



UNIVERSIDAD JOSÉ CARLOS MARIÁTEGUI

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y
ARQUITECTURA**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS

**IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA LAST PLANNER PARA
OPTIMIZAR EL FLUJO DE TRABAJO APLICADO AL
PROYECTO DE REPARACIÓN DE PILOTES DEL
MUELLE INDUSTRIAL PATIO PUERTO-ILO**

PRESENTADA POR

BACHILLER JHONATAN HUGO GUILLEN MAMANI

ASESOR

MGR. FABRIZIO DEL CARPIO DELGADO

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE

INGENIERO CIVIL

MOQUEGUA – PERÚ

2023



Universidad José Carlos Mariátegui

CERTIFICADO DE ORIGINALIDAD

El que suscribe, en calidad de Jefe de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, certifica que el trabajo de investigación (___) / Tesis (x) / Trabajo de suficiencia profesional (___) / Trabajo académico (___), titulado **“IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA LAST PLANNER PARA OPTIMIZAR EL FLUJO DE TRABAJO APLICADO AL PROYECTO DE REPARACIÓN DE PILOTES DEL MUELLE INDUSTRIAL PATIO PUERTO-ILO”** presentado por el(la) Bachiller **GUILLEN MAMANI, JHONATAN HUGO** para obtener el grado académico (___) o Título profesional (x) o Título de segunda especialidad (___) de: **INGENIERO CIVIL**, y asesorado por el(la) **MGR. FABRIZIO DEL CARPIO DELGADO**, designado como asesor con RESOLUCIÓN DIRECTORAL N° 0550-2020-DG-UJCM-FILIAL ILO, fue sometido a revisión de similitud textual con el software TURNITIN, conforme a lo dispuesto en la normativa interna aplicable en la UJCM.

En tal sentido, se emite el presente certificado de originalidad, de acuerdo al siguiente detalle:

Programa académico	Aspirante(s)	Tesis	Porcentaje de similitud
Ingeniería Civil	Guillen Mamani, Jhonatan Hugo	“IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA LAST PLANNER PARA OPTIMIZAR EL FLUJO DE TRABAJO APLICADO AL PROYECTO DE REPARACIÓN DE PILOTES DEL MUELLE INDUSTRIAL PATIO PUERTO-ILO”	24 % (25 de octubre de 2024)

El porcentaje de similitud del Trabajo de investigación es del **24 %**, que está por debajo del límite **PERMITIDO** por la UJCM, por lo que se considera apto para su publicación en el Repositorio Institucional de la UJCM.

Se emite el presente certificado de similitud con fines de continuar con los trámites respectivos para la obtención de grado académico o título profesional o título de segunda especialidad.

Moquegua, 29 de octubre de 2024



UNIVERSIDAD JOSÉ CARLOS MARIÁTEGUI
FACULTAD DE CIENCIAS


Dr. JUAN UBALDO JIMENEZ CASTILLA
Jefe de la Unidad de Investigación

CONTENIDO

Página de jurado.....	i
Certificado de originalidad.....	ii
Dedicatoria	iii
Agradecimientos	iv
CONTENIDO	v
ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
ÍNDICE DE APÉNDICES.....	xiii
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
INTRODUCCIÓN	xv

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Descripción de la realidad del problema.....	1
1.2. Definición del problema.....	3
1.2.1. Problema General	3
1.2.2. Problemas específicos.....	3
1.3. Objetivos de la investigación	4
1.3.1 Objetivo general	4
1.3.2 Objetivos específicos	4
1.4. Justificación	4
1.5. Alcances y limitaciones	5
1.6. Variables	7

1.6.1.	Operacionalización de variables	7
1.7.	Hipótesis de la investigación.....	8
1.7.1.	Hipótesis general	8
1.7.2.	Hipótesis específicas.....	8

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1.	Antecedentes de la investigación	9
2.2.	Marco teórico	13
2.2.1.1.	Last planner system.....	13
2.2.1.2	Definición.....	14
2.2.1.3.	Control de unidad de producción	17
2.2.1.4.	Control del flujo de trabajo	19
2.2.1.4.1.	Planificación intermedia (LOOKAHEAD PLANNING)	19
2.2.1.4.2.	Pull System (un nuevo sistema de planificación)	20
2.2.1.5.1.	Cronograma maestro (master schedule).....	21
2.2.1.5.2.	Planificación por fases (PHASE SCHEDULING)	22
2.2.1.5.3.	Planificación intermedia (LOOKAHEAD PLANNING)	23
2.2.1.5.3.1	Intervalo de tiempo (LOOKAHEAD WINDOW).....	23
2.2.1.5.3.2.	Análisis de restricciones.....	24
2.2.1.5.4.	Reserva de trabajo ejecutable (WORKABLE BACKLOG).....	26
2.2.1.5.5.	Plan de trabajo semanal (WEEKLY WORK PLAN)	26
2.2.1.5.5.1.	Asignaciones de calidad (QUALITY ASSIGNMENTS)	27
2.2.1.5.5.2.	Porcentaje de plan completado (PPC).....	27
2.2.1.6.	Last Planner System: visión global.....	28

CAPÍTULO III

MÉTODO

3.1. Tipo de Investigación.....	30
3.2. Diseño de investigación	30
3.3. Población y muestra	30
3.3.1. Población.....	30
3.4. Descripción de instrumentos para toma de datos.....	31

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Presentación de resultados	33
4.2. Contrastación de Hipótesis.....	69
4.3. Discusión de Resultados	70
4.3.1. Referido a la aplicación de las herramientas Programación Maestra, Look Ahead y Programación Semanal de la metodología Last Planner	70
4.3.2. Referido a la mejora de las causas de no cumplimiento	71
4.3.3. Referido a la mejora del flujo de trabajo con la evaluación de Cartas Balance.....	72

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones	74
5.2.Recomendaciones.....	75
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	76
APÉNDICES.....	80
MATRIZ DE CONSISTENCIA	89

INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....90

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Matriz de Operacionalización de Variables	7
Tabla 2 Tipos de Restricciones	25
Tabla 3 Ubicación del muelle.....	35
Tabla 4 Porcentaje de Plan Cumplido antes de la implementación de Last Planner	43
Tabla 5 Porcentaje de avance programado.....	44
Tabla 6 Actividades realizadas en obra.....	46
Tabla 7 Tren de actividades	53
Tabla 8 Causas del no cumplimiento	60
Tabla 9 Porcentaje de plan cumplido	61
Tabla 10 Porcentaje de Plan Esperado	61
Tabla 11 Prueba de Shapiro-Wilk	69
Tabla 12 Prueba T de Student	70

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Proceso de planeamiento Last Planner	15
Figura 2	Filosofía de Planificación Lean	16
Figura 3	Filosofía de Planificación Tradicional.....	17
Figura 4	Sistema de Look Ahead	20
Figura 5	Sistema Tradicional de Planificación Push	21
Figura 6	Last Planner System: vision global	28
Figura 7	Plano en planta de la identificación de los 21 pilotes del Muelle Industrial	33
Figura 8	Croquis de elevación principal del muelle Industrial SPCC-ILO	34
Figura 9	Organigrama de obra	36
Figura 10	Carta Balance de Acero 1	37
Figura 11	Rendimiento de la cuadrilla.....	38
Figura 12	Carta Balance de la partida de Encofrado	39
Figura 13	Rendimiento de la cuadrilla en la partida de encofrado metálico.....	40
Figura 14	Carta Balance de la partida de Concreto	41
Figura 15	Rendimiento de la cuadrilla.....	42
Figura 16	Avance Programado	45
Figura 17	Análisis de costos unitarios	47
Figura 18	Sectorización	52
Figura 19	Tren de actividades.....	54
Figura 20	Porcentaje de Plan Cumplido en la semana 6.....	56
Figura 21	Porcentaje de Plan Cumplido en la semana 7.....	57
Figura 22	Porcentaje de Plan Cumplido en la semana 8.....	58

Figura 23 Porcentaje de Plan cumplido en la semana 9.....	59
Figura 24 Causas de No cumplimiento	60
Figura 25 PPC Semanal y PPC Esperado	62
Figura 26 Carta Balance de Acero después de la implementación de Last Planner.	63
Figura 27 Rendimiento de la cuadrilla en la partida de Acero.....	64
Figura 28 Carta Balance de Encofrado después de la implementación de Last Planner.....	65
Figura 29 Rendimiento de la cuadrilla en la partida de Encofrado.....	66
Figura 30 Carta Balance de Concreto después de la implementación de Last Planner.....	67
Figura 31 Rendimiento de la cuadrilla en la partida de Concreto.....	68

ÍNDICE DE APÉNDICES

Figura A1	Habilitación de plataforma metálica	81
Figura A2	Colocación de plataforma metálica.....	81
Figura A3	Montaje de plataforma metálica	82
Figura A4	Configuración de encofrados	82
Figura A5	Habilitación de encofrados para reparaciones de pilotes	83
Figura A6	Inspección inicial de pilotes.....	83
Figura A7	Trazo y replanteo de las ubicaciones con daños	84
Figura A8	Acondicionamiento de la superficie	84
Figura A9	Limpieza de la superficie	85
Figura A10	Picado de la superficie de concreto.....	85
Figura A11	Preparación de superficie rugosa	86
Figura A12	Habilitación y traslado de acero de refuerzo.....	86
Figura A13	Colocación de acero de refuerzo (canastilla).....	87
Figura A14	Encofrado de zona en pilotes a reparar	87
Figura A15	Preparación de concreto $f'c=510$ kg/cm ²	88
Figura A16	Vaciado de concreto $f'c=510$ kg/cm ²	88
Figura A17	Control visual video circuito cerrado	89
Figura A18	Desmontaje plataforma de trabajo	89

RESUMEN

Los proyectos constructivos han evidenciado en su mayoría problemas de ratios de productividad, resultados óptimos de procesos y pérdida económica de recursos primarios, esto provoca dificultad en la gestión del costo del área de Dirección de Proyecto. Debido a la problemática mencionada, se estableció por objetivo ser implementado el Sistema Last Planner alcanzando un óptimo flujo de trabajo aplicado al proyecto reparación de pilotes del muelle industrial patio puerto – Ilo-2021. Se consideró la metodología de tipo aplicada dado que se emplearon conceptos científicos, prácticos y teóricos a fin de ser optimizado el flujo de trabajo de la reparación de pilotes en el muelle industrial Patio Puerto, a su vez, se consideró el enfoque cuantitativo, diseño experimental y alcance descriptivo teniendo en consideración por muestra a los 21 pilotes de concreto armado del “Proyecto Reparación de Pilotes de Muelle Industrial Patio Puerto”. Para optimizar el flujo de trabajo se realizó un diagnóstico inicial en donde logró identificarse el rendimiento de la cuadrilla, continuando fue implementada la herramienta Last Planner llegando a identificar ciertas restricciones acontecidas en obra, donde a través del uso de Cartas Balance poder ser identificadas las mejoras ocurridas en obra, logrando concluir que al haber aplicado Last Planner System, el PPC incrementó en un 23% en promedio, contribuyendo de forma notable a la ejecución del proyecto, lo cual facilitó el cumplimiento del cronograma previsto.

Palabras clave: optimizar, partidas, plan, diagnostico, flujo.

ABSTRACT

The construction projects have mostly evidenced problems of productivity ratios, optimal results of processes and economic loss of primary resources, this causes difficulty in managing the cost of the Project Management area. Due to the aforementioned problems, the Last Planner System was established as an objective to be implemented in order to achieve an optimal work flow applied to the pile repair project of the industrial pier at the Ilo - Ilo - 2021 port yard. The applied type methodology was considered since scientific, practical and theoretical concepts were used in order to optimize the pile repair work flow in the Patio Puerto industrial dock. At the same time, the quantitative approach, experimental design and descriptive scope were considered, taking into consideration the 21 reinforced concrete piles of the “Patio Puerto Industrial Dock Pile Repair Project”. In order to optimize the work flow, an initial diagnosis was carried out to identify the performance of the crew, and then the Last Planner tool was implemented to identify certain restrictions occurred on site, where through the use of Balance Charts the improvements occurred on site could be identified, concluding that by applying the Last Planner System, the PPC increased by an average of 23%, contributing significantly to the execution of the project, which facilitated the fulfillment of the planned schedule.

