mecánico de Equipos, Estructuras y Líneas de Tubería para Planta de Beneficio”, de este proyecto sólo se analizará el área de chancado, debido a que esta área es la que contiene el mayor porcentaje en sistema estructural. La planta en fabricación se encuentra ubicada en Chala, Arequipa, Perú. Este trabajo fue adjudicado por la Empresa Minera Líder Gold del Sur S.A., a ALYABE S.R.L., una empresa con amplia experiencia en proyectos mineros y metalmecánicos en Perú.

El proyecto contempla una serie de trabajos especializados, que incluyen el montaje de tolvas de gruesos, que consistirá en la instalación de tolvas y soportes de parrillas de rieles con vigas H de 10" x 45 lbs. Estas tolvas forman parte del sistema de alimentación de material hacia el proceso de chancado. La estructura también incluye un techo de protección fabricado con vigas H y material estructural adicional, lo que asegura la estabilidad y durabilidad de las tolvas en condiciones operativas exigentes.

Además, el proyecto abarca la instalación del alimentador reciprocante, un equipo esencial que regula la alimentación del material en las siguientes etapas del proceso de chancado. Esta etapa del montaje está diseñada para garantizar un flujo constante de material, optimizando la eficiencia del sistema.

En cuanto a las fajas transportadoras, se realizará la instalación de las fajas N° 1, 2, 3, 4, 5 y 6, con longitudes que varían entre los 18 y 25 metros, y anchos de 24 pulgadas. Cada faja incluye el montaje de soportes fabricados con estructuras metálicas de alta resistencia, como

vigas de acero y planchas laminadas. Además, se incorporarán grating, barandas y escaleras de acceso para asegurar la seguridad de los operarios durante el mantenimiento y la operación.

Otro componente crucial del proyecto es el montaje de la chancadora de quijada de 16' x 24' y la chancadora cónica Symons de 3', que son responsables de la reducción del tamaño del material, preparándolo para su procesamiento en etapas posteriores. Estas chancadoras estarán montadas sobre plataformas estructurales diseñadas específicamente para soportar las cargas dinámicas y estáticas generadas durante la operación.

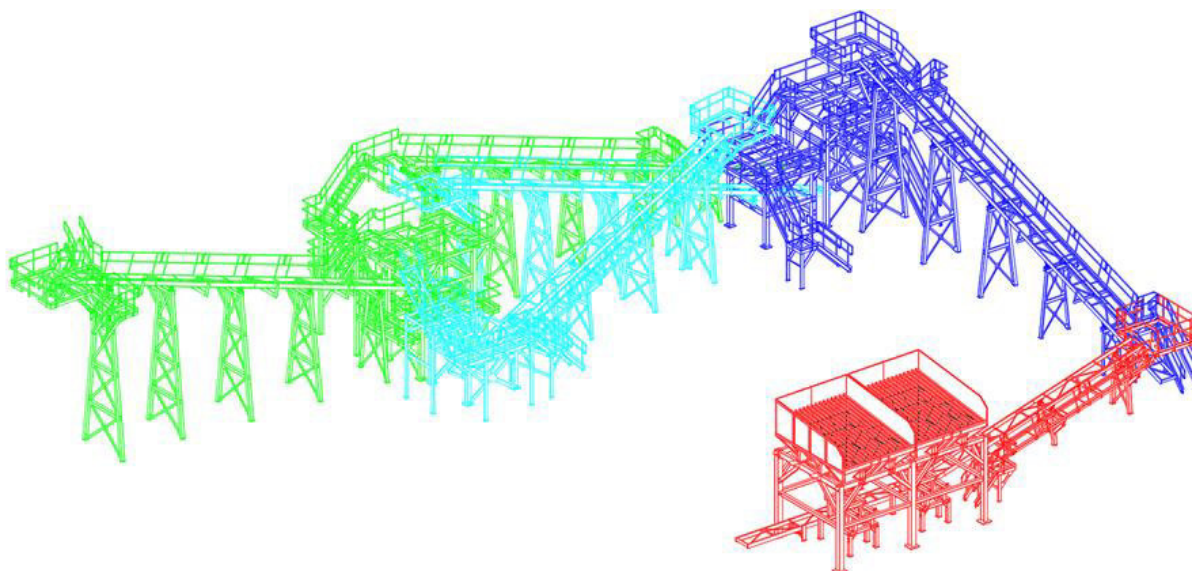
Asimismo, se instalarán equipos adicionales como el grizzly vibratorio 4' x 8', encargado de clasificar el material antes de su ingreso al sistema de chancado, y las zarandas vibratorias 4' x 8', que garantizan la clasificación precisa del material chancado. Cada uno de estos equipos contará con plataformas estructurales que facilitarán el acceso para su mantenimiento.

Finalmente, el proyecto incluye el montaje del sistema de lubricación y el ventilador de refrigeración, equipos auxiliares que aseguran el correcto funcionamiento de los componentes mecánicos del sistema de chancado. Estos equipos están diseñados para operar de manera continua, garantizando la máxima disponibilidad y eficiencia del sistema.

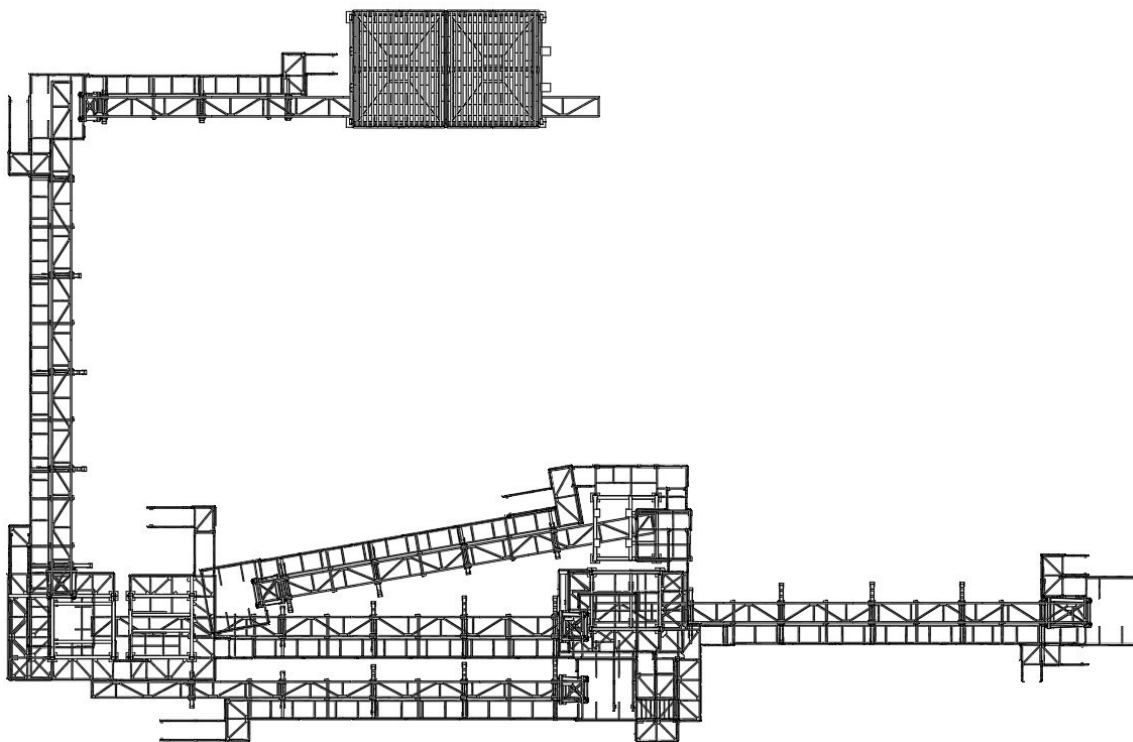
En resumen, la sección de chancado del proyecto en ejecución abarca tanto la instalación de equipos mecánicos críticos como la construcción de estructuras de soporte, lo que asegura un funcionamiento eficiente y seguro de la planta en sus operaciones diarias, como se muestra en la figura 2 y 3.

**Figura 2**

*Proyecto Montaje de planta de procesos 350 TMSD, Lixiviación 100 TMSD Y Desorción 2 TN,*

**Figura 3**

*Vista en planta del proyecto, área de chancado*



## Identificación de los problemas

### *Descripción de los problemas identificados en ALYABE S.R.L.*

Durante el desarrollo del proyecto en ALYABE S.R.L., se identificaron diversos problemas que afectaron negativamente la ejecución y productividad del proyecto. A través de un análisis semanal de las actividades, se detectaron las siguientes áreas problemáticas:

**Logística Deficiente.** El retraso en la llegada de materiales que fueron fabricados en planta fue un problema recurrente. En diversas semanas, se documentaron fallos en la entrega oportuna de recursos, lo que generó demoras en las actividades críticas del proyecto, como se aprecia en la figura 4.

#### **Figura 4**

*Actividades retrasadas por falta de material fabricado en planta*



**Fallas en equipos críticos.** Las fallas mecánicas en equipos importantes como la grúa de izaje afectaron las tareas de montaje de estructuras debido a que no se tenía personal especializado en la reparación de este equipo ni el kit de herramientas necesario para su reparación. Estos contratiempos, detallados en los informes semanales, provocaron retrasos considerables en el cronograma, como se observa en la figura 5.

**Figura 6**

*Falla mecánica de la Grúa de izaje, siendo reparada por el mismo personal de la empresa*

**Figura 5**

*Personal corrigiendo el alineamiento y verticalidad de las estructuras*



**Problemas en el control de calidad.** Varias actividades fueron rechazadas por la supervisión debido a errores en el alineamiento y verticalidad de las estructuras montadas. Esto llevó a la necesidad de retrabajos y ajustes, retrasando aún más las actividades. En la figura 6 se puede observar a los trabajadores corrigiendo estos errores con la ayuda de topografía.

**Programación inadecuada.** Se observó que la programación inicial de ciertas actividades no fue realista en cuanto a tiempos y recursos asignados, lo que resultó en incumplimientos en la ejecución de tareas clave.

**Problemas administrativos y de coordinación.** La falta de coordinación entre los equipos y una comunicación ineficaz entre las áreas administrativas y técnicas afectó la toma de decisiones y la asignación de tareas, incrementando los tiempos de respuesta.

### **Metodología de la Solución**

El Last Planner System (LPS) se emplea como una herramienta de planificación colaborativa orientada a mejorar la confiabilidad y eficiencia en proyectos de construcción. Esta metodología involucra la participación activa de los encargados de ejecutar las tareas, lo que facilita una mejor toma de decisiones en la planificación diaria y semanal, asegurando que las actividades se realicen de manera ordenada y con el menor nivel de interrupciones posibles.

### ***Procesos secuenciales de la solución***

Para implementar el Last Planner System (LPS) en ALYABE S.R.L. y mejorar la productividad en la construcción de estructuras metálicas, se establecieron una serie de procesos secuenciales. Estos procesos fueron diseñados para abordar los problemas previamente identificados y asegurar que cada fase del proyecto se ejecutará de manera eficiente y con los

recursos necesarios. A continuación, se detalla cada uno de los procesos secuenciales que formaron parte de la solución:

**Tabla 10**

*Procesos secuenciales para la aplicación de LPS*

N°	Proceso secuencial	Descripción	Entregables
1	Planificación maestra	<p>Se creó un cronograma maestro que incluía las actividades principales del proyecto, con hitos críticos y fechas establecidas para la finalización de cada fase. Esta planificación proporcionó una visión global del proyecto, lo que permitió una coordinación más efectiva entre los equipos.</p>	<p>Cronograma maestro del proyecto.</p> <p>Definición de hitos y fechas críticas.</p>
2	Sectorización	<p>Según metrado total de las partidas, se dividió en secciones de tal manera que se formaron sectores de trabajo según la secuencia del armado de las fajas transportadoras, llegando a que el trabajo sea cíclico. La elaboración del tren de actividades beneficia de manera directa a la mano de obra,</p>	<p>Sectorización del proyecto.</p> <p>Tren de actividades.</p>

N°	Proceso secuencial	Descripción	Entregables
3	Planificación de mediano plazo (Lookahead)	<p>esto debido a que cada cierto tiempo se vuelve a ejecutar las mismas actividades en cada sector.</p> <p>Durante esta fase, se realizó una planificación detallada de las actividades a realizar en las siguientes 4 semanas. Se analizaron posibles restricciones y se aseguraron los recursos necesarios para ejecutar las actividades programadas, minimizando las interrupciones.</p> <p>Se realizaron reuniones semanales con los encargados de cada área para planificar las actividades a ejecutar en la semana inmediata.</p>	<p>Cronograma de mediano plazo (4 semanas).</p> <p>Identificación y resolución de restricciones.</p>
4	Planificación semanal	<p>En estas reuniones, los equipos se comprometieron a cumplir con las tareas asignadas, y se ajustaron las actividades según las condiciones del proyecto.</p>	<p>Plan semanal de actividades.</p> <p>Compromisos de los equipos para cumplir con las tareas asignadas.</p>

N°	Proceso secuencial	Descripción	Entregables
5	Ejecución y monitoreo	<p>Esta fase incluyó la ejecución de las actividades planificadas, monitoreando el progreso de manera constante. Se utilizaron gráficos de control de avance y el <b>Porcentaje del plan cumplido (PPC)</b> para medir el rendimiento de los equipos y ajustar la planificación si era necesario.</p>	<p>Registro del <b>PPC</b> <b>semanal</b>.</p> <p>Gráficos de control de avance.</p>
6	Identificación de causas de no cumplimiento	<p>Semanalmente, se identificaron las causas de las actividades no cumplidas, como problemas logísticos o falta de recursos. Estos análisis permitieron ajustar la planificación y mejorar la productividad para las semanas siguientes.</p>	<p>Análisis de las causas de no cumplimiento.</p> <p>Informe de ajustes a la planificación.</p>
7	Mejora continua y retroalimentación	<p>Con base en los resultados obtenidos en las fases anteriores, se aplicaron lecciones aprendidas y mejoras continuas para optimizar la ejecución de las actividades</p>	<p>Informe de lecciones aprendidas.</p> <p>Ajustes en la planificación semanal y de mediano plazo.</p>

N°	Proceso secuencial	Descripción	Entregables
		<p>futuras. Se enfocaron los esfuerzos en resolver los problemas críticos que más afectaban la productividad del proyecto.</p>	

### Desarrollo de la solución

Ante los desafíos identificados en los procesos tradicionales de ejecución y las pérdidas económicas experimentadas, descritas en apartados anteriores, ALYABE S.R.L. decidió adoptar una solución estratégica basada en la implementación del Last Planner System (LPS). Esta metodología se presentó como una respuesta integral para optimizar la planificación y ejecución del proyecto en el caso específico del montaje en la sección de chancado, la implementación del LPS permitió optimizar cada una de las actividades críticas, como el montaje de las tolvas de gruesos, las fajas transportadoras, las chancadoras, y otros equipos mecánicos esenciales. La planificación colaborativa aseguró que los recursos estuvieran disponibles cuando se necesitaban y que las tareas fueran asignadas de manera eficiente a los equipos correspondientes. Asimismo, la retroalimentación constante entre los equipos de planificación y ejecución permitió realizar ajustes en tiempo real, asegurando que los plazos y presupuestos establecidos se cumplieran de manera efectiva. Last Planner System no solo proporcionó una solución efectiva para superar los desafíos iniciales del proyecto, sino que también permitió una mejora continua en la ejecución, contribuyendo a un desarrollo más exitoso y eficiente de las actividades en la planta de chancado. La metodología implementada, con su enfoque en la colaboración, flexibilidad y

mejora continua, se ha consolidado como una herramienta clave para el éxito de este proyecto en construcción.

### ***Implementación del Last Planner System***

El primer paso que se realizó antes de poner en marcha el desarrollo de la metodología fue realizar capacitaciones con los involucrados en la ejecución del proyecto. A través de estas capacitaciones, la empresa no solo fomentó un enfoque más ágil y colaborativo entre sus equipos, sino que también se comprometió a mejorar continuamente la calidad y la productividad del proyecto, con un enfoque práctico y dinámico, estas sesiones fueron prácticas y estuvieron diseñadas para equipar a los colaboradores con las herramientas y conocimientos necesarios para aplicar los principios de Lean Construction en sus actividades diarias, tal como se muestra en la figura 7.

### **Figura 7**

*Reuniones Lean Construction en ALYABE S.R.L*



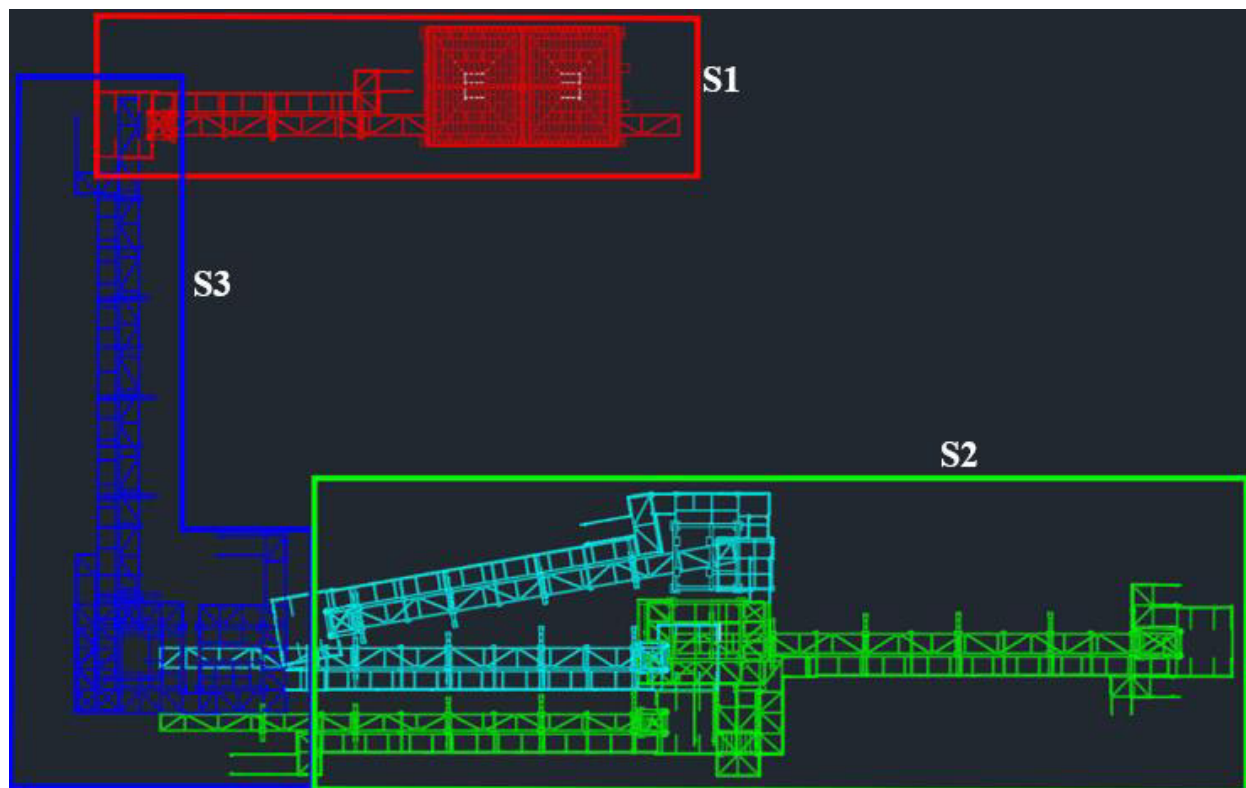
### *Sectorización*

La primera fase de la implementación del Last Planner System (LPS) consistió en la sectorización, donde se identificaron y delimitaron áreas específicas dentro del proyecto de montaje en la sección de chancado. Esta práctica permitió una planificación más detallada y un control más eficiente de los recursos y la coordinación de los equipos de trabajo.

A continuación, en la figura 8 se presenta la sectorización establecida para el proyecto, la cual ALYABE S.R.L., como contratista principal, viene desarrollando de manera rigurosa y comprometida.

### **Figura 8**

*Sectorización del área de chancado del proyecto*

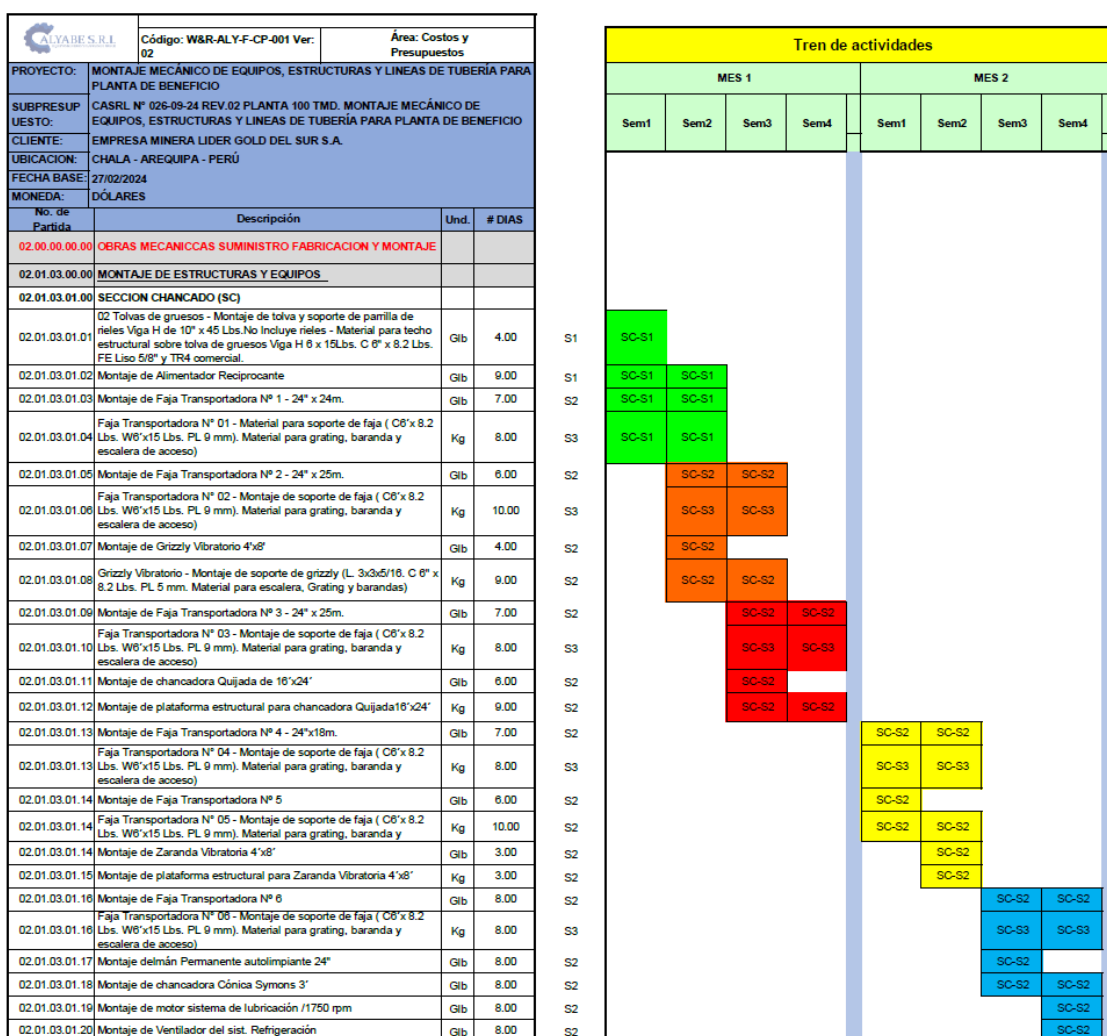


*Nota.* Para una mejor planificación se dividió el área de chancado en 3 sectores tal como se muestra en la figura.