Keywords: optimize, line items, plan, diagnosis, flow.

INTRODUCCIÓN

La causa de cuantiosos problemas en los proyectos radica en la planificación tradicional de la productividad, que resulta insuficiente para enfrentar la inestabilidad y la incertidumbre durante su ejecución, lo que genera serias complicaciones en la organización sobre sus gastos financieros.

Dicho inconveniente se manifiesta en su mayor parte en las organizaciones, debido a la falta de planificación adecuada de la producción diaria, semanal o mensual en los proyectos. En algunos casos, se cree erróneamente que planificar la producción es un mero formalismo o una pérdida de tiempo, dado el alto grado de incertidumbre y variabilidad que caracterizan a los proyectos en su fase de ejecución.

Por medio del Sistema Last Planner (SLP), el cual pretende adicionar una metodología a razón de gestionar la productividad en el proyecto “Reparación de Pilote de concreto en muelle Industrial Patio Puerto” situado dentro del Departamento de Moquegua a razón de demostrar que esta implementación generará una elevada repercusión dentro del éxito del mismo.

El análisis comienza en el primer capítulo con la planificación del estudio, a través de ello logran identificarse ciertos problemas, objetivos, hipótesis, y la justificación del estudio. Además, representa para la empresa constructora y el cliente el instante adecuado para presentar a la dirección interna sobre cómo la adopción de la propuesta genera una contribución de manera significativa al éxito del proyecto de construcción. La investigación es ejecutada en un proyecto del cual forma parte de la inversión privada, por lo tal no es aplicable a proyectos

pertenecientes al sector público sin un análisis previo de las diferencias entre cada sector de inversión.

Conforme al capítulo segundo, este comprende el marco teórico, en donde explica detalladamente el nacimiento de la filosofía Lean Construcción, liderada por medio del System Last Planner.

Conforme al tercer capítulo se evidencia el tipo y diseño de investigación del Sistema Last Planner.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Descripción de la realidad del problema

Los proyectos constructivos han evidenciado en su mayoría problemas de ratios de productividad, resultados óptimos de procesos y pérdida económica de recursos primarios, esto provoca dificultad en la gestión del costo del área de Dirección de Proyecto.

De las principales dificultades en estas obras de construcción se tienen:

a) Falta en la planeación por mucha inestabilidad del ambiente, produciendo falta de cumplimiento de plazos determinados, inconvenientes en el diseño de los planos estructurales planteados, falla en la edificación de los puentes e interrupciones a causas de contratiempos temporales.

b) Poca práctica de profesional en la planeación, esto se manifiesta al momento de querer solucionar dilemas o interrupciones fuera del tiempo establecido, inapropiado diseño de las edificaciones por estudios inconclusos, poca eficiencia en la aprobación de los planos de montaje y en la productividad de la obra.

c) Demora en la obra, causando penalidad y sobrecoste en el gasto general.

d) Indicadores de cantidad, pérdida de renta por penalidad posterior, indicadores del SLP y metodología de mejoramiento en el PPC (Campos & Guadaña, 2019).

La metodología de gestión es conveniente para la realización de recursos, procedimientos aptos, dado que se han desarrollado de manera idónea al emplear el Last Planner System (Campos & Guadaña, 2019).

La situación es función a la pérdida de calidad en técnicas constructivos frente a la inexactitud de gestión y organización de los mismos, alejamiento de búsqueda y control de los procedimientos para aumentar el rendimiento, deficiencia en capacidad de respuesta entre cuadrillas de trabajo (administrativo, comparativo y obrero), constante cambio de personal en los sitios de trabajo (perjudicando la curva de adiestramiento o la formación entre el personal directo e indirecto), aumento de periodos largos por falta de recursos críticos, insuficiente mano de obra calificada, carencia en las condiciones laborales, trabajos mal hecho contractualmente, entre otros elementos sumidos dentro del área constructivo (Cutipa, 2018).

El sistema se acomodó y mejoró en el 2021 muchas entidades contratistas y sectores mineros de construcción lo usaban después de una serie de gestiones de ajuste (de actividades de producción a actividades constructivas), obteniendo habilidades para el área de construcción. La Construcción sin Pérdidas, tiene como desenlace, identificar y separar las pérdidas e implementar nuevos Sistemas de Gestión, Planificación y Control (Espinoza, 2017).

SOUTHERN PERÚ planeó efectuar la restauración de 21 de los 90 pilotes de concreto armado formando el muelle de los cuales muestran deterioros pequeños a mesurados en diferentes localidades, las especificaciones técnicas y planos de los cuales lograrán ser dados por SPCC. Los pilotes son de elevación cambiante de 15.20 a 20.80 metros aprox. y por diámetro 1.53 m (Southern Copper Corporation, 2015).

1.2. Definición del problema

1.2.1. Problema General

¿En qué medida la implementación del Sistema Last Planner optimiza el flujo de trabajo aplicado al proyecto reparación de pilotes del muelle industrial patio puerto – Ilo-2021?

1.2.2. Problemas específicos

¿Cómo mejora el control de las actividades programadas con la implementación de las herramientas de Programación maestra, Look Ahead y Programación Semanal, para el Proyecto reparación de pilotes del muelle industrial patio puerto – Ilo?

¿En qué medida la definición de pérdidas e incidentes presentes en las actividades disminuyen las causas de no cumplimiento, para el proyecto reparación de pilotes del muelle industrial patio puerto – Ilo?

¿En qué medida mejoró el flujo de trabajo evaluado con la herramienta carta balance en el proyecto reparación de pilotes del muelle industrial patio puerto – Ilo?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general

Desarrollar la Implementación Sistema Last Planner para el óptimo flujo de trabajo aplicado al proyecto reparación de pilotes del muelle industrial patio puerto – Ilo-2021.

1.3.2 Objetivos específicos

Establecer control de las actividades programadas aplicando las herramientas Programación Maestra, Look Ahead y Programación Semanal de la metodología Last Planner para el proyecto reparación de pilotes del muelle industrial Patio Puerto – Ilo.

Categorizar las pérdidas e incidentes presentadas en las actividades para la generación de la mejora continua mediante las causas de no cumplimiento, para el proyecto reparación de pilotes del muelle industrial patio puerto – Ilo.

Evaluar el flujo de trabajo aplicando la herramienta de Carta Balance para el proyecto reparación de pilotes del muelle industrial patio puerto – Ilo.

1.4. Justificación

En enero 2021 es un estudio exitoso cuando se desempeña con normas de gestión de calidad, coste, tiempo, seguridad, aprobación del interesado y sostenibilidad o cuidado. Es dificultoso para las constructoras lograr desempeñar rigurosamente con estos criterios. El impacto en pérdidas de flujo de trabajo y deficiencia en las metas de costo en ejecución de proyectos son conjuntos de responsabilidades interrelacionadas uno en el otro y poder lograr una correcta gestión de trabajo (Espinoza, 2017).

El alto nivel de competencia que tenemos en el sector de construcción junto con la exigencia elevada por parte de clientes, ha concluido que las empresas deben investigar e implementar el proceso de producción mejoradas a fin de obtener el acatamiento de los tiempos o plazos. A base de eso, mayoría de empresas del rubro de construcción han implementado procesos de mejora en la construcción, como podemos indicar la implementación y estructuración del Último Planificador (System Last Planner) conforme al aseguramiento de un proyecto y obtener como resultado óptimo (Romero y Uribe, 2017).

Debido a esto surge la motivación principal de producción de este trabajo investigativo. Este estudio permite ver la manera adecuada para lograr desarrollar y manifestar a la administración y usuario que el uso del Sistema Último Planificador (LPS), se puede conseguir un plan triunfante, empleando positivas prácticas y gestiones dadas por el Project Management Institute (Aguilar, 2019).

1.5. Alcances y limitaciones

Este estudio, únicamente abarca los lineamientos dados por la corriente Lean Construction aplicados en determinado proyecto constructivo por medio del Sistema Last Planner.

En este trabajo investigativo, no se documenta de manera detallada la aplicación de los procesos contenidos conforme a la Guía del PMBOK 6ta. ed. dada a través del PMI, pero se puede asegurar que al ser ejecutado el proyecto de construcción se emplearon estos dos grandes pilares como Project Management y Lean Construction (System Last Planner). Se ejecuta la investigación en un proyecto de construcción, siendo este mismo enmarcado para la inversión privada, por lo tal no es aplicable a proyectos pertenecientes al sector público sin un análisis

previo de las diferencias entre cada sector de inversión.

El proyecto de construcción en el cual se pondrán en práctica los estándares mencionados anteriormente es “Reparación de Pilotes de concreto en Muelle Industrial Patio Puerto” localizada dentro del distrito de Ilo provincia de Ilo, departamento de Moquegua.

1.6. Variables

1.6.1. Operacionalización de variables

Tabla 1

Matriz de Operacionalización de Variables

Variable	Dimensión	Indicador	Instrumento de medida	Unidad de medida	Tipo de Variable	
Variable Independiente: Sistema Last Planner	Cronograma Maestro (Master Schedule)	Definir lo Hitos	Software (Microsoft Project)	Días	Cuantitativa–De razón	
	Planificación por Fases (Phase Scheduling)	Tiempo	Software (Microsoft Project)	Días	Cuantitativa–De razón	
		Subdivisión	Software (Microsoft Excel)	Rendimiento	Cuantitativa–Discreta	
	Planificación Intermedia (Look Ahead Planning)	Control Flujo	Software (Microsoft Excel)	Rendimiento	Cuantitativa–Discreta	
		Trabajo				
	Reserva de Trabajo Ejecutable (Workable Backlog)	Actividades con restricciones liberadas	Software (Microsoft Excel)	Unidad Métrica	Cuantitativa–De razón	
		Número Semanas Programadas	Software (Microsoft Excel)	Días	Cuantitativa–De razón	
Variable Dependiente: La optimización de flujo de trabajo.	Porcentaje de Plan Completado PPC %	Plan de Trabajo Semanal (Weekly Work Plan)	Cumplimiento de Plan	Software (Microsoft Excel)	% Porcentaje	Cuantitativa–De intervalo
			Causas de no Cumplimiento	Software (Microsoft Excel)	% Porcentaje	Cuantitativa–De intervalo
	Carta Balance	Trabajo Productivo	Software (Microsoft Excel)	% Porcentaje	Cuantitativa–De intervalo	

Nota: En esta tabla se evidencia la operacionalización de las dos variables tanto dependiente como independiente.

1.7. Hipótesis de la investigación

1.7.1. Hipótesis general

La implementación del Sistema Last Planner logró optimizar el flujo de trabajo en el proyecto de reparación de pilotes del muelle industrial patio puerto – Ilo -2021.

1.7.2. Hipótesis específicas

Aplicar las herramientas de Programación Maestra, Look Ahead y Programación semanal de la metodología Last Planner si mejora control de las actividades programadas para que el proyecto “Reparación de pilotes del muelle industrial Patio Puerto” tenga optimización de flujo aceptable.

Categorizar todas las pérdidas e incidentes ocurridos en el proyecto de reparación de pilotes del muelle industrial de Patio Puerto, si logra una mejora continua en la optimización del flujo de trabajo.

La herramienta Carta Balance evidencia una mejora en el flujo de trabajo del proyecto reparación de pilotes del muelle industrial patio puerto – Ilo.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes Nacionales

Sistema Last Planner para mejorar la Planificación en la Obra Civil del Centro de Salud Picota – San Martín

Tuvo como finalidad en su tesis mejorar la planificación empleando la herramienta LPS para ser construido el Centro de Salud en mención, mediante un método aplicativo, utilizando el plan maestro, el %PPC de actividades, LookAhead y la capacitación al personal de obra. Obteniendo como resultados conforme al porcentaje del plan de cumplimiento en los sectores de evaluación E y F en las actividades efectuadas en 74% y 72% según correspondo y se mejoró la planificación revirtiendo un atraso de una determinada actividad de un 3.6%. Logrando concluir que la implementación del Sistema Last Planner redujo el tiempo y optimizó del recurso al ser ejecutada la obra, cumpliendo así con los periodos marcados dentro del expediente de ejecución del proyecto (Chokewanka & Sotomayor, 2018).