**Tren de actividades.** Una vez realizada la sectorización del proyecto se procedió a identificar para cada sector las actividades necesarias y de acuerdo a ello se establecieron relaciones lógicas. Para esto se tuvo en cuenta las actividades predecesoras de cada partida, que actividad requiere la conclusión de otra, los recursos que se necesitan para cada actividad, los tiempos y sobre todo la prioridad que actividades son críticas para el proyecto. Es así que se logró realizar el tren de actividades del proyecto que se muestra en la figura 9.

**Figura 9**

*Tren de actividades del proyecto*



### Planificación Lookahead

Después de haber elaborado el tren de actividades con minucioso detalle, se procedió a la elaboración del lookahead planning del proyecto, donde se consideró elaboración de planes a mediano plazo en un periodo de 4 semanas, para establecer de ese modo un plan realista y alcanzable. En la figura 10 se muestra el lookahead planning elaborado de las dos primeras semanas.

**Figura 10**

*Lookahead planning de la semana 1 y semana 2 del proyecto*

DESCRIPCIÓN	CONTRACTUAL	Días	Und	Metrado	SEMANA 1						Und	Metrado	SEMANA 2					
					Lu	Ma	Mi	Ju	Ver	Sáb			Lu	Ma	Mi	Ju	Ver	Sáb
					01/01/2024	02/01/2024	03/01/2024	04/01/2024	05/01/2024	06/01/2024			07/01/2024	08/01/2024	09/01/2024	10/01/2024	11/01/2024	12/01/2024
<b>SECCION CHANCAADO (60)</b>																		
02 Tolvas de gruesos - Montaje de tolvá y soporte de parrilla de rieles Viga H de 10" x 45 Lbs.No Incluye rieles - Material para techo estructural sobre tolvá de gruesos Viga H 6 x 15Lbs. C 6' x 8.2 Lbs. FE Liso 5/8" y TR4 comercial.	17967.57	4.00	Gb	17967.57	4,491.89	4,491.89	4,491.89	4,491.89										
					100.00%	17967.57	4,491.89	4,491.89	4,491.89	4,491.89								
Montaje de Alimentador Reciprocante	2.00	9.00	Gb	1.33	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	2.00	0.22	0.22	0.22				
					100.00%	1.33	0.22	0.22	0.22	0.22	1.70	0.22	0.22					
Montaje de Faja Transportadora N° 1 - 24' x 24m.	1.00	7.00	Gb	0.86	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	1.00	0.14						
					96.67%	0.57	0.14	0.14	0.14	0.14	71.42%	0.71	0.14					
Faja Transportadora N° 01 - Material para soporte de faja ( C6'x 8.2 Lbs. W6'x15 Lbs. PL 9 mm). Material para grating, baranda y escalera de acceso)	1,566.78	8.00	Kg	1,174.34	195.72	195.72	195.72	195.72	195.72	195.72	1,566.78	195.72	195.72					
					100.00%	1,174.34	195.72	195.72	195.72	195.72	87.50%	1,170.06	195.72					
Montaje de Faja Transportadora N° 2 - 24' x 25m.	1.00	6.00	Gb	0.00							1.00	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17		
					#DNI/0	0.00					83.33%	0.83	0.17	0.17	0.17	0.17		
Faja Transportadora N° 02 - Montaje de soporte de faja ( C6'x 8.2 Lbs. W6'x15 Lbs. PL 9 mm). Material para grating, baranda y escalera de acceso)	3,570.92	10.00	Kg	0.00							2,142.55	357.09	357.09	357.09	357.09	357.09		
					#DNI/0	0.00					100.00%	2,142.55	357.09	357.09	357.09	357.09		
Montaje de Grizzly Vibratorio 4'x8'	1.00	4.00	Gb	0.00							1.00	0.25	0.25	0.25	0.25			
					#DNI/0	0.00					1.00	0.25	0.25	0.25	0.25			
Grizzly Vibratorio - Montaje de soporte de grizzly (L. 3x3x5/16. C 6' x 8.2 Lbs. PL 5 mm. Material para escalera, Grating y barandas)	2,884.46	9.00	Kg	0.00							1922.97	320.50	320.50	320.50	320.50	320.50		
					#DNI/0	0.00					100.00%	1922.97	320.50	320.50	320.50	320.50		
Montaje de Faja Transportadora N° 3 - 24' x 25m.	1.00	7.00	Gb	0.00							1.00	0.00						
					#DNI/0	0.00					#DNI/0	0.00						
Faja Transportadora N° 03 - Montaje de soporte de faja ( C6'x 8.2 Lbs. W6'x15 Lbs. PL 9 mm). Material para grating, baranda y escalera de acceso)	5,359.83	8.00	Kg	0.00							0.00							
					#DNI/0	0.00					#DNI/0	0.00						
Montaje de chancadora Quijada de 16'x24"	1.00	6.00	Gb	0.00							1.00	0.00						
					#DNI/0	0.00					#DNI/0	0.00						
Montaje de plataforma estructural para chancadora Quijada16'x24"	5,359.83	9.00	Kg	0.00							0.00							
					#DNI/0	0.00					#DNI/0	0.00						
Montaje de Faja Transportadora N° 4 - 24'x18m.	1.00	7.00	Gb	0.00							1.00	0.00						
					#DNI/0	0.00					#DNI/0	0.00						
Faja Transportadora N° 04 - Montaje de soporte de faja ( C6'x 8.2 Lbs. W6'x15 Lbs. PL 9 mm). Material para grating, baranda y escalera de acceso)	2,081.49	8.00	Kg	0.00							0.00							
					#DNI/0	0.00					#DNI/0	0.00						
Montaje de Faja Transportadora N° 5	1.00	6.00	Gb	0.00							1.00	0.00						
					#DNI/0	0.00					#DNI/0	0.00						
Faja Transportadora N° 05 - Montaje de soporte de faja ( C6'x 8.2 Lbs. W6'x15 Lbs. PL 9 mm). Material para grating, baranda y escalera de acceso)	3,584.26	10.00	Kg	0.00							0.00							
					#DNI/0	0.00					#DNI/0	0.00						

Como se muestra en la figura 10, se desarrolló el lookahead planning de la semana 1 y semana 2 del proyecto, donde se trabajó en función del metrado total de la partida dividiendo entre la cantidad de días que tomará dicha ejecución, y de acuerdo con ello poder llevar un control semanal de las metas que se están y no se están cumpliendo y analizar el porqué del no

cumplimiento. De igual manera se realizó un lookahead planning de la semana 3 y 4 como se muestra en la figura 11.

## Figura 11

### Lookahead planning de la semana 3 y semana 4 del proyecto

DESCRIPCIÓN	Und	Metrado	SEMANA 3						Und	Metrado	SEMANA 4							
			Lu	Ma	Mi	Ju	Vie	Sáb			Lu	Ma	Mi	Ju	Vie	Sáb		
			12/08/23	13/08/23	14/08/23	15/08/23	16/08/23	17/08/23			19/08/23	20/08/23	21/08/23	22/08/23	23/08/23	24/08/23		
<b>MONTAJE DE ESTRUCTURAS Y EQUIPOS</b>																		
<b>SECCION CHANCADO (25)</b>																		
O2 Tolvas de gruesos - Montaje de tolva y soporte de parrilla de rieles Viga H de 10" x 45 Lbs.No Incluye rieles - Material para techo estructural sobre tolva de gruesos Viga H 6 x 15Lbs. C 6" x 8.2 Lbs. FE Liso 5/8" y TR4 comercial.	m3	17967.57							m3	17967.57								
	100.00%	17967.57							100.00%	17967.57								
Montaje de Alimentador Reciprocante	m3	2.00							m3	2.00								
	88.89%	1.78							88.89%	1.78								
Montaje de Faja Transportadora Nº 1 - 24" x 24m.	m3	1.00							m3	1.00								
	0.00%	0.00							0.00%	0.00								
Faja Transportadora Nº 01 - Material para soporte de faja ( C6"x 8.2 Lbs. W6"x15 Lbs. FL 9 mm). Material para grating, baranda y escalera de acceso)	m3	1565.78							m3	1565.78								
	87.50%	1370.06							87.50%	1370.06								
Montaje de Faja Transportadora Nº 2 - 24" x 25m.	m2	1.00							m2	1.00								
	83.33%	0.83							83.33%	0.83								
Faja Transportadora Nº 02 - Montaje de soporte de faja ( C6"x 8.2 Lbs. W6"x15 Lbs. FL 9 mm). Material para grating, baranda y escalera de acceso)	m3	3570.92	357.09	357.09	357.09	357.09	357.09		m3	3570.92								
	100.00%	3570.92	357.09	357.09	357.09	357.09	357.09		100.00%	3570.92								
Montaje de Grizzly Vibratorio 4x3'	m2	1.00							m2	1.00								
	100.00%	1.00							100.00%	1.00								
Grizzly Vibratorio - Montaje de soporte de grizzly (L. 3x3x5/16. C 6" x 8.2 Lbs. PL 5 mm. Material para escalera, Grating y barandas)	m3	2884.46	320.50	320.50	320.50				m3	2884.46								
	22.22%	640.99	320.50	320.50					0.00%	0.00								
Montaje de Faja Transportadora Nº 3 - 24" x 25m.	m2	0.86	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	m2	1.00	0.14							
	100.00%	0.86	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.00%	0.00								
Faja Transportadora Nº 03 - Montaje de soporte de faja ( C6"x 8.2 Lbs. W6"x15 Lbs. FL 9 mm). Material para grating, baranda y escalera de acceso)	kg	4029.87	669.98	669.98	669.98	669.98	669.98	669.98	kg	5359.83	669.98	669.98						
	100.00%	4029.87	669.98	669.98	669.98	669.98	669.98	669.98	100.00%	5359.83	669.98	669.98						
Montaje de chancadora Quijada de 16"x24"	m3	1.00	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	m3	1.00								
	100.00%	1.00	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.00%	0.00								
Montaje de plataforma estructural para chancadora Quijada16"x24"	m2	3573.22	595.54	595.54	595.54	595.54	595.54	595.54	m2	5359.83	595.54	595.54	595.54					
	100.00%	3573.22	595.54	595.54	595.54	595.54	595.54	595.54	100.00%	5359.83	595.54	595.54	595.54					
Montaje de Faja Transportadora Nº 4 - 24"x18m.	kg	0.00							kg	0.00								
	#,DIV/0!	0.00							#,DIV/0!	0.00								
Faja Transportadora Nº 04 - Montaje de soporte de faja ( C6"x 8.2 Lbs. W6"x15 Lbs. FL 9 mm). Material para grating, baranda y escalera de acceso)	m3	0.00							m3	0.00								
	#,DIV/0!	0.00							#,DIV/0!	0.00								
Montaje de Faja Transportadora Nº 5	m2	0.00							m2	0.00								
	#,DIV/0!	0.00							#,DIV/0!	0.00								

## Desarrollo de la planificación semanal

El desarrollo de la planificación semanal se centró en definir, de manera detallada, las tareas y la asignación de recursos para cada semana, con la participación activa de todos los involucrados en el proyecto. Este enfoque permitió una ejecución eficiente y facilitó ajustes rápidos en función del avance real del proyecto.

La planificación semanal fue clave para asegurar que todas las actividades estuvieran alineadas con el cronograma general y el Lookahead Planning. Además, permitió identificar y mitigar posibles obstáculos antes de que afectaran el desarrollo del proyecto.

Esta planificación se implementó a través de tableros físicos, ubicados estratégicamente en las paredes de las oficinas provisionales de obra, donde se plasmaban las actividades, responsables y recursos asignados, como se muestra en la figura 12 correspondiente.

### **Figura 12**

*Tableros de planificación semanal en las oficinas de obra*



*Nota.* Los tableros se actualizaban semanalmente y eran utilizados por los supervisores y jefes de obra para coordinar las actividades en cada sector.

### ***Ejecución y monitoreo***

Después de realizada la planificación semanal se llevó a cabo el proceso de ejecución y monitoreo, donde los equipos ejecutaron las tareas programadas respecto a la programación semanal obtenida del lookahead planning, y a la par se llevó un monitoreo constante de la ejecución de las tareas programadas por parte del personal de supervisión como se muestra en la figura 13.

**Figura 13**

*Monitoreo de la ejecución de actividades programadas*



Así como se realizó el monitoreo de la ejecución de actividades programadas en obra, también se llevó a cabo un control con el equipo técnico y se realizaron reuniones semanales de planificación donde se revisaron los avances, se identificaron restricciones y se ajustaron las tareas futuras. Uno de los principales indicadores de control fue el Porcentaje del Plan Cumplido (PPC), que reflejó el nivel de cumplimiento de las actividades semanales. A continuación, en las figuras 14, 15, 16 y 17 se muestran mediante gráficos los resultados de PPC para las primeras cuatro semanas del proyecto.

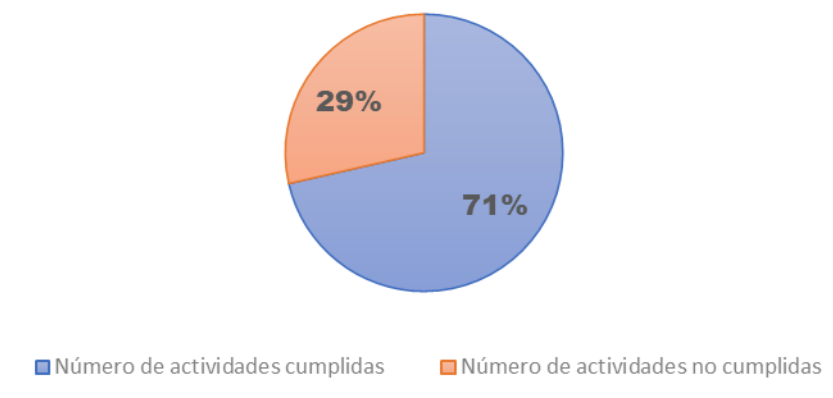
**Figura 14**

*Porcentaje de plan cumplido de la semana 1*

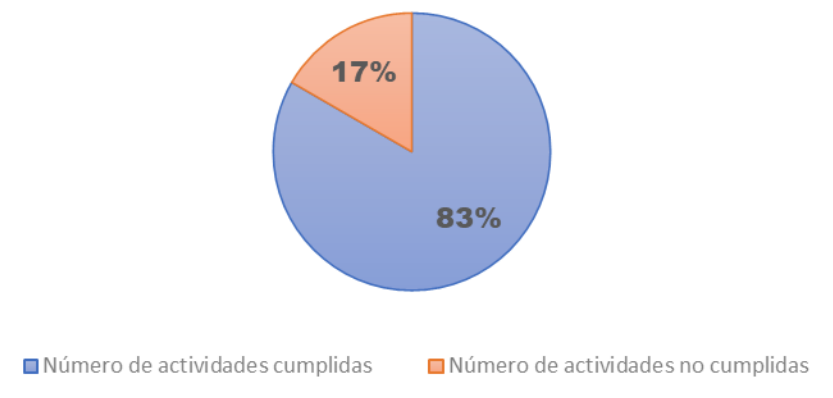


**Figura 15**

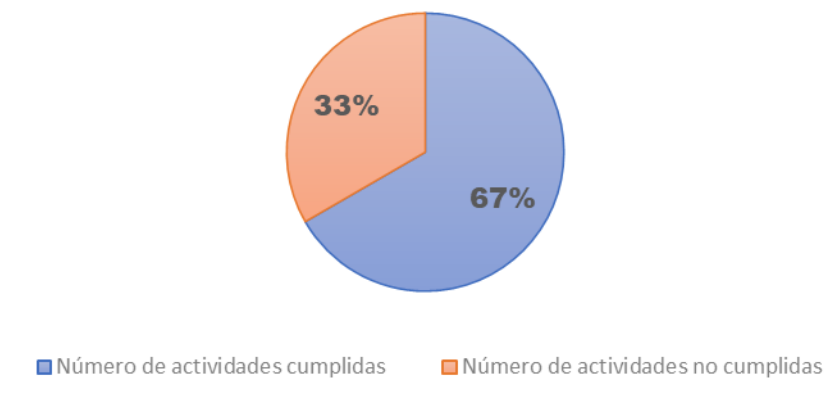
*Porcentaje de plan cumplido de la semana 2*

**Figura 16**

*Porcentaje de plan cumplido de la semana 3*

**Figura 17**

*Porcentaje de plan cumplido de la semana 4*



### ***Identificación de Causas de No Cumplimiento***

Además del Porcentaje del Plan Cumplido (PPC), se analizaron otros indicadores como las restricciones semanales, que reflejaban los problemas que afectaron el cumplimiento de las actividades. Durante las primeras cuatro semanas, se observaron las siguientes restricciones:

**Tabla 11**

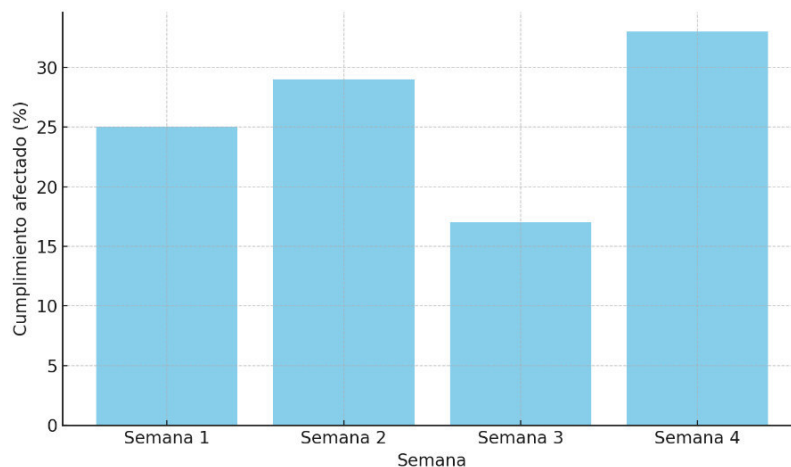
*Restricciones semanales del proyecto*

<b>Semana</b>	<b>Restricciones detectadas</b>	<b>Cumplimiento afectado (%)</b>
1	Retrasos logísticos	25%
2	Fallas en equipos	29%
3	Coordinación interna	17%
4	Logística y fallas técnicas	33%

Estos datos muestran que, a lo largo de las cuatro semanas, el impacto total de las restricciones en el cumplimiento fue significativo, afectando de manera negativa el PPC en un promedio del 26%.

**Figura 18**

*Impacto de las Restricciones en el PCC*



En la figura 18 se visualiza claramente cómo las restricciones afectaron el cumplimiento, siendo la semana 2 la más crítica con un impacto del 29%, debido principalmente a problemas técnicos con los equipos de izaje.

Después de haber realizado un análisis detallado de las causas de no cumplimiento, se identificaron tres factores principales que afectaron el desempeño del proyecto:

Retrasos en la logística. Afectaron el 40% del total de las actividades no cumplidas.

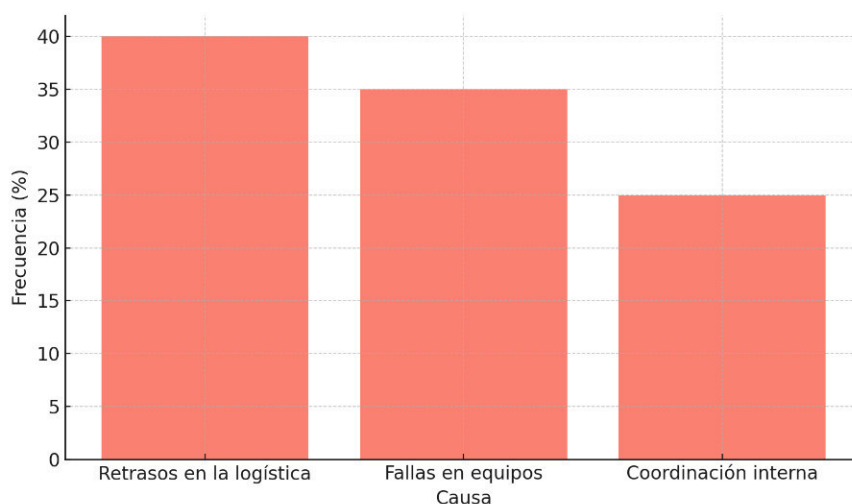
Fallas en equipos de izaje. Con un 35%, estas fallas técnicas se presentaron en las semanas 2 y 4, causando una interrupción en el montaje de las estructuras.

Problemas de coordinación interna. Estos problemas impactaron el 25% de las actividades, especialmente en la disponibilidad de personal y recursos en el sitio de trabajo.

En la figura 19 se puede observar mediante un gráfico las causas específicas de no cumplimiento y su frecuencia.

### Figura 19

#### *Causas de no cumplimiento*



### ***Mejora Continua y Retroalimentación***

A lo largo de la ejecución del proyecto, se documentaron diversas lecciones aprendidas que serán fundamentales para futuros proyectos en ALYABE S.R.L., Estas lecciones se enfocaron en la mejora de la planificación, la coordinación logística y la implementación técnica. Entre las principales lecciones se destacan:

Mejora en la logística de materiales. Los retrasos en la entrega de los materiales representaron uno de los mayores desafíos para el cumplimiento del cronograma. Se recomienda fortalecer la planificación logística con proveedores y crear buffers de tiempo para asegurar la entrega oportuna.

Mejora en la comunicación entre equipos. La coordinación entre los equipos de montaje y logística fue clave para el éxito del proyecto, sin embargo, se identificó que una mejor sincronización podría haber evitado algunos tiempos muertos.

Evaluación temprana de equipos críticos. Las fallas en los equipos de izaje y las grúas ocasionaron retrasos significativos. En futuros proyectos, será importante realizar una evaluación y mantenimiento preventivo de los equipos antes de iniciar las fases de montaje.

Estas lecciones aprendidas se implementarán en proyectos futuros para mejorar la eficiencia y minimizar los retrasos causados por restricciones operativas y logísticas.

### **Factibilidad Técnica y Operativa**

#### ***Factibilidad técnica del Last Planner System en ALYABE S.R.L.***

La implementación del Last Planner System (LPS) en ALYABE S.R.L. resultó técnicamente viable, ya que permitió una mejor coordinación y planificación de las actividades en la construcción de estructuras metálicas. A través del LPS, el equipo de trabajo logró

optimizar los recursos, reducir el tiempo de inactividad y mantener un flujo constante de actividades.

Uno de los factores que aseguró la factibilidad técnica fue la integración del LPS con las fases críticas de montaje, como la instalación de las fajas transportadoras y las zarandas vibratorias. El sistema permitió planificar cada actividad con precisión, evitando cuellos de botella y garantizando que los recursos estuvieran disponibles cuando se necesitaban. Además, el uso de indicadores como el PPC ayudó a medir el desempeño y ajustar la planificación en función del avance real del proyecto.

Datos adicionales. Durante la implementación del LPS, se redujo el tiempo de inactividad en un 15% en comparación con proyectos anteriores sin esta metodología. Además, la tasa de cumplimiento semanal de las actividades críticas fue de un promedio del 74%, lo que evidencia la efectividad del sistema en el control de las actividades.