Implementación del Last Planner System en el Proyecto de Edificación en la ciudad universitaria de la UNA - Puno, 2018.

Tuvo por finalidad ser implementado el sistema LPS en la obra de la obra denominada “Mejoramiento del servicio de formación profesional en la escuela profesional de Educación Primaria de la Universidad Nacional del Altiplano” comenzando en ser planificado, a corta, mediana y largo plazo, usando las herramientas de Plan Maestro, LookAhead y programación semanal, acrecentó la confianza del %PPC al usar herramientas que mejoraron las actividades proyectadas, encontrando pertinentemente las fallas en la programación con el uso de herramientas LPS, disminuyendo el periodo de la actividad proyectada.

Mejó las HH para las partidas de acabados, asentados de muro y arriero con la planificación y programación de obra a corta, mediana y largo plazo, alcanzando por seguridad %PPC en 74.79% mostrando la separación de las limitaciones previamente y se a logrado lo proyectado en las reuniones de obra (Mamani, 2020).

Implementación de Last Planner System en Actividades de Concreto Armado para Proyectos de Edificación Industrial.

Se evaluó el impacto que generó al ser implementado el LPS conforme al desempeño de una edificación industrial, mediante una metodología no experimental, donde se realizó la observación directa, publicación, revisión de datos históricos, archivos, cuadros, estimaciones, gráficas diversas y diagramas. Tuvo como resultados que el proyecto 1 (método tradicional) su tiempo de productividad fue de 32%, tiempo contributivo fue de 41%, tiempo no

contributorio fue de 27%, sus plazos fue de 33.33%, su margen de utilidad fue de -57.32% y eficiencia mano de obra fue de 1.46 a comparación del proyecto 2 (tuvo implementación de Last Planner) su tiempo de productividad fue de 47%, tiempo contributorio fue de 37%, tiempo no contributorio fue de 16%, sus plazos fue de 36.00%, su margen de utilidad fue de -57.32% y eficiencia mano de obra fue de 1.12 a comparación del proyecto 2. Concluyendo que el proyecto 2 evidencia en los indicadores una mejora (Cornejo, Gonzales, & Tapia, 2018)

2.1.2. Antecedentes Internacionales

Implementación del sistema Last Planner en edificaciones en altura en una empresa constructora: Estudio de casos de dos edificios en las comunas de Las Condes y San Miguel.

Se aplicó la metodología LPS sobre 2 proyectos para una empresa constructora. Su metodología tuvo un carácter descriptivo, implementado a través de la recopilación de datos y en ser aplicado el LPS para evaluar los orígenes de los incumplimientos y las actividades realizadas. Evidenció por resultados que en el primer caso se logró por promedio 49.130% de actividades que se completaron, mientras que en el segundo caso el valor medio alcanzó 58.51%, se observa que ningún caso logró superar alrededor del 60% de actividades que se completaron. Se concluye que al ser implementado el LPS solo es posible si se cuenta con el compromiso suficiente de la totalidad del personal, así mismo el tiempo de ejecución de una obra es primordial para no tener alguna pérdida económica (Torres, 2017).

Integración entre el sistema Last Planner y el sistema de gestión de calidad aplicados en el sector de la construcción civil.

Analizaron el ser implementado el SGQ y el LPS sobre un proyecto constructivo a través de la recolección de datos por medio de entrevistas centradas en el LPS, SIG, y su integración para el alcance de resultados futuros. La metodología fue de tipo descriptiva. Evidenciando por resultados que alrededor del 80% de las actividades se completaron al ser aplicado el LPS y SIG, aunque algunas actividades no se llevaron a cabo por una planificación deficiente en 2 partidas; no obstante, se realizaron mejoras que permitieron completar estas actividades en el menor tiempo posible. Concluyendo que al ser aplicadas estas metodologías se logra una merma de errores al momento de ser ejecutadas las actividades que se programen, resultando en una minimización del costo y tiempo en el proyecto (Díaz, Oliveira, Pucharelli, & Pinzón, 2019)

Aplicación de Lean Construction a través de la metodología Last Planner a proyectos de vivienda social de FUPROVI

Se implementó por metodología Last Planner a fin de optimizar el proceso de planificación y ejecución para proyectos del FOPROVI. Se contempló un análisis descriptivo basado en una revisión bibliográfica. Los resultados recogidos durante 7 semanas indicaron que en la 1era no se observó avance, debido a que se instauró inicialmente el plan y recién se capacitaba al personal; para la 2da, se evidenciaron avances en 64%; para la 3era, evidenció un 20%; para la 4ta, evidenció un 52%; para la 5ta, evidenció un 36%; para la 6ta, evidenció un 38%; para la 7ma, del 80%; y en la 8va semana, se alcanzó un progreso del 71%. La conclusión es que la metodología LPS contribuye a incrementar la productividad, aunque es esencial una planificación y ejecución adecuadas desde el inicio del proyecto (Alpízar, 2017)

2.2. Marco teórico

2.2.1. Conceptos previos

2.2.1.1. Last planner system

El concepto de Control, es ampliamente tomado de diferentes maneras e interpretado en un modelo organizado, en el cual analizamos el rendimiento o desempeño ante un sistema de planificación tradicional (Latorre, 2015)

Mediante varios planteamientos investigados de diferentes intérpretes estudiosos, se llega a la interpretación que el sistema de control es un método mecánico de corroboración, como un método de medición de resultado de cada tarea asignada o paquete de trabajo. Todo esto está compaginado a una planificación meta o un contractual, en donde proyecta lograr un objetivo particular que favorece a todo el equipo de trabajo. El resultado de implementar el sistema de control, no da a conocer nuestros errores, malos diagnósticos, deficiencia en la identificación de debilidades y el sistema de control les da corrección necesaria a todas las falencias mencionadas. Con esa explicación se puede concluir que el sistema de control es una gestión administrativa operativa, del proceso de verificación, constatación, medición de la actividad o proceso o unidad o elemento está cumpliendo los parámetros estipulados para lograr los resultados que se proyectan (Pons & Rubio, 2019).

Que podemos entender por Control de la elaboración es como el análisis que predomina en la realización de lo planificado, como todo proyecto tiene un inicio y un final para ejecutar. Por ese motivo el control producción, es relacionado con la crecida de información y materiales entre el equipo encargado que coopera, para obtener un factor beneficioso para el cliente (Pons & Rubio, 2019).

Definimos que el Sistema de Último Planificador (LPS) controla la productividad por las funciones de rediseñar los sistemas de planificación ordinaria o básica e incorporar a un mayor nivel de integrantes para obtener el éxito de un proyecto, los involucrados pueden ser maestros, subcontratistas, ingenieros, etc (Pons & Rubio, 2019).

2.2.1.2 Definición

El desarrollo de esta gestión System Last Planner logró establecerse a través de Gregory A. Howell y Hernán Glenn Ballard, respetando conceptos principales del Lean Construction. Esta forma de gestión propuesta es una herramienta que visiona el control de las dependencias que hay entre los procesos operativos y su fin es minimizar o reducir su variabilidad, con el objetivo de desempeñar la mayor parte de las actividades planeadas estipuladas en el Lean, todo proceso es factible siempre y cuando la ausencia de variabilidad de como resultado una producción fiable. En referencia a la variabilidad solo se puede dar control mediante una organización y planificación fiable, usando procesos básicos y estándares para identificar los indicadores de desempeño (Baptista, Peixoto, Ferreira, & Pereira, 2018)

Si nos vamos por el término de Last Planner, Glenn Ballard indica: “En la última etapa, alguien toma la decisión de qué trabajo físico o específico será planificado mañana. Estos conceptos son denominados “asignaciones”. Son resaltantes porque impulsan el trabajo inmediato en vez de la elaboración de otras variedades. El equipo Staff encargado que causan las asignaciones llamadas el “Último Planificador” (Lean Construction Enterprise, 2000).

El último Planificador es el profesional o equipo de profesionales son las

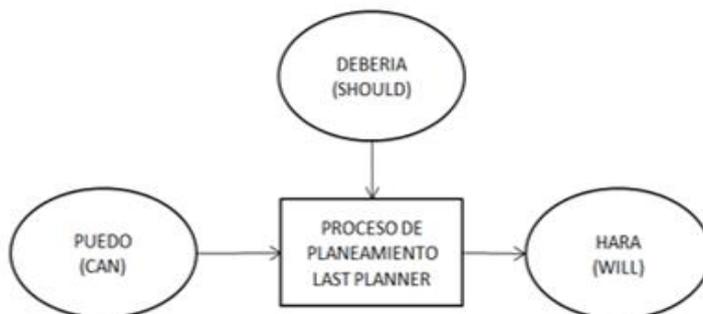
últimas encargadas de filtrar las asignaciones del día a día durante todo el proyecto en ejecución (Saad & Chafi, 2021).

Todos tenemos que entender algo, una planificación no solo es desglosar las actividades que se procede de una a otras, y distribuir los costos en cada actividad para obtener un presupuesto y cuantificar la duración del proyecto de inicio a fin. El verdadero objetivo de una planificación es saber identificar que se debe hacer, que es lo que se puede hacer, que es lo que se hará, que acción tomar para poder cumplir los entregables de la planificación y designar a los responsables involucrados de dicha planificación. Por medio del Sistema de Último Planificador (LPS) se marca incrementar cierta confianza en lo planificado y mejorar los indicadores de proyección y desempeño (Lean Construction Enterprise, 2000).

Este concepto es establecido por Sistema Último Planificador (System Last Planner) que menciona que se Hará (Will), siendo presionado por Debería (Should), habiendo consideración de las condiciones que él Puede (Can). Para dar mejores detalles adjuntamos un sketch (ver Figura 1).

Figura 1

Proceso de planeamiento Last Planner



Nota: Teoría de los conjuntos Will, Can, Should. Fuente: Lean Construction Enterprise (2000).

Para un mejor entendimiento, reflejemos estas definiciones usando la teoría de conjuntos. Si lo que se planea hacer (Will) está incluido en lo que es posible hacer (Can), y lo que es posible hacer (Can) está incluido en lo que debería hacerse (Should), existen posibilidades de que lo planeado se logre (Tunque, 2018)(ver Figura 2).

Figura 2

Filosofía de Planificación Lean



Nota: Teoría de los conjuntos Will, Can, Should. Fuente: Alarcón y Pellicer (2009).

En cambio, donde se halla lo que Debería (Should) hacerse, además se determina lo que se Hará (Will) determinando plazo, hay que tener en consideración que debido a ciertas condiciones no todo Puede (Can) hacerse, dando como resultado demoras de forma frecuente (Tunque, 2018) (ver Figura 3).

Figura 3

Filosofía de Planificación Tradicional



Nota: Alarcón y Pellicer (2009)

La estructura definida que conforma el LPS (System Last Planner) se evidencian en las siguientes líneas, cabe indicar que dará mejores conceptos en el punto.

- Cronograma o Plan Maestro.
- Análisis de Restricciones.
- Planificación por Fases.
- Plan de Trabajo Semanal.
- Reserva de Trabajo Ejecutable.
- Porcentaje de Plan Completado.
- Razones de No Cumplimiento.

2.2.1.3. Control de unidad de producción

Si realizamos una recopilación de conceptos podemos decir que “El Control de las unidades de elaboración regulariza la realización de las actividades en las unidades de tarea, siendo estos equipos de diseño y construcción”. Lo idóneo para el desarrollo de método de planificación en unidades de productividad es la calidad

de la fabricación, en otros términos, la fluidez y factibilidad de los procedimientos hechos por el último planificador. Dicha planificación perteneciente al LPS se ve en el Weekly Works Plan (Plan de Trabajo Semanal). Las condiciones de calidad en lo que respecta a la designación de cierta actividad dentro del Plan de trabajo Semanal (PTS) son:

- Definición: La actividad es bien concreta.
- Viabilidad: El trabajo seleccionado logra ser realista o lógico y tiende a ser ejecutado.
- Secuencia: Se elige el orden de tarea preciso.
- Tamaño: Se selecciona la cuantía de tarea preciso.
- Aprendizaje: Se examinan las razones de no desempeño.