### ***Capacitación del equipo y herramientas necesarias***

Uno de los elementos clave para asegurar la implementación exitosa del LPS en ALYABE S.R.L. fue la capacitación del equipo. El personal encargado de la planificación y ejecución del proyecto recibió una capacitación específica sobre los principios del Last Planner System, que incluyó:

Planificación colaborativa. Se capacitó al equipo en la importancia de la planificación semanal y en la coordinación entre los diferentes actores involucrados (montaje, logística, supervisión).

Uso de herramientas de planificación. El equipo técnico fue capacitado en el uso de software de control y planificación, como el Microsoft Project y hojas de cálculo, para gestionar cronogramas y recursos de manera eficiente.

Reuniones semanales de evaluación. Se capacitó a los líderes de equipo para realizar reuniones semanales de revisión de los avances y para ajustar las actividades según los resultados obtenidos.

Datos adicionales. La capacitación inicial duró 2 semanas y estuvo dirigida a un total de 15 personas, incluyendo jefes de obra, supervisores, y personal logístico. Gracias a esta formación, el equipo logró una mejor comunicación y coordinación, lo que resultó en una reducción del 20% en los tiempos de revisión de actividades durante el proyecto.

### ***Recursos materiales y tecnológicos involucrados***

La implementación del Last Planner System también requirió la integración de diversos recursos materiales y tecnológicos para garantizar el éxito del proyecto. Entre los principales recursos involucrados, se destacaron:

Software de gestión. Se utilizó Microsoft Project como la herramienta principal para el seguimiento y la programación de actividades. Este software facilitó la creación de cronogramas detallados y la asignación de recursos.

Equipos de izaje. Durante el proyecto, se emplearon grúas y plataformas elevadoras para el montaje de las estructuras metálicas. Estos equipos fueron esenciales para garantizar que las actividades de montaje se realizaran de manera eficiente y segura.

Materiales estructurales. Se utilizaron 500 toneladas de estructuras metálicas para el montaje de las plataformas y sistemas de transporte. La correcta disponibilidad de estos materiales fue fundamental para mantener el flujo de actividades sin interrupciones.

Datos adicionales. El uso de software de gestión permitió reducir los errores de programación en un 25%, mientras que el monitoreo constante de los equipos de izaje redujo las fallas técnicas en un 10% en comparación con proyectos anteriores.

## Inversión y Recursos

### *Costo del proyecto de implementación del LPS*

La inversión en la implementación del Last Planner System (LPS) en ALYABE S.R.L. se centró en la capacitación del personal y la adecuación de herramientas necesarias para las reuniones de planificación colaborativa, supervisión de las actividades y el seguimiento del proyecto.

A continuación, se presenta el Cuadro de inversión para la implementación del LPS:

**Tabla 12**

*Cuadro de inversión de LPS en ALYABE S.R.L*

Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo unitario (S/)	Total (S/)
1	Capacitación del equipo (2 semanas)	und	15	S/ 333.33	S/ 4,999.95
2	Software de gestión (Microsoft Project)	und	1	S/ 2,000.00	S/ 2,000.00
3	Reuniones de planificación	und	8	S/ 500.00	S/ 4,000.00
4	Supervisión y seguimiento semanal	und	4	S/ 1,000.00	S/ 4,000.00
<b>Costo total</b>					<b>S/ 15,000</b>

*Nota.* Los costos incluyen la capacitación del equipo en la metodología LPS y las herramientas necesarias para llevar a cabo las reuniones de planificación semanal y supervisión de actividades.

### *Análisis del retorno de inversión*

El retorno de inversión (ROI) de la implementación del Last Planner System se calculó con base en la reducción de tiempos de inactividad y la mejora en la productividad del equipo de trabajo. Se estimó un ahorro de S/ 25,000, lo que representa un ROI del 66.67%. Este retorno fue posible gracias a la optimización de la planificación y el control de las actividades críticas, permitiendo así una mejor coordinación entre los involucrados y una reducción en los retrasos.

### *Recursos humanos y logísticos*

Los recursos humanos involucrados en la implementación del LPS fueron clave para asegurar la ejecución eficiente del sistema. A continuación, se detallan los principales recursos:

**Tabla 13**

#### *Recursos humanos para la implementación de LPS*

<b>Recurso</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>
Personal capacitado	15 personas	Jefes de obra, supervisores y equipo técnico
Personal logístico	5 personas	Coordinación y seguimiento de reuniones de planificación
Reuniones semanales	8 reuniones	Planificación colaborativa mediante la metodología LPS
Supervisión y seguimiento	4 supervisores	Encargados de revisar el cumplimiento de las actividades semanales

*Nota.* Este enfoque basado en la metodología LPS fue fundamental para garantizar la eficiencia y la coordinación del equipo en las actividades planificadas.

## Análisis de resultados

### Análisis Costo – Beneficio

La implementación del Last Planner System (LPS) en ALYABE S.R.L. fue diseñada para optimizar la planificación y ejecución de las actividades relacionadas con la construcción de estructuras metálicas. A lo largo de un periodo de 4 semanas, se llevaron a cabo las evaluaciones necesarias para medir el impacto de la metodología en términos de costos y beneficios. Este análisis incluye tanto los costos directos e indirectos de la implementación como los beneficios tangibles e intangibles obtenidos.

### *Costos involucrados en la implementación*

La implementación del LPS requirió una inversión significativa, distribuida entre la capacitación del equipo, la adquisición de herramientas de gestión, y la realización de reuniones colaborativas semanales. A continuación, se desglosan los principales costos involucrados:

**Tabla 14**

### *Costos involucrados en la implementación*

Ítem	Descripción	Costo (S/)	
Capacitación del equipo	Formación sobre LPS (2 semanas)	S/	5,000.00
Software de gestión	Microsoft Project u otro software	S/	2,000.00
Reuniones de planificación	4 reuniones semanales	S/	4,000.00
Supervisión y seguimiento	Control y evaluación semanal	S/	4,000.00
<b>Costo total</b>		<b>S/</b>	<b>15,000.00</b>

*Nota.* Los costos se distribuyeron a lo largo de las 4 semanas del proyecto, asegurando la correcta implementación y monitoreo del LPS.

### ***Comparación de costos pre y post implementación del LPS***

Antes de la implementación del LPS, la empresa experimentaba altos niveles de ineficiencia operativa debido a la falta de una planificación adecuada, lo que se reflejaba en tiempos muertos y sobrecostos. El siguiente cuadro compara los costos y tiempos pre y post implementación durante el periodo de 4 semanas:

**Tabla 15**

*Cuadro comparativo de costos pre y post implementación de LPS*

<b>Comparación</b>	<b>Antes del LPS</b>	<b>Después del LPS</b>	<b>Diferencia (%)</b>
Tiempos de inactividad (horas/semana)	10 horas/semana	4 horas/semana	-60%
Actividades completadas en 4 semanas	12 actividades	18 actividades	50%
Costos operativos (aproximados)	S/ 20,000	S/ 15,000	-25%

*Nota.* La implementación del LPS permitió reducir los tiempos de inactividad en un 60% y aumentar la productividad en un 50%, lo que resultó en una disminución de los costos operativos en un 25%.

### ***Beneficios tangibles e intangibles de la implementación***

La implementación del LPS en ALYABE S.R.L. generó una serie de beneficios que se pueden clasificar en tangibles e intangibles:

**Beneficios tangibles:**

Mejora en la productividad. Durante las 4 semanas, se completaron 18 actividades, en comparación con las 12 actividades planificadas antes de la implementación del LPS, representando un incremento del 50% en la eficiencia operativa.

Reducción de costos operativos. Gracias a la mejor planificación y ejecución, los costos operativos se redujeron en S/ 5,000.

**Beneficios intangibles:**

Mejora en la comunicación y coordinación: Las reuniones semanales promovieron una mejor sincronización entre los equipos, facilitando la toma de decisiones en tiempo real.

Compromiso del equipo: El LPS incrementó la participación de los miembros del equipo en la planificación colaborativa, lo que resultó en una mayor responsabilidad y compromiso para cumplir con los objetivos semanales.

Adaptabilidad a los cambios: El enfoque del LPS permitió una mayor flexibilidad para ajustar el plan en función de las restricciones identificadas, mejorando la capacidad de respuesta ante imprevistos.

**Beneficios de la Implementación**

La implementación del Last Planner System (LPS) en ALYABE S.R.L. generó beneficios significativos, tanto a nivel operativo como organizacional. A continuación, se detalla cómo la metodología impactó en la productividad, los tiempos muertos, la eficiencia en la planificación y ejecución, así como en la comunicación y coordinación entre los equipos de trabajo.

### ***Mejora en la productividad de las actividades de construcción***

Uno de los principales beneficios de la implementación del LPS fue la mejora en la productividad de las actividades de construcción. Al implementar un sistema de planificación colaborativa y seguimiento semanal de las actividades, se logró un incremento del 50% en las actividades completadas durante las 4 semanas del proyecto. Antes del LPS, se completaban 12 actividades, mientras que después de la implementación se completaron 18 actividades en el mismo periodo de tiempo.

Este aumento en la productividad se debió a la capacidad del LPS para identificar y eliminar restricciones de manera temprana, permitiendo un flujo constante de trabajo y una mejor asignación de recursos.

### ***Reducción de tiempos muertos y optimización de recursos***

El LPS también permitió una reducción significativa en los tiempos muertos, disminuyendo de 10 horas/semana a 4 horas/semana, lo que representa una reducción del 60%. Este beneficio fue posible gracias a la identificación temprana de restricciones y la rápida resolución de problemas que anteriormente ocasionaban demoras en la ejecución de las actividades.

La optimización de los recursos fue otro factor clave. El LPS permitió que los recursos (tanto humanos como materiales) se utilizarán de manera más eficiente, evitando interrupciones innecesarias en el flujo de trabajo.

### ***Aumento de la eficiencia en la planificación y ejecución***

El uso del Last Planner System mejoró la eficiencia tanto en la planificación como en la ejecución del proyecto. El enfoque colaborativo de la metodología permitió que todos los actores

involucrados (jefes de obra, supervisores y el equipo de trabajo) participarán activamente en la creación de los planes semanales, lo que resultó en planes más realistas y alcanzables.

Gracias al Look Ahead Planning, se logró anticipar problemas y ajustar el plan semanal en función del progreso real del proyecto. Esto permitió mantener un alto nivel de control sobre las actividades críticas, mejorando la ejecución de las mismas.

### ***Impacto en la comunicación y coordinación entre equipos***

El LPS fomentó una mejora significativa en la comunicación y coordinación entre los equipos de trabajo. Las reuniones semanales de planificación permitieron que todos los actores estuvieran alineados con los objetivos del proyecto y que se tomarán decisiones de manera conjunta, lo que facilitó la resolución de problemas en tiempo real.

El impacto de esta mejora en la comunicación fue evidente en la reducción de los tiempos muertos y en la capacidad de adaptación a los cambios imprevistos. Además, se observó un mayor compromiso y responsabilidad por parte de los equipos de trabajo, lo que contribuyó a que las actividades se completaran de manera más eficiente

### **Aportes más destacables a la institución**

La implementación del Last Planner System (LPS) en ALYABE S.R.L. no solo contribuyó a la mejora de la productividad y eficiencia en el proyecto de construcción de estructuras metálicas, sino que también generó aportes significativos a la institución en varios niveles. A continuación, se detallan los aportes más destacables:

**Mejora de los procesos de planificación y control.** Uno de los principales aportes fue la introducción de una metodología estructurada y colaborativa para la planificación y el control de las actividades. El LPS permitió que la institución adoptara un enfoque más eficiente y proactivo en la gestión de proyectos, eliminando la improvisación y reduciendo los tiempos muertos. Este enfoque es replicable en futuros proyectos, mejorando la gestión general de la construcción.