El proceso más factible para medir en las actividades su cumplimiento o la calidad de la planificación, en conformidad al Porcentaje de Plan Cumplido (PPC). El concepto se convierte el predeterminado en comparación por lo cual ofrece un dominio en unidades de producción. Un PPC elevado implica que debemos organizar más trabajo debido con los recursos dados en otras palabras, aumento en la productividad y progreso (Corilla & Pereda, 2020).

Podemos entender lo siguiente que el PPC calcula el grado de desempeño de las actividades del planificador (Hará – Will) fue materializado. Dado los casos que hubo actividades que no se pudieron completar o cumplir, para eso se realizará un análisis de no cumplimiento o no conformidad para identificar las razones del no desempeñando (Reasons for Non- Conformances). Este estudio hacer mejora al PPC de a las siguientes semanas que se proyectara las actividades, dando como resultado una mejora en el rendimiento (Corilla & Pereda, 2020).

2.2.1.4. Control del flujo de trabajo

Otra pieza fundamental del método de ser planificado, corresponde al dominio de corriente del trabajo en el cual su mayor función es realizar que el trabajo se desplaza en las magnitudes de productividad en forma de sucesión y en un ritmo deseado. Asimismo, el domino corriente del trabajo coordina y organiza la realización del trabajo (flujo de instalación, abastecimiento, y diseño) mediante las unidades de productividad (Cornejo, Gonzales, & Tapia, 2018).

2.2.1.4.1. Planificación intermedia (LOOKAHEAD PLANNING)

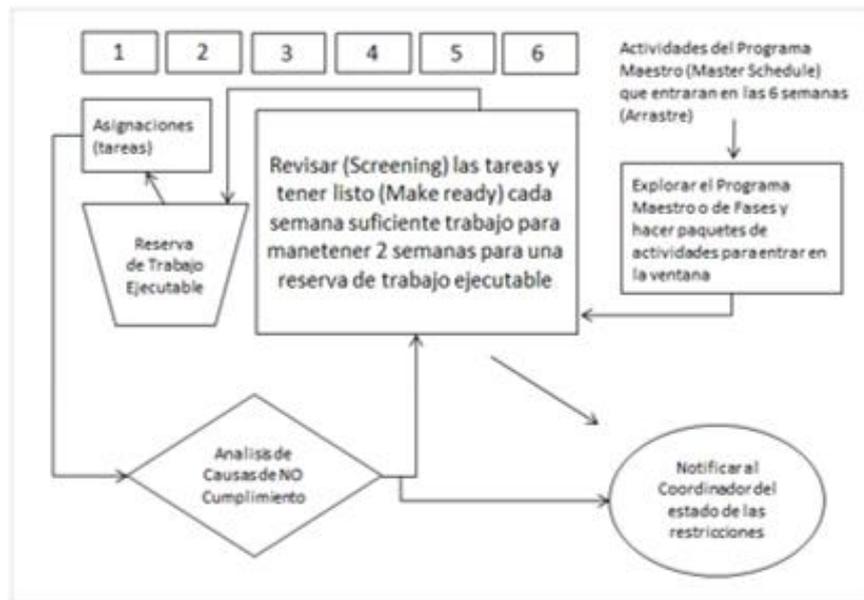
El dominio de corriente de trabajo en el LPS se realiza con Look Ahead Planning o la Planificación Intermedia.

Por medio de la utilización del sistema Look Ahead Planning, en gran medida se plantea una perspectiva de 4 a 6 semanas, en función a como lo determina tu equipo de trabajo o cliente, tiene como denominación Look Ahead Window. En el formato donde de disgrega los paquetes de trabajo situadas en el Cronograma Maestro y luego continua con el examen de condiciones y obtengamos organizado hacia una Reserva de trabajo Ejecutable. Por último, una vez realizada la tarea de las actividades se resulta con las formas de No cumplimiento (Ramírez, 2012).

El proceso de Look Ahead realiza el estudio de restricciones, donde se efectúan las fases de “alistar” (make ready) trabajos a través de la “revisión” (screening), además del “arrastre” (Pulling). Brindaremos un mejor detalle en el gráfico adjunto: (ver Figura 4).

Figura 4

Sistema de Look Ahead



Nota: Ballard (2000).

2.2.1.4.2. Pull System (un nuevo sistema de planificación)

El proceso más factible para incorporar material o información en la gestión de productividad se define como Pull System o “Sistema de arrastre”. Sin embargo, se posee en oposición el Push System o “Sistema de Empuje”, su principal función es en dar fuerza o empuje en las actividades críticas con plazos límites (Rojas, Henao, & Valencia, 2017). Generalmente la construcción es un sistema Push, su única finalidad con sus cronogramas es obtener puntos de cohesión a futuro de las actividades interdependientes (ver Figura 5).

En cambio, en el Push System, el Pulling hace que recursos y averiguaciones logren entrar al procesamiento de control de productividad para verificar si es capaz de realizar dicha tarea. Respecto al procesamiento look Ahead se alistan (Make ready) anticipadamente actividades revisadas antes que se integren

en la planificación establecida, a eso nos referimos a la utilización de métodos. Así conseguimos determinar que logra ser sistema Pull el Last Planner® (ver Figura 6).

Figura 5

Sistema Tradicional de Planificación Push



Nota: Ballard (2000)

2.2.1.5 Estructura del system last planner

2.2.1.5.1. Cronograma maestro (master schedule)

En toda fase constructiva generada se realiza un plan general, en el cual se reflejan todos los objetos generales que se analizaron del expediente o visita contractual. Esta Planificación general originaria se le llama Cronograma Maestro (Master Schedule). Por el cual este cronograma maestro el objetivo es esbozar las metas generales con las fechas designadas, fechas determinadas de cada entregable que tiene como definición “Hitos” para el proyecto. En otras palabras, el cronograma maestro se usa para reconocer en el proyecto hitos o entregables de control.

El Cronograma maestro es elaborado por medio de datos obtenida de un expediente o alcance que debe ser fidedigna, también se debe dar análisis al verdadero desempeño que tiene nuestra empresa ante la envergadura del proyecto

y tenga la sostenibilidad necesaria para poder sobrellevarlo. Solo de esa manera se logra validar al LPS, dado que inspeccionará tareas donde se simbolizan la forma y cumplimiento de las empresas. Tomando el cronograma maestro que es el cronograma operativo e interno del cual manobra el equipo de orientación del proyecto, sin incluir el cronograma contractual o mostrado al interesado.

Es comúnmente para la producción del Cronograma Maestro se usan softwares, como por ejemplo el Ms Project, Primavera P6, etc. Básico para su producción es identificar los entregables o hitos del proyecto, obtener la lógica dura del proyecto y poder obtener un presupuesto de la obra ejecutado.

2.2.1.5.2. Planificación por fases (PHASE SCHEDULING)

Es el 2do nivel de LPS y es obligatorio para proyectos de gran envergadura. El cronograma maestro puede desglosarse por fases, con paquetes de trabajos que exploren las tareas donde cubran el plazo de la actividad y en cada paquete trabajo sea necesario realizar la proximidad del tiempo y espacio.

La planificación por fases no siempre es recomendable en proyectos pequeños, pero eso no quiere decir que debemos ignorarla y más aún en proyectos de gran envergadura o gran tamaño.

La planificación por fases simboliza un desglose detallado del cronograma maestro, dispuesta por el último planificador que controla el trabajo en la fase, para complementar el apoyo en los hitos del cronograma maestros.

Entonces damos a entender que es una clara estrategia para lograr dar acatamiento a las metas de manera confiable dentro del plan con la colaboración de los importantes actores de cada paso durante el Proyecto en ejecución.

2.2.1.5.3. Planificación intermedia (LOOKAHEAD PLANNING)

Respecto al 3er nivel conforme al LPS, aparece Look Ahead Planning o la Planificación Intermedia, la primordial meta tiende a ser controlar la corriente de trabajo. Planificación intermedia comprende en brindar un rango de tiempo en el futuro que permita obtener una imagen inicial de los trabajos que se realizarán, se realiza un análisis donde podamos superar todas las dificultades o limitaciones que puedan interponerse para que las actividades sean óptimas.

Tomar en cuenta que el dominio de flujo del trabajo abarca realizar que el trabajo se traslade en las magnitudes de elaboración en una serie a una velocidad determinada. También, reorganiza el flujo de instalación, abastecimiento, y diseño mediante las unidades de productividad.

Lookahead Schedule: Es la determinación de planificar intermedicamente (lookahead planning) que la función es brindar un detalle de los trabajos del cronograma maestro o cronograma línea base mediante el prototipo de enunciación de actividades, inspeccionando las tareas críticas o efectos anteriormente de admitir que ingresen en la ventana intermedia o vallan dando su avance dentro del sistema o ventana. Debemos tener conocimiento que es necesaria la realización de trabajos para ingresar las tareas para su determinación una vez planificadas. Los Lookahead Schedule o cronogramas intermedios son expuestos en lista o gráficos de barras (Rodríguez, 2017).

2.2.1.5.3.1 Intervalo de tiempo (LOOKAHEAD WINDOW)

Conforme al proceso de planeación Look Ahead tiende a ser la separación de la secuencia de partidas del cronograma maestro, obteniendo asignaciones importantes en el tiempo de planificar. Conforme al plazo del Look Ahead Window

tiende a ser de rango de 03 a 12 semana, y se resuelve en función a la envergadura del proyecto, la confianza del sistema de planeamiento y los periodos de entrega para obtener los datos, recursos, siendo estos materiales, mano de obra y equipos (Corilla & Pereda, 2020)

2.2.1.5.3.2. Análisis de restricciones

Ya establecido las tareas respectivas del proyecto a ejecutar dentro del Look Ahead Schedule, se realiza el estudio de limitaciones de las actividades. En otras palabras, no es más que buscar los factores o razones que paralizan que una asignación o tarea planificada consiga ser realizada en la fecha y plazo ya definido en el cronograma maestro o look Ahead Schedule. Es una necesidad que el nivel de división del Cronograma Maestro este detalladamente, para que la identificación de las restricciones sea más eficiente. El objetivo del estudio de restricciones es de conseguir una provisión de actividades ejecutables, que se encuentren libres o sin restricciones para poder programarlas y contrarrestar esa restricción.

Si el planificador no tiene la seguridad de excluir las restricciones, las actividades críticas son desviadas para la fecha (Corillo y Pereda, 2020).

Vamos a detallar las restricciones más comunes o usuales en los proyectos de construcción:

Tabla 2*Tipos de Restricciones*

Tipo Restricción	Concepto del Tipo de Restricción
Diseños	Refleja esta restricción a las variaciones obtenidas de una actividad o labor en compatibilidad o trazabilidad entre los planos de construcción, la ingeniería, especificaciones técnicas o por vicios ocultos que se muestran durante la proyección.
Prerrequisito	Es dar frente de trabajo a la unidad de productividad que hará la partida en otras palabras, deben culminar las actividades predecesoras para realizar una actividad que es prerrequisito.
Material	La procura de materiales que son necesarios para cada actividad, debe llegar a obra con anterioridad a la fecha de inicio de la asignación programada.
Mano de Obra	Durante el proceso de generación del Look Ahead Schedule se realiza para la tarea la identificación de la cuantía de mano de obra, con el objetivo de identificar los periodos en que se necesitará aumentar y disminuir la mano de obra.
Equipo	Tomar en consideración el tiempo del cual toma alquilar un equipo, compra, el traslado o reparar un equipo para la actividad que esta designada, con el fin que el equipo este operativo para las fechas establecidas de dicha tarea.
Calidad	Mayoría de secuencia de actividades se establece controles de calidad por un supervisor exterior o por lado de la empresa que representas o cliente, para esto debemos tener en claro los tiempos que amerita hacer la liberación de calidad y definidos los formatos de calidad, etc.
Otras	En esta sección se coloca la totalidad de restricciones singulares que puedan existir para cada tarea, como el permiso, inspección, etc.