**Desarrollo de capacidades internas.** La capacitación de los equipos en la metodología LPS mejoró significativamente sus habilidades en la planificación, comunicación y resolución de problemas. Esta formación no solo impactó positivamente en el proyecto actual, sino que también preparó al personal para aplicar estos conocimientos en futuros proyectos, fortaleciendo la capacidad técnica de la empresa.

**Cultura de mejora continua.** El enfoque del LPS en la evaluación constante de los resultados y la identificación de restricciones fomentó una cultura de mejora continua dentro de la organización. Los equipos se acostumbraron a analizar las causas de los retrasos y a buscar soluciones de manera conjunta, lo que contribuye a la innovación y a la optimización constante de los procesos.

**Aumento en la competitividad.** Gracias a la eficiencia alcanzada con la implementación del LPS, ALYABE S.R.L. mejoró su capacidad para ejecutar proyectos dentro de los plazos y costos estimados, lo que le permite ser más competitiva en el mercado de la construcción. Esta

mejora en la gestión de proyectos puede servir como un elemento diferenciador frente a otros competidores.

Mejora en la satisfacción del cliente. El uso del LPS ayudó a cumplir con los objetivos del proyecto en términos de tiempos y costos, lo que resultó en un aumento de la satisfacción del cliente. Al garantizar que las actividades críticas se completarán dentro de los plazos acordados, la institución consolidó su reputación de eficiencia y calidad en la ejecución de proyectos.

## Conclusiones

En primera instancia se concluye que la adopción del LPS permitió un mejor uso de los materiales, reduciendo el desperdicio en un 20% en comparación con proyectos anteriores. Esto se debió a la capacidad del sistema para planificar y ajustar la entrega de recursos, asegurando que los materiales estuvieran disponibles en el momento adecuado.

En segunda instancia se concluye que la implementación del LPS logró una reducción del 60% en los tiempos muertos, pasando de 10 horas/semana a 4 horas/semana. Esto fue posible gracias a la identificación temprana de restricciones y la planificación colaborativa entre los equipos.

Por último, se concluye que la implementación del LPS mejoró significativamente la coordinación y comunicación entre los equipos de trabajo, lo que resultó en una mejora del 25% en la eficiencia operativa. Las reuniones semanales y la planificación colaborativa facilitaron la toma de decisiones en tiempo real, reduciendo los conflictos y promoviendo un trabajo más eficiente.

### **Recomendaciones**

En primera instancia se recomienda que, para mejorar aún más la eficiencia en el uso de materiales, se debe integrar herramientas tecnológicas de seguimiento y control de inventarios en tiempo real, complementando la planificación colaborativa del LPS.

En segunda instancia se recomienda que, para seguir disminuyendo los tiempos muertos, se deben realizar mantenimientos preventivos de los equipos antes del inicio de cada fase del proyecto y establecer acuerdos con proveedores para asegurar la entrega oportuna de materiales.

Por último, se recomienda fortalecer las capacidades de los equipos mediante capacitaciones continuas en planificación colaborativa y resolución de conflictos, lo que asegurará una mejora constante en la comunicación y coordinación durante la ejecución de los proyectos.

## Referencias

- Ballard, G., & Howell, G. (1998). *Shielding production: An essential step in production control*. Lean Construction Institute.  
[https://www.researchgate.net/publication/238626514\\_Shielding\\_Production\\_An\\_Essential\\_Step\\_in\\_Production\\_Control](https://www.researchgate.net/publication/238626514_Shielding_Production_An_Essential_Step_in_Production_Control)
- Ballard, G., & Howell, G. (2003). *Competing construction management paradigms: The Last Planner System and the traditional method*. Lean Construction Institute.  
[https://leanconstruction.org/wp-content/uploads/2022/08/LCJ\\_04\\_0008.pdf](https://leanconstruction.org/wp-content/uploads/2022/08/LCJ_04_0008.pdf)
- Banco Central de Reserva del Perú (BCRP). (2020). *Producto Bruto Interno (PBI)* [Datos anuales].  
<https://estadisticas.bcrp.gob.pe/estadisticas/series/anuales/resultados/CD11055DA/html>
- Ballard, G. (2000). *The Last Planner System of production control*. Lean Construction Institute.  
<https://repositorio.usil.edu.pe/server/api/core/bitstreams/4b24559b-325d-4891-814e-168ca6359865/content>
- Ballard, G., & Tommelein, I. D. (2012). *The lean project delivery system: An update*. *Lean Construction Journal*, 2012(2), 1-19.  
[https://www.researchgate.net/publication/228362769\\_The\\_lean\\_project\\_delivery\\_system\\_An\\_update](https://www.researchgate.net/publication/228362769_The_lean_project_delivery_system_An_update)
- Ballard, G., & Tommelein, I. D. (2012). Lean design management. *The Lean Construction Journal*, 8, 1-16. <https://www.redalyc.org/journal/852/85259531012/html/>
- Brioso, X. (2017). *Synergies between Last Planner System and OHSAS 18001—A general overview*. *Building & Management*, 1, 24-35. <https://doi.org/10.20868/bma.2017.2.3551>

Carrera, M., & Mamani, M. (2023). *Implementación del Last Planner System con BIM en el marco de la productividad y control de costos en el proyecto multifamiliar Central Home de 20 pisos, ubicado en Lima*. Universidad Privada del Norte.

<https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/35201>

Chávez Morales, R. F., Serrano Mariño, E. M., & Garcia Nicolas, E. J. (2022). *Análisis de la implementación de la metodología Last Planner System para optimizar la planificación de la fase de superestructura del edificio principal del Hospital Regional de Huancavelica* [Tesis de licenciatura, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas].

<https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/661173>

Díaz, L. (2024). *Implementación del sistema Last Planner para mejorar el desempeño del proceso de ejecución en obras públicas de infraestructura vial en Lima Metropolitana*. Pontificia Universidad Católica del Perú.

<https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/27852>

Díaz Motta, E. S. (2024). *Implementación del sistema Last Planner para mejorar el desempeño del proceso de ejecución en obras públicas de infraestructura vial en Lima Metropolitana* [Tesis de licenciatura, Pontificia Universidad Católica del Perú].

<https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/27852>

Forbes, L. H., & Ahmed, S. M. (2010). *Modern construction: Lean project delivery and integrated practices*. CRC Press.

[https://books.google.com.pe/books?hl=es&lr=&id=sL2wXr7dPE0C&oi=fnd&pg=PP1&dq=forbes+y+ahmed+\(2010\)+pdf&ots=X3fQmNiNxw&sig=b1rn17Zl2i6cooyZge709wRAiUQ#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.pe/books?hl=es&lr=&id=sL2wXr7dPE0C&oi=fnd&pg=PP1&dq=forbes+y+ahmed+(2010)+pdf&ots=X3fQmNiNxw&sig=b1rn17Zl2i6cooyZge709wRAiUQ#v=onepage&q&f=false)

González Peña, J. (2024). *Implementación de Last Planner System en el proyecto construcción urbanización La Voluntad etapa II fase I de 50 viviendas de interés prioritario en la zona urbana del municipio de Aipe, Huila*. Universidad de los Andes.

<https://repositorio.uniandes.edu.co/entities/publication/1f673057-b61d-4109-be9a-a52be1b8d2fa>

Hamzeh, F. R., Ballard, G., & Tommelein, I. D. (2008). The effect of the Last Planner System on construction project performance. En *Proceedings of the 16th Annual Conference of the International Group for Lean Construction*.

[https://www.researchgate.net/publication/288997113\\_Is\\_the\\_Last\\_Planner\\_System\\_applicable\\_to\\_design\\_A\\_case\\_study](https://www.researchgate.net/publication/288997113_Is_the_Last_Planner_System_applicable_to_design_A_case_study)

Howell, G. A., Ballard, G., & Tommelein, I. D. (2011). Lean project delivery system: An overview. *Lean Construction Journal*, 7, 1-8.

[https://www.researchgate.net/publication/228362769\\_The\\_lean\\_project\\_delivery\\_system\\_An\\_update](https://www.researchgate.net/publication/228362769_The_lean_project_delivery_system_An_update)

Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). (2024, julio 15). *Producción nacional se incrementó 5.04% en mayo de 2024*.

<https://www.gob.pe/institucion/inei/noticias/988757-produccion-nacional-se-incremento-5-04-en-mayo-de-2024>

Lozano Cabrera, J., & Manturano Arteaga, F. (2020). *Comparación entre el sistema Last Planner y el sistema tradicional en dos obras durante la etapa de estructuras, Dpto. de San Martín 2020*. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.

<https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/655850>

McKinsey & Company. (2017). *Reinventing construction through a productivity revolution*.

*McKinsey Global Institute*.

<https://www.mckinsey.com/~/media/mckinsey/business%20functions/operations/our%20insights/reinventing%20construction%20through%20a%20productivity%20revolution/mgi-reinventing-construction-a-route-to-higher-productivity-full-report.pdf>

Mendez Lopez, O. C. (2023). *Implementación del Last Planner System para mejorar la productividad en las actividades de ruta crítica del proyecto Templo Los Olivos*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Federico Villarreal].

<https://repositorio.unfv.edu.pe/handle/20.500.13084/7971>

Mossman, A. (2020). Improving the Last Planner System: A review of current research and practice. *Lean Construction Journal*. <https://www.mdpi.com/2076-3417/10/3/821>

The Last Planner System of Production Control. (*s. f.*).

Recuperado 12 de septiembre de 2024, de

[https://www.researchgate.net/publication/239062242\\_The\\_Last\\_Planner\\_System\\_of\\_Production\\_Control](https://www.researchgate.net/publication/239062242_The_Last_Planner_System_of_Production_Control)

Sanchis Mestre, I. (2013). Last planner system: un caso de estudio [TFG, Pontificia Universidad Católica de Chile]. Repositorio Institucional de la Universitat Politècnica de València -

RiuNet. <https://m.riunet.upv.es/handle/10251/29693>

Torres Rivera, D. L., Cabrera Jump, S. E., Gamarra Villafuerte, J. N., & Sarango Valle, M.

(2021). *Análisis de la variabilidad en la programación semanal usada en Last Planner System, incorporando nuevos indicadores complementarios al PPC (Porcentaje de Plan Cumplido) Caso de Estudio: Proyecto “Mejoramiento de las actividades recreativas pasivas del parque Amarilis de la localidad de Huánuco, departamento de Huánuco -*

*Perú*". [Tesis de pregrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas].

<https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/657425>

Vargas, J. A. (2020). *Optimización de la gestión de proyectos en la construcción mediante la implementación de metodologías lean* [Tesis de maestría, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. Repositorio Académico UPC.