Nota: Son las restricciones más habituales en los proyectos de construcción

Una vez definido estos procesos, clasificamos las asignaciones que tienen liberadas sus restricciones. A ese paquete de tareas sin restricción y pase libre para ser ejecutadas se les llama como Reserva de tareas ejecutables, dado que lo usaremos ante un evento de desfase.

2.2.1.5.4. Reserva de trabajo ejecutable (WORKABLE BACKLOG)

Por conocimiento sabemos que reserva de trabajo viene a ser la lista de actividades queden libres de prohibiciones, por lo que su posibilidad de logro es alta.

El objetivo de estar con una reserva de actividades, es obviar unidades de productividad flojas en caso se presente una dificultad o restricción con actividad que está definido en el Plan de Trabajo Semanal (PTS), debemos usar las tareas de reserva de trabajo (Workable backlog) para evitar los tiempos muertos en la unidad de producción del proyecto.

Se toma en consideración la nueva tarea que se fijará a esta unidad de productividad acorde con su destreza (Romero & Uribe, 2017).

2.2.1.5.5. Plan de trabajo semanal (WEEKLY WORK PLAN)

Podemos decir que existen cuatro fases en la jerarquía del LPS, donde estas tienden a ser: El cronograma Maestro, Planificación por Fases, la Planificación Intermedia y Reserva de trabajo ejecutable. La última categoría del nivel de este grado es respecto al Plan de Trabajo Semanal, siendo un grado de referencia anterior a ser ejecutada una actividad, además su propósito es el control de unidades de elaboración. Se intenta lograr gradualmente asignaciones de alta calidad en cuanto su desarrollo continuo y plan de acción correctiva. Netamente concierne toda su responsabilidad en ejecutar esta función es el Ultimo Planificador (Last Planner), debe ser profesional calificado, maestro obra, supervisores, etc. Son todas las personas involucradas directamente en campo de ejecución y están en constante seguimiento de control de productividad (Romero & Uribe, 2017)

2.2.1.5.5.1. Asignaciones de calidad (QUALITY ASSIGNMENTS)

El estudio semanal será efectuado en cuanto la elección de actividades del cual poseemos en los apuntes de provisión de actividad realizable. Por ellos “las consideraciones de calidad” se llama a la acción de seleccionar que actividad serán realizadas en la semana siguiente lo que presenta gran posibilidad de cumplirse (Pons & Rubio, 2019).

2.2.1.5.5.2. Porcentaje de plan completado (PPC)

Abarca la manera de calcular el desarrollo del Plan de Trabajo Semanal a razón de valorar su calidad, se efectúa por medio del % de Plan Cumplido. Esta función nos ayuda como retroalimentación para prontamente dar refinamientos y enseñanza de los errores al instante de una actividad.

El PPC refleja la comparación entre lo que se planea ejecutar contra lo ejecutado real, concluyendo la actividad fue concluida si es que lo especifica el Plan de Trabajo Semanal (Rojas, Henao, & Valencia, 2017).

La forma de tener el PPC es de la división de la cuantía de asignaciones completas que fueron programadas dividido por todos los trabajos programados en un semanario, y luego esto lo presentamos como porcentaje (Pons & Rubio, 2019).

2.2.1.5.5.3. Causas de no cumplimiento

Es una de las tareas no culminada sobre las fechas establecidas contractualmente dentro de la semana de ejecución. Todos sabemos que una actividad culminada es cuando esta sin ninguna restricción o pendiente. Para poder nosotros identificar las causas del porque no se pudo culminar es un análisis de realimentación para futuro, dado que podremos recopilar las causas repetidas y

tener cuidado en las semanas que vienen (Aguilar, 2019).

Algunas causas de no cumplir una actividad puede ser directamente la mano de obra, demora en llegada de materiales, cambios climáticos, situaciones externas, etc. Como a veces puede ser por una mala programación de las tareas o excesiva carga laboral para ese día, donde no hubo un análisis de rendimientos de personal para cumplir dichas actividades, por desconocimiento de procesos constructivos. En resumidas palabras la jerarquía de las Razones de No desempeño es la curva de instrucción y no cometer el mismo error en futuros proyectos (Aguilar, 2019).

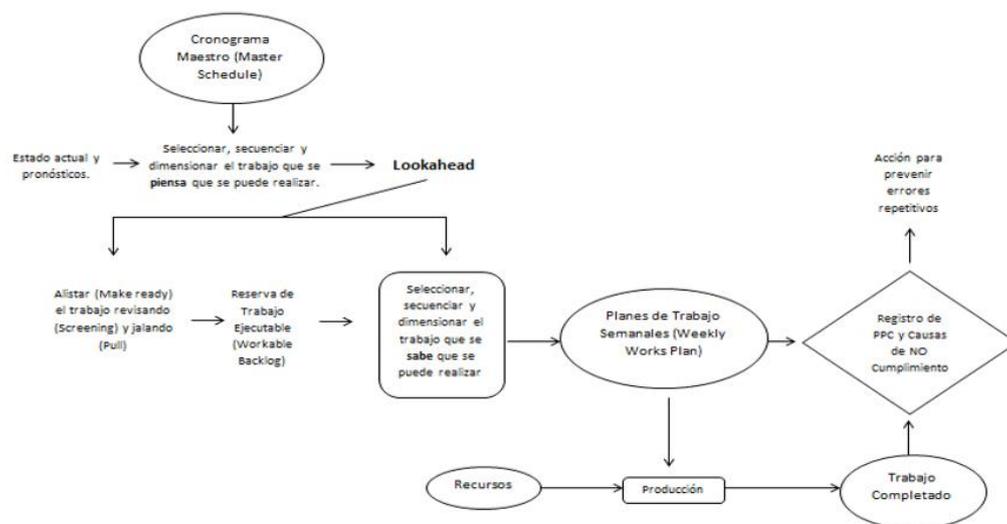
2.2.1.6. Last Planner System: visión global

Evidencia de niveles jerárquicos de planificación según nuestro diagrama de flujo.

Lo importante del diagrama es la visualización de todo el sistema jerárquico y etapas de recorrido. (ver Figura 6).

Figura 6

Last Planner System: visión global



Nota: Ballard (2000).

Para culminar, existe un punto importante en la teoría del Sistema del “Último Planificador”. Si dentro del grupo Staff en compañía de la dirección de proyecto no tienen la iniciativa de compromiso para poder implementar este sistema, será en vano implementarlo. La idea de este sistema es comprometer a los responsables que ejecutan con los parámetros establecidos y si por algún motivo no puede asumirlo debe comunicarlo. Así estaremos protegiendo nuestro flujo de trabajo y aseguraremos el correcto cumplimiento que será mostrado en el PPC (Ballard, 2000).

CAPÍTULO III

MÉTODO

3.1. Tipo de Investigación

Se consideró de tipo de investigación aplicada, ya que se emplea conceptos teóricos, prácticos y científicos a razón de ser optimizado el flujo de trabajo de la reparación de pilotes del muelle industrial Patio Puerto.

Para Ñaupas et al. (2018) se establece metas prácticas inmediatas fijas, investigando la transformación y generación de cambios en zonas a estudiar.

3.2. Diseño de investigación

De diseño experimental, porque logró ser implementado el SLP alcanzando mejoras dentro del flujo de trabajo sobre la reparación de pilotes de concreto.

Conforme a Ñaupas et al. (2018) es experimental dado que logran ser manipuladas intencionalmente una o más variables independientes a razón de conocer las consecuencias que genera en la variable dependiente.

3.3. Población y muestra

3.3.1. Población

Para Ñaupas et al. (2018) este término en una investigación se vincula al grupo de (objeto, establecimiento o persona), verificados en las conclusiones

alcanzadas.

Este estudio consideró como población al “Proyecto Reparación de Pilotes del Muelle Industrial Patio Puerto” ya que, fue aquella que se mejoró su flujo de trabajo mediante la implementación Last Planner.

3.3.2. Muestra

Es uno de los subgrupos de la población (Ñaupas et al., 2018).

Las muestras de este estudio fue tomado de 21 pilotes de concreto armado del “Proyecto Reparación de Pilotes de Muelle Industrial Patio Puerto” ubicados en los ejes del plano 5/c-b, 6/b-a, 7/b-a, 7/c-b, 8 /b-a, 8/c-b, 9/c-b, 11/c-b, 13/c-b, 14/b-a, 14/c-b, 16/c-b, 16/b-a, 17/b-c, 18/c-b, 20/c-b, 21/c-b, 21/a-b, 26/b-a , ya que, fue aquella que se mejoró su flujo de trabajo mediante la implementación Last Planner.

3.4. Descripción de instrumentos para toma de datos

A razón de calcular el plan de construcción se usó el registro y la encuesta. En instrumentos se usó el formato de PPC semanalmente, PPC históricos, el cuestionario respectivamente y Curva S de avance Físico.

a) Técnica: Registro

Se usaron formatos correspondientes a la CURVA S de avance físico, PPC HISTÓRICO y PPC SEMANAL (Consultar ANEXOS T-JHGM-S, T-JHGM-PPC H, T-JHGM-PPC S). Estas herramientas no llegaron a ser utilizadas en personas, dado que lograron ser abordadas en el avance del proyecto designado y monitoreadas semanalmente hasta su culminación, indicadores a través del PPC (PLAN PERCENT COMPLETE) acumulado y semanal.

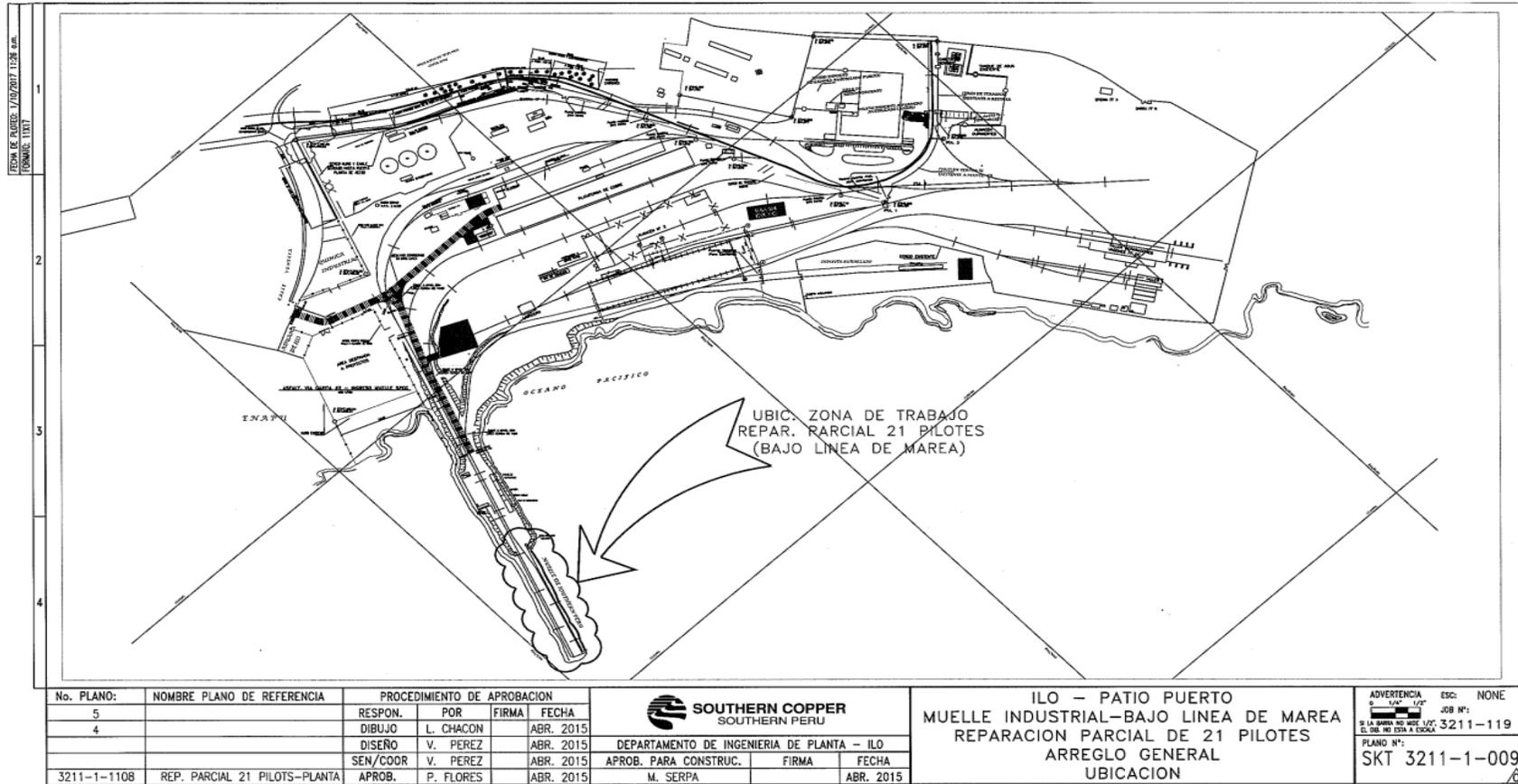
b) Técnicas de procesamiento y análisis de datos

El proceso de apuntes es cualitativo y cuantitativa. Técnica de registro, recolección de apuntes, se tabularon, presentaron cuadros y gráficas estadísticas; lo cual se extrajo información que permitió comprobar o no la suposición. Frente a esta intención se usó:

- Ms Project 2016.
- Plantilla en Ms Excel 2016.
- Otro software necesario.
- Los pasos son los siguientes:
- Recolección bibliográfica del planeamiento bajo la forma tradicional, Lean Construction y el LPS, permite tener una base conveniente y concebir las disparidades de cada una de ellas.
- Introducción del LPS en periodo de 8 semanarios para la Reparación de Pilotes de concreto.
- La forma de calcular efectos es mediante incorporación del LPS fue inspeccionando los adelantos de la actividad asignada, calculando el % del planeamiento completada (PPC), además se tuvo un registro de las causas de no desempeño (CNC) sobre los trabajos no realizados dentro del plan semanal.
- Posteriormente, se realizó un estudio mediante gráficas, por lo cual terminó en la implementación del LPS.

Figura 8

Croquis de elevación principal del muelle Industrial SPCC-ILO



Nota: Del expediente técnico. Fuente: SERGEAR S.A.C. (2022).

Ubicación:

El muelle se encuentra ubicado en la localidad de ILO, en el departamento de Moquegua a 1250 km en el área sur de la ciudad de Lima.

Tabla 3*Ubicación del muelle*

Coordenadas Zona UTM (Sistema swg 84)						
Nombre	Longitud(m)	Ancho (m)	Zona	Este	Norte	Cota(msnm)
Muelle Industrial	182.00	17.60	19	250419.30	8047109.36	0.00

Nota: Elaborado por el contratista (2022).

Cliente: SOUTHERN PERÚ

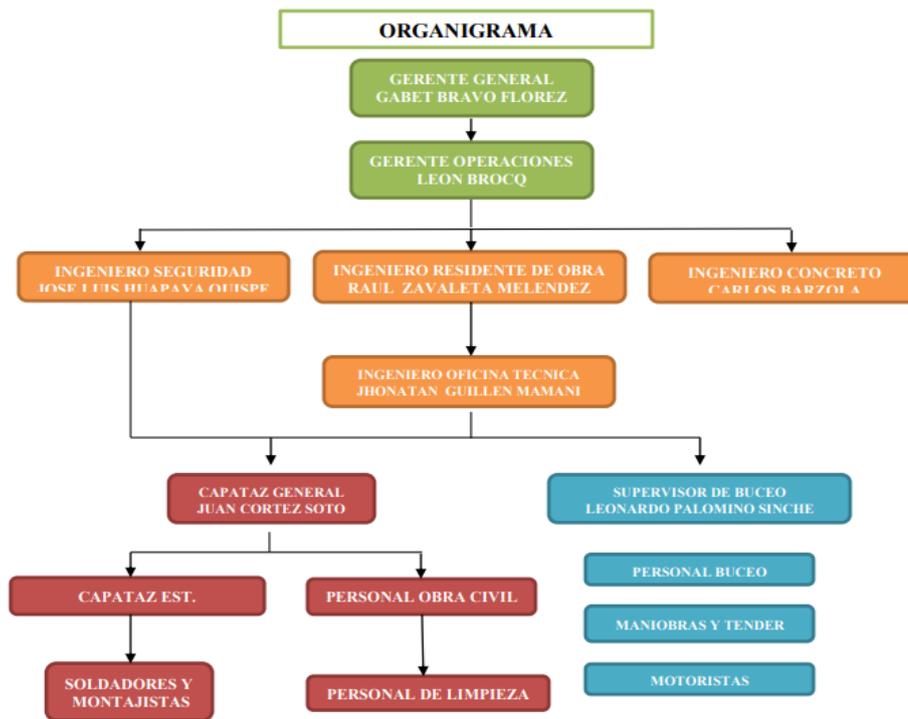
- ✓ Jefe General: Ing Felipe Moscoso Villena CIP 109442
- ✓ Supervisor de obra: Ing. Víctor Hugo Pérez

Contratista: CENTAURO ILO EIRL

- ✓ Administrador de contrato: Gerente General Sr. Gabet Ducmas Bravo Flórez
- ✓ Residente de obra: Ing. Raúl Elmer Zavaleta Meléndez CIP 46489
- ✓ Supervisor de seguridad: Ing. José Luis Huapaya Quispe CIP 116792

Figura 9

Organigrama de obra



Nota: Organigrama de la empresa contratista a cargo del proyecto.

4.1.1.2. Evaluación inicial con Carta Balance

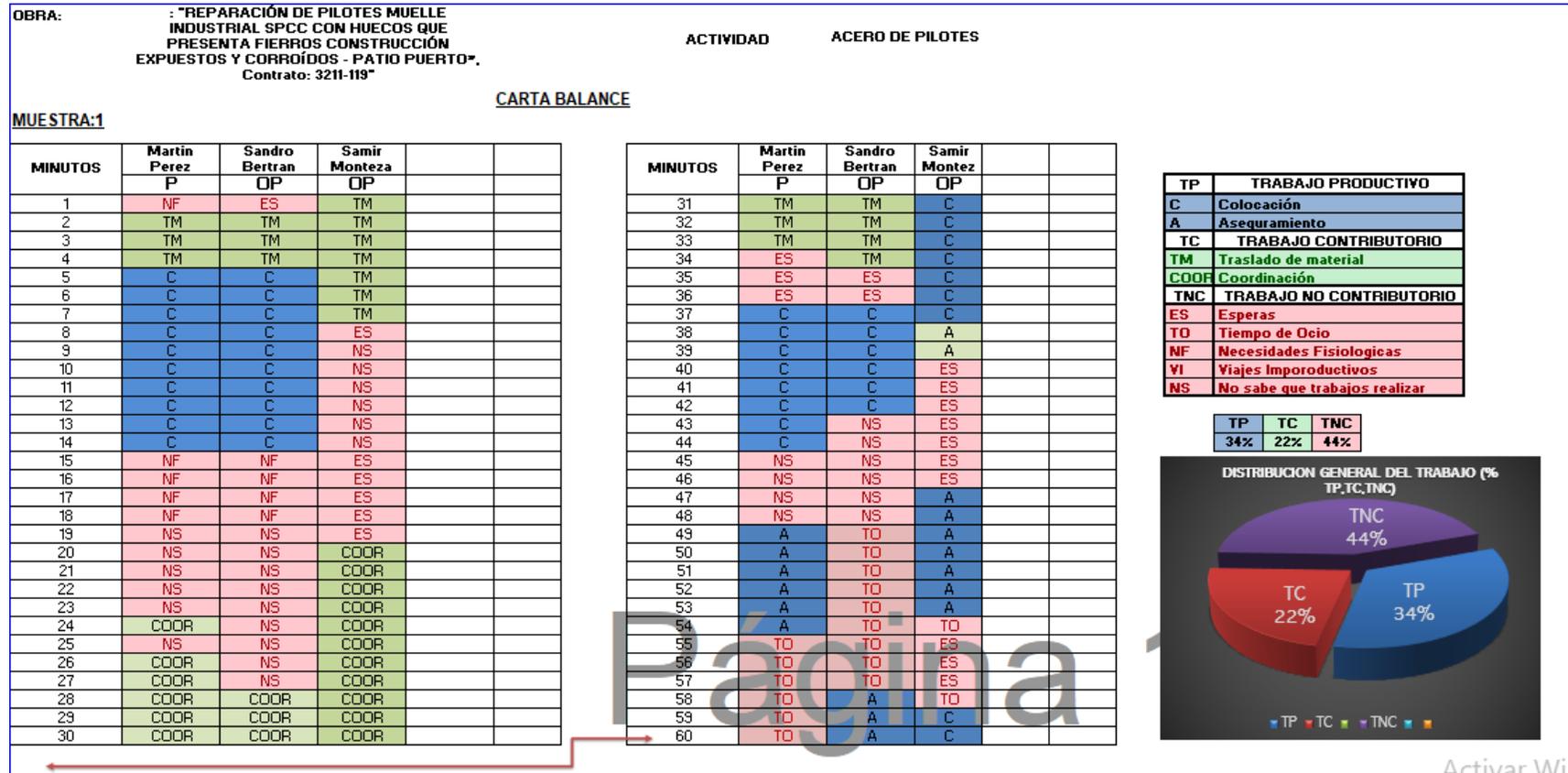
A continuación se describen las actividades realizadas por pilote de concreto.

1. Inspección Inicial de pilotes- Trazo y replanteo
2. Limpieza superficial (liqua blaster)
3. Picado superficial de concreto-Aplicación de Puento de Adherencia
4. Colocación de acero de refuerzo
5. Encofrado de zona en pilotes a reparar
6. Preparación y vaciado de concreto $F'c=510\text{kg/cm}^2$

Entre la totalidad de actividades efectuadas, las partidas que mayormente incidieron lograron ser las de acero, encofrado de pilotes y concreto, por lo que, se realizó el diagnóstico inicial con estas.

Figura 10

Carta Balance de Acero 1

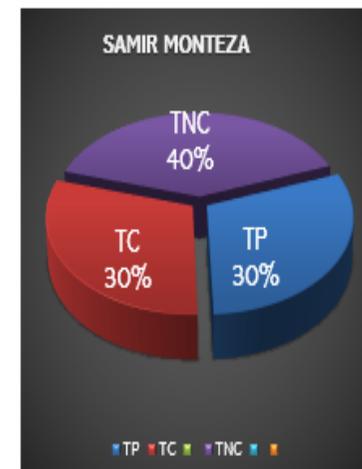
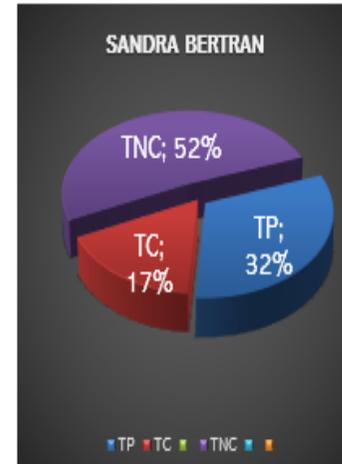
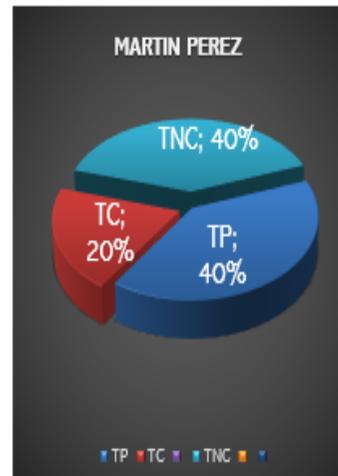


Nota: En esta la se evidencia la carta balance de la partida de acero, la cual indica un porcentaje de TC del 22%, TNC del 44% y TP del 34%.