<https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/673466>

## Anexos

## Anexo 1

## Presupuesto

ALYABE S.R.L.		PRESUPUESTO		Área: Costos y Presupuestos		
PROYECTO:		COTIZACIÓN MONTAJE MECÁNICO DE EQUIPOS, ESTRUCTURAS Y LINEAS DE TUBERÍA PARA PLANTA DE BENEFICIO				
DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO:		CASA N° 108-09-014 FPO-02 PLANTA 100 TRO. MONTAJE MECÁNICO DE EQUIPOS, ESTRUCTURAS Y LINEAS DE TUBERÍA PARA PLANTA DE BENEFICIO				
CLIENTE:		EMPRESA MINERA LIDER GOLD DEL SUR S.A.				
UBICACIÓN:		CHALLA - AREQUIPA - PERU				
FECHA BASE:		27/02/2024				
MONEDA:		DÓLARES				
Estimado Ingeniero (Dexter Alarcón), De nuestra especial Consideración, Por la presente le hacemos llegar nuestra Propuesta Técnica y Económica por la fabricación de equipos para proceso de liberación de azarido a la lista recibida.						
No. de Partida	Descripción	Und.	Cant / Metrad	P. Unit. (US\$)	P. Parcial (US\$)	Total (US\$)
02.00.00.00.00	<b>OBRAS MECANICAS SUMINISTRO FABRICACION Y MONTAJE</b>					<b>\$135,496.05</b>
02.01.03.00.00	<b>MONTAJE DE ESTRUCTURAS Y EQUIPOS</b>				<b>\$135,496.05</b>	
02.01.03.01.00	<b>SECCION CHANCADO</b>				<b>\$135,496.05</b>	
02.01.03.01.01	02 Tolvas de gruesos - Montaje de tolva y soporte de parrilla de rieles Viga H de 10" x 45 Lbs. No Incluye rieles - Material para techo estructural sobre tolva de gruesos Viga H 6 x 6	Gib	17,967.57	\$1.80	\$32,341.63	
02.01.03.01.02	Montaje de Alimentador Reciprocante	Gib	2.00	\$2,835.82	\$5,671.64	
02.01.03.01.03	Montaje de Faja Transportadora N° 1 - 24' x 24m.	Gib	1.00	\$3,852.00	\$3,852.00	
02.01.03.01.04	Faja Transportadora N° 01 - Material para soporte de faja ( C6' x 8.2 Lbs. W6' x15 Lbs. PL 9 mm). Material para grating, baranda y escalera de acceso)	Kg	1,565.78	\$1.80	\$2,818.40	
02.01.03.01.05	Montaje de Faja Transportadora N° 2 - 24' x 25m.	Gib	1.00	\$3,852.00	\$3,852.00	
02.01.03.01.06	Faja Transportadora N° 02 - Montaje de soporte de faja ( C6' x 8.2 Lbs. W6' x15 Lbs. PL 9 mm). Material para grating, baranda y escalera de acceso)	Kg	3,570.92	\$1.80	\$6,427.66	
02.01.03.01.07	Montaje de Grizzly Vibratorio 4'x8'	Gib	1.00	\$6,077.60	\$6,077.60	
02.01.03.01.08	Grizzly Vibratorio - Montaje de soporte de grizzly (L. 3x3x5/16. C 6' x 8.2 Lbs. PL 5 mm. Material para escalera, Grating y barandas)	Kg	2,884.46	\$1.80	\$5,192.03	
02.01.03.01.09	Montaje de Faja Transportadora N° 3 - 24' x 25m.	Gib	1.00	\$3,852.00	\$3,852.00	
02.01.03.01.10	Faja Transportadora N° 03 - Montaje de soporte de faja ( C6' x 8.2 Lbs. W6' x15 Lbs. PL 9 mm). Material para grating, baranda y escalera de acceso)	Kg	5,359.83	\$1.80	\$9,647.69	
02.01.03.01.11	Montaje de chancadora Quijada de 16' x24'	Gib	1.00	\$5,018.30	\$5,018.30	
02.01.03.01.12	Montaje de plataforma estructural para chancadora Quijada 16' x24'	Kg	5,359.83	\$1.80	\$9,647.69	
02.01.03.01.13	Montaje de Faja Transportadora N° 4 - 24'x18m.	Gib	1.00	\$3,081.60	\$3,081.60	
02.01.03.01.13	Faja Transportadora N° 04 - Montaje de soporte de faja ( C6' x 8.2 Lbs. W6' x15 Lbs. PL 9 mm). Material para grating, baranda y escalera de acceso)	Kg	2,061.49	\$1.80	\$3,710.68	
02.01.03.01.14	Montaje de Faja Transportadora N° 5	Gib	1.00	\$3,477.50	\$3,477.50	
02.01.03.01.14	Faja Transportadora N° 05 - Montaje de soporte de faja ( C6' x 8.2 Lbs. W6' x15 Lbs. PL 9 mm). Material para grating, baranda y escalera de acceso)	Kg	3,584.26	\$1.75	\$6,272.46	
02.01.03.01.14	Montaje de Zaranda Vibratoria 4' x8'	Gib	1.00	\$3,809.20	\$3,809.20	
02.01.03.01.15	Montaje de plataforma estructural para Zaranda Vibratoria 4' x8'	Kg	2,839.44	\$1.80	\$5,110.99	
02.01.03.01.16	Montaje de Faja Transportadora N° 6	Gib	1.00	\$3,477.52	\$3,477.52	
02.01.03.01.16	Faja Transportadora N° 06 - Montaje de soporte de faja ( C6' x 8.2 Lbs. W6' x15 Lbs. PL 9 mm). Material para grating, baranda y escalera de acceso)	Kg	3,584.26	\$1.75	\$6,272.46	
02.01.03.01.17	Montaje delmán Permanente autolimpiante 24"	Gib	1.00	\$374.50	\$374.50	
02.01.03.01.18	Montaje de chancadora Cónica Symons 3'	Gib	1.00	\$4,879.20	\$4,879.20	
02.01.03.01.19	Montaje de motor sistema de lubricación /1750 rpm	Gib	1.00	\$385.20	\$385.20	
02.01.03.01.20	Montaje de Ventilador del sist. Refrigeración	Gib	1.00	\$246.10	\$246.10	
<b>Sub Total Presupuestado</b>						<b>135,496.05</b>
<b>Gastos Generales</b>						<b>13,549.60</b>
<b>Utilidad</b>						<b>13,549.60</b>
<b>TOTAL PRESUPUESTADO</b>						<b>162,595.26</b>
<b>Reservante comercio</b>						<b>2,877.88</b>
<b>TOTAL PRESUPUESTADO</b>						<b>157,717.40</b>

## ESPECIFICACIONES

- 1.0 Los precios están dados en Dólares y no incluye el IGV.
- 2.0 Plazo de entrega : 4 meses después de la Orden de Servicio
- 3.0 Forma de Pago: Adelanto del 30% y valorizaciones mensuales
- 4.0 Lugar de entrega : Las fabricaciones en nuestra Planta Lima

## FACILIDADES DEL CLIENTE

- 1.0 Proporcionar puntos de agua y energía eléctrica de 440 - 220 V. para los trabajos
- 2.0 Proporcionar alimentación y alojamiento durante la ejecución de la Obra
- 3.0 Proporcionar equipo pesado para montaje de equipos
- 4.0 Movilidad para traslado de estructuras fabricados de Lima a Planta

## ALCANCES DE WBR - ALYABE

- 1.0 Suministrar todo lo indicado en la presente cotización
- 2.0 Proveer de equipos y herramientas adecuados para el servicio
- 3.0 Planos para Fabricación firmados por Ingeniero Colegiado
- 4.0 Proveer personal con experiencia en el rubro (01 Residente, 01 Asistente, 14 operarios)
- 5.0 Almacen y oficinas temporales container

## EXCEPCIONES

- 1.0 Alcances no contemplados en la cotización
- 2.0 Relavera
- 3.0 No incluye línea de agua de toma hacia planta o poza de almacenamiento


Wilder Bedoya Acosta

WBR - ALYABE



## Anexo 2

## Sectorización

PRESUPUESTO			
	Código: WBR-ALY-F-CP-001 Ver: 02		
	Área: Costos y Presupuestos		
PROYECTO:	COTIZACIÓN MONTAJE MECÁNICO DE EQUIPOS, ESTRUCTURAS Y LINEAS DE TUBERÍA PARA PLANTA DE BENEFICIO		
SUBPRESUPUESTO:	CASRL N° 024-09-24 REV. 02 PLANTA 100 TND. MONTAJE MECÁNICO DE EQUIPOS, ESTRUCTURAS Y LINEAS DE TUBERÍA PARA PLANTA DE BENEFICIO		
CLIENTE:	EMPRESA MINERA LIDER GOLD DEL SUR S.A.		
UBICACION:	CHALA - AREQUIPA - PERU		
FECHA BASE:	27/02/2024		
MONEDA:	DOLARES		
Elaborado: Ingeniero Dieter Montague. De nuestra especial Consideración: Por la presente le hacemos llegar nuestra Propuesta Técnica y Económica por la fabricación de equipos para proceso de lixiviación de acuerdo a la lista recibida.			
No. de Partida	Descripción	Und.	Cant / Metrad
02.00.00.00.00	OBRAS MECANICAS SUMINISTRO FABRICACION Y MONTAJE		
02.01.03.00.00	MONTAJE DE ESTRUCTURAS Y EQUIPOS		
02.01.03.01.00	SECCION CHANCADO (SC)		
02.01.03.01.01	02 Tolvas de gruesos - Montaje de tolva y soporte de parrilla de rieles Viga H de 10" x 45 Lbs. No incluye rieles - Material para techo estructural sobre tolva de gruesos Viga H 6 x	Glb	17,967.57
02.01.03.01.02	Montaje de Alimentador Reciprocante	Glb	2.00
02.01.03.01.03	Montaje de Faja Transportadora N° 1 - 24" x 24m.	Glb	1.00
02.01.03.01.04	Faja Transportadora N° 01 - Material para soporte de faja ( C6 x 8.2 Lbs. W6 x15 Lbs. PL 9 mm). Material para grating, baranda y escalera de acceso)	Kg	1,565.78
02.01.03.01.05	Montaje de Faja Transportadora N° 2 - 24" x 25m.	Glb	1.00
02.01.03.01.06	Faja Transportadora N° 02 - Montaje de soporte de faja ( C6 x 8.2 Lbs. W6 x15 Lbs. PL 9 mm). Material para grating, baranda y escalera de acceso)	Kg	3,570.92
02.01.03.01.07	Montaje de Grizzly Vibratorio 4x8'	Glb	1.00
02.01.03.01.08	Grizzly Vibratorio - Montaje de soporte de grizzly (L. 3x3x5/16. C 6" x 8.2 Lbs. PL 5 mm. Material para escalera, Grating y barandas)	Kg	2,884.46
02.01.03.01.09	Montaje de Faja Transportadora N° 3 - 24" x 25m.	Glb	1.00
02.01.03.01.10	Faja Transportadora N° 03 - Montaje de soporte de faja ( C6 x 8.2 Lbs. W6 x15 Lbs. PL 9 mm). Material para grating, baranda y escalera de acceso)	Kg	5,359.83
02.01.03.01.11	Montaje de chancadora Quijada de 16' x24'	Glb	1.00
02.01.03.01.12	Montaje de plataforma estructural para chancadora Quijada 16' x24'	Kg	5,359.83
02.01.03.01.13	Montaje de Faja Transportadora N° 4 - 24"x18m.	Glb	1.00
02.01.03.01.13	Faja Transportadora N° 04 - Montaje de soporte de faja ( C6 x 8.2 Lbs. W6 x15 Lbs. PL 9 mm). Material para grating, baranda y escalera de acceso)	Kg	2,061.49
02.01.03.01.14	Montaje de Faja Transportadora N° 5	Glb	1.00
02.01.03.01.14	Faja Transportadora N° 05 - Montaje de soporte de faja ( C6 x 8.2 Lbs. W6 x15 Lbs. PL 9 mm). Material para grating, baranda y escalera de acceso)	Kg	3,584.26
02.01.03.01.14	Montaje de Zaranda Vibratoria 4' x8'	Glb	1.00
02.01.03.01.15	Montaje de plataforma estructural para Zaranda Vibratoria 4' x8'	Kg	2,839.44
02.01.03.01.16	Montaje de Faja Transportadora N° 6	Glb	1.00
02.01.03.01.16	Faja Transportadora N° 06 - Montaje de soporte de faja ( C6 x 8.2 Lbs. W6 x15 Lbs. PL 9 mm). Material para grating, baranda y escalera de acceso)	Kg	3,584.26
02.01.03.01.17	Montaje delmán Permanente autolimpiante 24"	Glb	1.00
02.01.03.01.18	Montaje de chancadora Cónica Symons 3'	Glb	1.00
02.01.03.01.19	Montaje de motor sistema de lubricación /1750 rpm	Glb	1.00
02.01.03.01.20	Montaje de Ventilador del sist. Refrigeración	Glb	1.00