Figura 11

Rendimiento de la cuadrilla

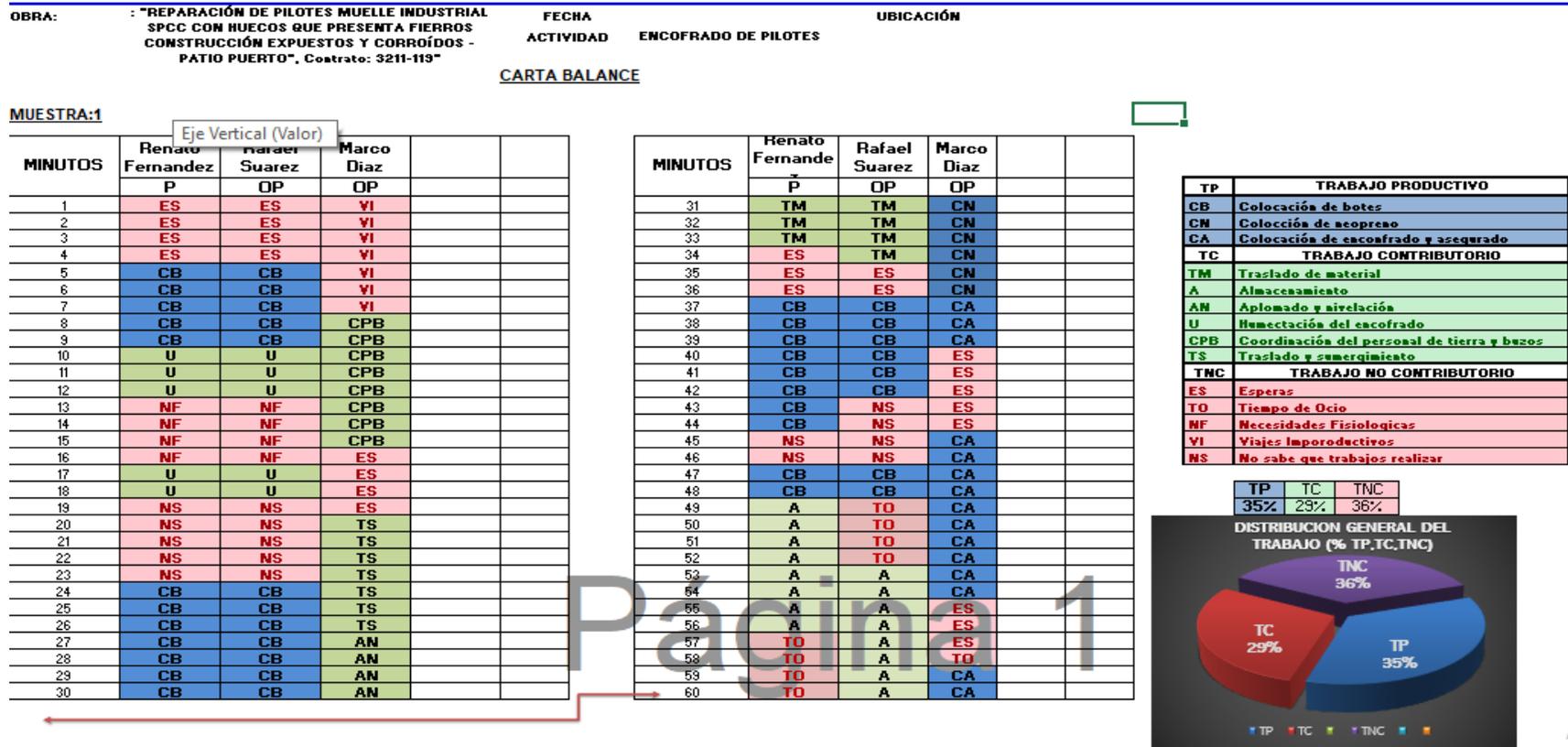
	Martin Perez	Sandro Bertran	Samir Monteza
C	18	16	9
A	6	3	9
TM	6	7	7
COOR	6	3	11
ES	3	3	16
TO	6	9	2
NF	5	4	0
VI	0	0	0
NS	10	15	6
TOTAL	60	60	60



Nota: En esta tabla se evidencia que el trabajo productivo de la cuadrilla en la partida de Habilitación de acero es regularmente bajo.

Figura 12

Carta Balance de la partida de Encofrado

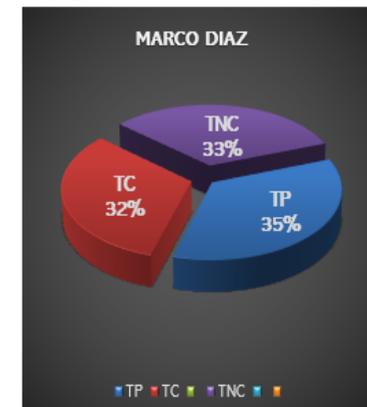
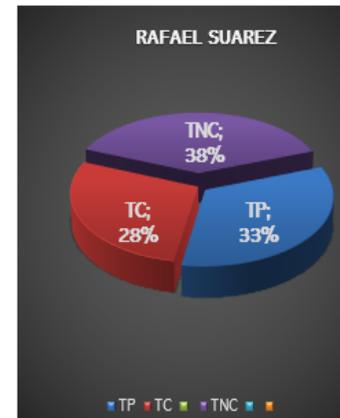
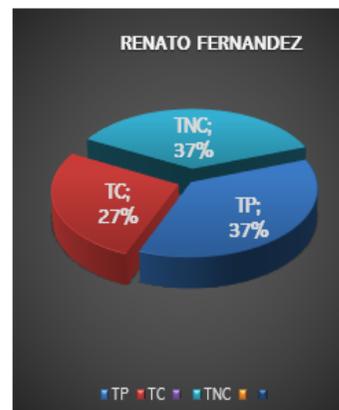


Nota: En esta tabla se muestra la carta balance de la partida de encofrado metálico, la cual indica un porcentaje de TP del 35%, el TNC es de 36% y el TC es de 29%.

Figura 13

Rendimiento de la cuadrilla en la partida de encofrado metálico

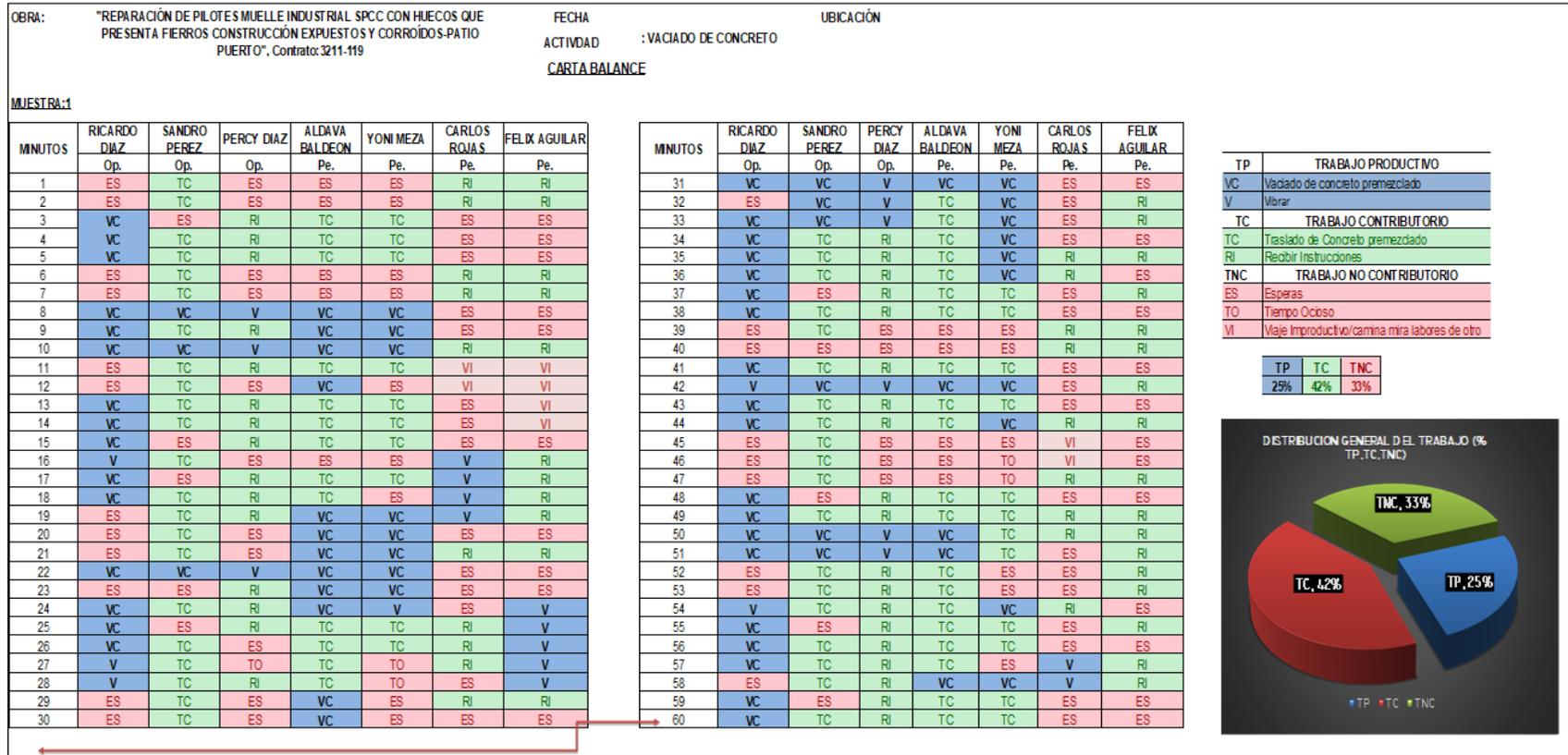
	Renato Fernandez	Rafael Suarez	Marco Diaz
CB	22	20	0
CN	0	0	6
CA	0	0	15
TM	3	4	0
A	8	8	0
AN	0	0	4
U	5	5	0
CPB	0	0	8
TS	0	0	7
ES	7	4	12
TO	4	4	1
NF	4	4	0
VI	0	0	7
NS	7	9	0
TOTAL	60	58	60



Nota: En esta tabla se evidencia respecto al trabajo productivo de la cuadrilla en la partida de encofrado metálico es regularmente bajo.