S1

S1

S2

S3

S2

S3

S2

S2

S2

S3

S2

S2

S2

S3

S2

S2

S2

S2

S2

S3

S2

S2

S2

S2

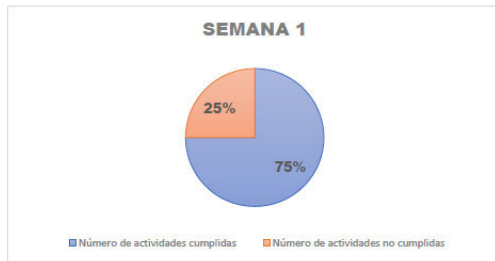
S2

Anexo 3

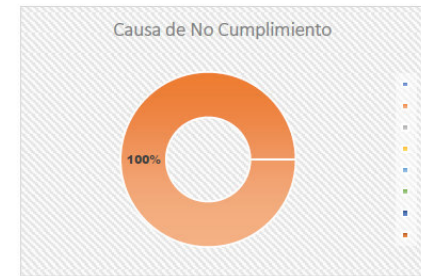
PPC SI

FASES DEL PROYECTO	UND.	METRADO	SEMANA 1							CONTROL		CAUSAS DE NO CUMPLIMIENTO	
			12/02-17/02							SI	NO	TIPO	NO
			L	M	MI	J	V	S					
<b>SECCION CHANCADO [SC]</b>													
02 Tolvas de gruesos - Montaje de tolva y soporte de parrilla de rieles Viga H de 10" x 45 Lbs. No incluye rieles - Material para techo estructural sobre tolva de gruesos Viga H 6 x 15Lbs. C 6" x 9.2 Lbs. FE Liso 5/8" y TR4 comercial.	Glb	17967.57	4491.89	4491.89	4491.89	4491.89	0.00	0.00	1				
	100%	17967.57	4491.89	4491.89	4491.89	4491.89	0.00	0.00					
Montaje de Alimentador Reciprocante	Glb	1.33	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	1				
	100%	1.33	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22					
	Glb	0.86	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14					
Montaje de Faja Transportadora N° 1 - 24" x 24m.		67%	0.57	0.14	0.14	0.14	0.14	0.00		1	LOG	Problemas con el almacén (Los materiales de planta no llegaron según lo programado)	
Faja Transportadora N° 01 - Material para soporte de faja ( C6' x 8.2 Lbs. W6'x15 Lbs. PL 9 mm).	kg	1174.34	195.7	195.7	195.7	195.7	195.7	195.7	1				
Material para grating, baranda y escalera de acceso)	100%	1174.34	195.7	195.7	195.7	195.7	195.7	195.7					
									3	1			
									75%	25%			

Semana 1	
Total de actividades programadas	4
Número de actividades cumplidas	3
Número de actividades no cumplidas	1
PPC	75%



Causa de no Cumplimiento		
Abrev.	Causa de No Cumplimiento	NC
PROG	Programación	0
LOG	Logística	1
QA/Ac	Control de Calidad	0
EXT	Externo	0
ACT.PREV	Actividades Previas	0
EJEC	Ejecución	0
EQ	Equipos	0
ADM	Administrativos	0



# Anexo 4

## PPC S2

FASES DEL PROYECTO	UND.	METRADO	SEMANA 1 12//02-17//02							CONTROL		CAUSAS DE NO CUMPLIMIENTO	
			L	M	MI	J	V	S	SI	NO	TIPO	NO	
SECCION CHANCADO [SC]													
Montaje de Alimentador Reciprocante	gib	0.67	0.22	0.22	0.22	0.00	0.00	0.00					
		67%	17967.57	0.22	0.22	0.00	0.00	0.00	0.00		1	QA/Ac	La supervisión no liberó la partida, por deficiencia en el alineamiento y verticalidad de las estructuras
Montaje de Faja Transportadora N° 1 - 24" x 24m.	gib	0.14	0.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00					
		100%	0.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		1			
Faja Transportadora N° 01 - Material para soporte de faja ( C6' x 8.2 Lbs. W6'x15 Lbs. PL 9 mm). Material para grating, baranda y escalera de acceso)	gib	391.45	195.72	195.72	0.00	0.00	0.00	0.00					
		50%	195.72	195.72	0.00	0.00	0.00	0.00			1	LOG	Problemas con el almacén
Montaje de Faja Transportadora N° 2 - 24" x 25m.	kg	1.00	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2					
		83%	0.83	0.2	0.2	0.2	0.2	0.0		1			
Faja Transportadora N° 02 - Montaje de soporte de faja ( C6' x 8.2 Lbs. W6'x15 Lbs. PL 9 mm). Material para grating, baranda y escalera de acceso)	kg	2142.55	357.1	357.1	357.1	357.1	357.1	357.1					
		100%	2142.55	357.1	357.1	357.1	357.1	357.1		1			
Montaje de Grizzly Vibratorio 4'x8'	kg	1.00	0.3	0.3	0.3	0.3	0.0	0.0					
		100%	1.00	0.3	0.3	0.3	0.0	0.0		1			
Grizzly Vibratorio - Montaje de soporte de grizzly (L. 3x3x5/16. C 6" x 8.2 Lbs. PL 5 mm. Material para escalera, Grating y barandas)	kg	1922.97	320.5	320.5	320.5	320.5	320.5	320.5					
		100%	1922.97	320.5	320.5	320.5	320.5	320.5		1			

5	2
71%	29%

Semana 1	
Total de actividades programadas	7
Número de actividades cumplidas	5
Número de actividades no cumplidas	2
PPC	71%



Causa de no Cumplimiento		
Abrev.	Causa de No Cumplimiento	NC
PROG	Programación	0
LOG	Logística	1
QA/Ac	Control de Calidad	1
EXT	Externo	0
ACT.PREV	Actividades Previas	0
EJEC	Ejecución	0
EQ	Equipos	0
ADM	Administrativos	0



Anexo 5

PPC S3

FASES DEL PROYECTO	UND.	METRADO	SEMANA 1						CONTROL		CAUSAS DE NO CUMPLIMIENTO	
			12//02-17/02						SI	NO	TIPO	NO
			L	M	MI	J	V	S				
<b>SECCION CHANCADO [SC]</b>												
Faja Transportadora N° 02 - Montaje de soporte de faja ( C6' x 8.2 Lbs. W6'x15 Lbs. PL 9 mm). Material para grating, baranda y escalera de acceso)	Glb	1428.37	337.09	337.09	337.09	337.09	0.00	0.00				
	100%	17967.57	337.09	337.09	337.09	337.09	0.00	0.00	1			
Grizzly Vibratorio - Montaje de soporte de grizzly (L. 3x3x5/16. C 6" x 8.2 Lbs. PL 5 mm. Material para escalera, Grating y barandas)	Glb	961.49	320.50	320.50	320.50	0.00	0.00	0.00				
	67%	640.99	320.50	320.50	0.00	0.00	0.00	0.00		1	EQ	LA GRUA DE IZAJE PRESENTÓ FALLAS MECÁNICAS
Montaje de Faja Transportadora N° 3 - 24" x 25m.	Glb	0.86	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14				
	100%	0.86	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	1			
Faja Transportadora N° 03 - Montaje de soporte de faja ( C6' x 8.2 Lbs. W6'x15 Lbs. PL 9 mm). Material para grating, baranda y escalera de acceso)	kg	4019.87	670.0	670.0	670.0	670.0	670.0	670.0				
	100%	4019.87	670.0	670.0	670.0	670.0	670.0	670.0	1			
Montaje de chancadora Quijada de 16' x24'	kg	1.00	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2				
	100%	1.00	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	1			
Montaje de plataforma estructural para chancadora Quijada16' x24'	kg	3573.22	393.5	393.5	393.5	393.5	393.5	393.5				
	100%	3573.22	393.5	393.5	393.5	393.5	393.5	393.5	1			

5	1
83%	17%

Semana 1	
Total de actividades programadas	6
Número de actividades cumplidas	5
Número de actividades no cumplidas	1
PPC	83%



Causa de no Cumplimiento		
Abrev.	Causa de No Cumplimiento	NC
PROG	Programación	0
LOG	Logística	0
QA/Ac	Control de Calidad	0
EXT	Externo	0
ACT.PREV	Actividades Previas	0
EJEC	Ejecución	0
EQ	Equipos	1
ADM	Administrativos	0



# Anexo 6

## PPC S4

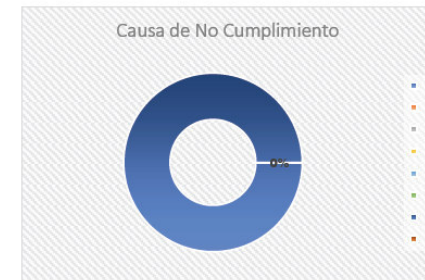
FASES DEL PROYECTO	UND.	METRADO	SEMANA 1							CONTROL		CAUSAS DE NO CUMPLIMIENTO	
			12//02-17/02							SI	NO	TIPO	NO
			L	M	MI	J	V	S					
SECCION CHANCADO (SC)	Glb	0.14	0.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
Montaje de Faja Transportadora N° 3 - 24" x 25m.		0%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		1	EQ	LA GRUA DE IZAJE VOLVIÓ A PRESENTAR FALLAS MECÁNICAS
Faja Transportadora N° 03 - Montaje de soporte de faja ( C6'x 8.2 Lbs. W6'x15 Lbs. PL 9 mm).	kg	1339.96	670.0	670.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0				
Material para grating, baranda y escalera de acceso)		100%	1339.96	670.0	670.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1			
Montaje de plataforma estructural para chancadora Quijada16'x24'	kg	1786.61	393.3	393.3	393.3	0.0	0.0	0.0	0.0				
		100%	1786.61	393.3	393.3	393.3	0.0	0.0	0.0	1			

2	1
67%	33%

Semana 1	
Total de actividades programadas	3
Número de actividades cumplidas	2
Número de actividades no cumplidas	1
PPC	67%



Causa de no Cumplimiento		
Abrev.	Causa de No Cumplimiento	NC
PROG	Programación	0
LOG	Logística	0
QA/Ac	Control de Calidad	0
EXT	Externo	0
ACT.PREV	Actividades Previas	0
EJEC	Ejecución	0
EQ	Equipos	1
ADM	Administrativos	0



## Anexo 7

### Resumen de PPC

#### CAUSAS DE NO CUMPLIMIENTO

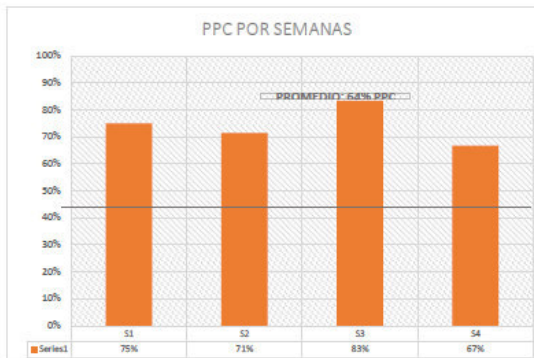
Abrev.	Descripción de No Cumplimiento	NC	S1	S2	S3	S4
PROG	Programación	0	0	0	0	0
LOG	Logística	2	1	1	0	0
QA/Ac	Control de Calidad	1	0	1	0	0
EXT	Externo	0	0	0	0	0
ACT.PREV	Actividades Previas	0	0	0	0	0
EJEC	Ejecución	0	0	0	0	0
EQ	Equipos	2	0	0	1	1
ADM	Administrativos	0	0	0	0	0
		5	1	2	1	1



#### AVANCE SEMANAL

N°	Semana	PPC	PLAN	EJEC
S1	Semana 1	75%	4	3
S2	Semana 2	71%	7	5
S3	Semana 3	83%	6	5
S4	Semana 4	67%	3	2

74% 20 15



**Anexo 8***Planificación con operarios en planta de fabricación*