Figura 14

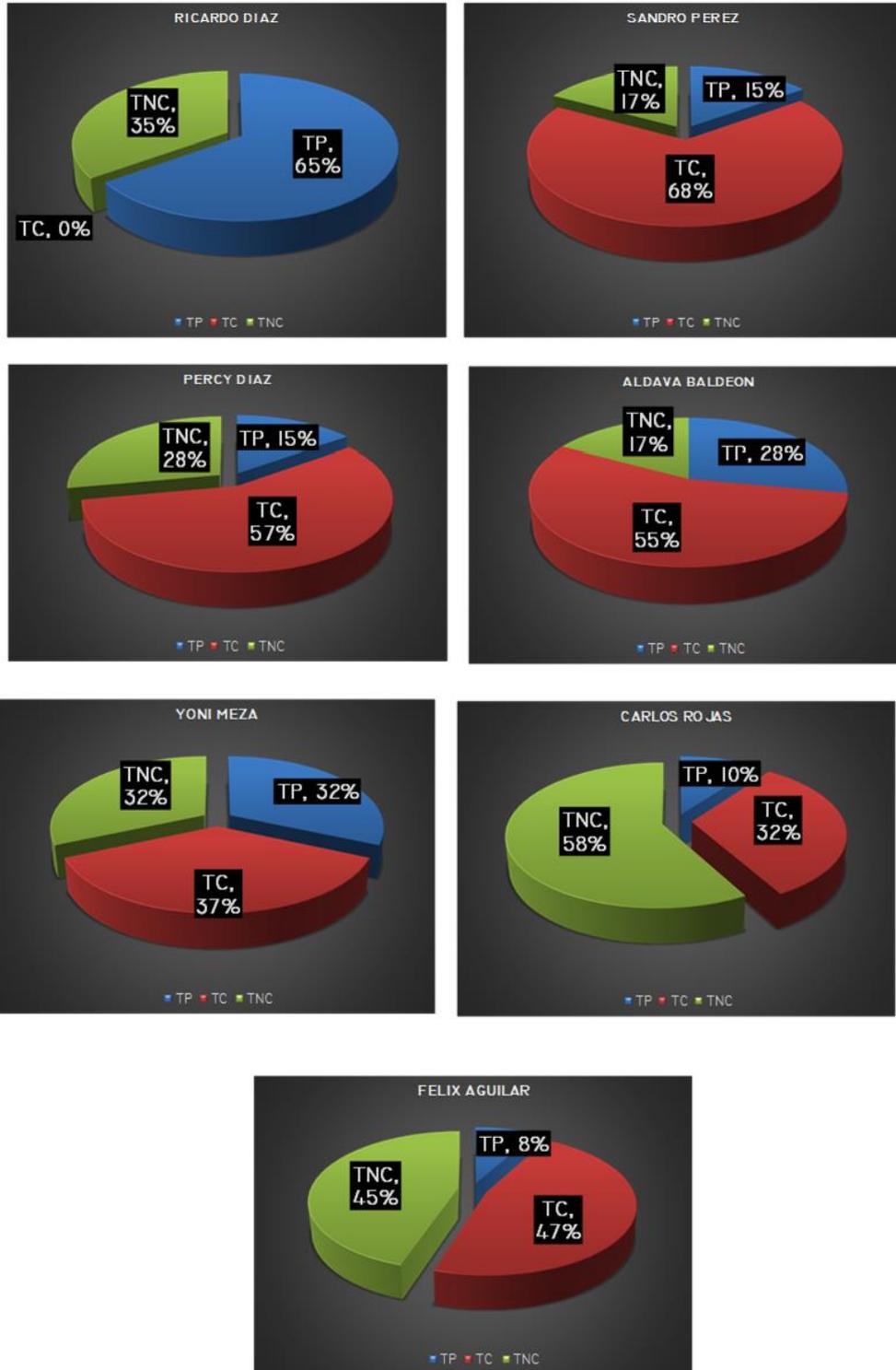
Carta Balance de la partida de Concreto



Nota: En esta tabla se muestra la carta balance de la partida de concreto, la cual indica un porcentaje de TP del 25%, el TNC es de 33% y el TC es de 42%.

Figura 15

Rendimiento de la cuadrilla



Nota: En esta tabla se muestra conforme al trabajo productivo de la cuadrilla en la partida de encofrado metálico es regularmente bajo.

Al término de la evaluación de la situación actual se determinó el valor porcentual del Plan Cumplido en las seis semanas iniciales de trabajo.

Tabla 4

Porcentaje de Plan Cumplido antes de la implementación de Last Planner

Semana	PPC Semanal
Semana.N0	75
Semana.N1	76
Semana.N2	74
Semana.N3	73
Semana.N4	75
Semana.N5	75
Promedio total	75

Nota: PPC=Porcentaje de Plan Cumplido. Fuente: SERGEAR S.A.C. (2022).

4.1.2. Control de actividades

4.1.2.1. Propuesta de investigación

Esta propuesta es considerada como un estudio piloto el cual evalúa los productos finales y a base de eso permite que sea factible y óptimo antes de su post ejecución.

El fin principal de la investigación fueron ser evaluados los impactos positivos de aplicar el LPS a razón de aumentar la productividad sobre la reparación de pilotes, logrando cierta correspondencia entre lo proyectado en el cronograma y lo llevado a cabo en el sitio.

La aplicación del método clásico y tradicional resulta en la falta de un nivel de competencia y en la ausencia de secuencias de actividades, generando incompatibilidades en el diseño por eso en la propuesta implementada vamos a evaluar y comparar el método antiguo junto con el nuevo sistema.

El primer paso en la aplicación de la metodología fue ser ordenadas las

actividades, seguido de una fase de inducción. Una vez que estos flujos de trabajo y la producción se establecieron de manera ordenada y fluida apropiadamente, se llegó a implementar conforme al LPS sus herramientas. En la etapa final, llegaron a verificarse los porcentajes del PPC y lo que ocasionó el no cumplimiento a razón de evaluar los valores resultantes en función de los rendimientos.

La metodología se completó en su conjunto con la asistencia mutua y el respaldo de la totalidad de miembros según lo estipulado dentro del Plan.

4.1.2.2. Aplicación de Last Planner System

- 1) **Plan Maestro:** El plan maestro fue la estructura fundamental del sistema, y debe ser elaborado especificando cada tarea, metraje, duración de las partidas, y asegurando la participación de la totalidad de interesados en la obra.

Tabla 5

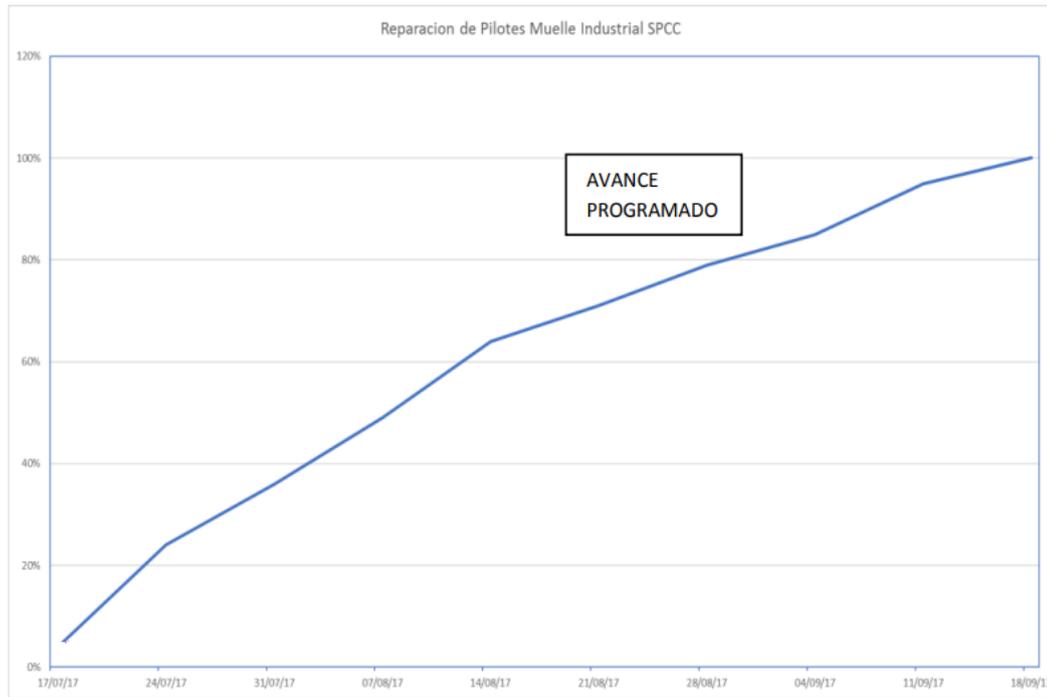
Porcentaje de avance programado

Semana	Fecha	Avance Programado
Semana.N6	22-Feb	71%
Semana.N7	1-Mar	79%
Semana.N8	8-Mar	85%
Semana.N9	15-Mar	95%
Semana.N10	22-Mar	100%

Nota: PPC=Porcentaje de Plan Cumplido. Fuente: SERGEAR S.A.C. (2022).

Figura 16

Avance Programado



Nota: En esta figura se muestra la curva S del avance programado por el Plan Maestro. Fuente: SERGEAR S.A.C. (2022).

- 2) Pull Session:** La planificación inversa, que en gran medida se conoce como la metodología empleada que contribuye al desarrollo en el Plan Maestro. Las reuniones, que incluyen al ingeniero SSOMA, el residente, supervisores, contratistas y la gerencia, tienen el objetivo de definir los hitos dentro del proyecto y las actividades de las cuales se llevan a cabo en la obra. A través de estas actividades se destacan:

Tabla 6

Actividades realizadas en obra

Obras Provisionales
Suministro e instalación Almacén temporal
Suministro e instalación Vestuarios
Suministro e instalación Comedor
Suministro e instalación Oficinas
Suministro e instalación Baños Químicos
Obras Preliminares
Movilización y desmovilización de materiales y equipos
Programa de seguridad
Señalización
Trazo y replanteo
Obras De Acero
Habilitación y Colocación plataforma metálica para trabajo Bajo Muelle
Habilitación encofrados para reparaciones pilotes
Desmontaje plataforma de trabajo (pasadizos de circulación)
Montaje de plataforma de reparación
Desmontaje de plataforma de reparación
Obras De Concreto Armado En Pilotes A Reparar
Limpieza de superficie (liqua blaster)
Picado de superficie de concreto
Preparación de superficie rugosa
Habilitación y traslado de acero de refuerzo
Colocación de acero de refuerzo (canastilla)
Encofrado de zona en pilotes a reparar
Perforación en concreto bajo nivel de agua
Fijación de anclajes bajo nivel de agua
Preparación Y Vaciado De Concreto F'c=510 Kg/Cm2
Varios
Limpieza durante la ejecución y al final de obra
Costo por día muerto
Control visual video Circuito Cerrado

Nota: Entre la totalidad de actividades ejecutadas, las partidas que mayormente incidieron fueron las de acero, encofrado de pilotes y concreto, por lo que se aplicó la tecnología Last Planner a tales partidas. Fuente: SERGEAR S.A.C. (2022).

- 3) Análisis de costos unitarios:** Al lograr ser analizados los precios unitarios, conoceremos la valoración precisa de la mano de obra, herramientas, material, ciertos equipos y demás elementos involucrados.

Figura 17

Análisis de costos unitarios

		ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS					
PROYECTO: REPARACIÓN DE 14 PILOTES MUELLE INDUSTRIAL SPOO CON HUECOS QUE PRESENTA FIERROS CONSTRUCCIÓN EXPUESTOS Y CORROÍDOS - PATIO PUERTO CONTRATO N°: 3211-119 LUGAR: ILO PLAZO EJEC.: 80 DÍAS CALENDARIO							
				LUGAR:	ILO		
				FECHA:	30/06/2022		
Partida	1.01		Suministro e instalación Almacén temporal				
Rendimiento	M2/DIA	12.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por m2:			\$29.39
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio US\$	Parcial US\$
	Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ		HH	0.20	0.02	7.38	0.14
0147010003	OPERARIO		HH	4.00	0.20	6.13	1.22
0147010004	PEON		HH	2.00	0.20	4.52	0.90
							2.26
	Materiales						
	Clavo 2" c/c		KG		3	0.80	2.40
	Madera Tomillo		Pie		1.8	4.50	8.10
	Tryplay 1/4		PL		1.1	15.20	16.72
							27.22
	Herramientas						
			%		5%		0.11
Partida	1.02		Suministro e instalación Vestuarios				
Rendimiento	M2/DIA	12.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por m2:			\$29.39
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio US\$	Parcial US\$
	Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ		HH	0.20	0.02	7.38	0.14
0147010003	OPERARIO		HH	4.00	0.20	6.13	1.22
0147010004	PEON		HH	2.00	0.20	4.52	0.90
							2.26
	Materiales						
	Clavo 2" c/c		KG		3	0.80	2.40
	Madera Tomillo		Pie		1.8	4.50	8.10
	Tryplay 1/4		PL		1.1	15.20	16.72
							27.22
	Herramientas						
			%		5%		0.11
Partida	1.03		Suministro e instalación Comedor				
Rendimiento	M2/DIA	12.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por m2:			\$29.39
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio US\$	Parcial US\$
	Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ		HH	0.20	0.02	7.38	0.14
0147010003	OPERARIO		HH	4.00	0.20	6.13	1.22
0147010004	PEON		HH	2.00	0.20	4.52	0.90
							2.26
	Materiales						
	Clavo 2" c/c		KG		3	0.80	2.40
	Madera Tomillo		Pie		1.8	4.50	8.10
	Tryplay 1/4		PL		1.1	15.20	16.72
							27.22
	Herramientas						
			%		5%		0.11
Partida	1.04		Suministro e instalación Oficinas				
Rendimiento	M2/DIA	12.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por m2:			\$29.39
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio US\$	Parcial US\$
	Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ		HH	0.20	0.02	7.38	0.14
0147010003	OPERARIO		HH	4.00	0.20	6.13	1.22
0147010004	PEON		HH	2.00	0.20	4.52	0.90
							2.26
	Materiales						
	Clavo 2" c/c		KG		3	0.80	2.40
	Madera Tomillo		Pie		1.8	4.50	8.10
	Tryplay 1/4		PL		1.1	15.20	16.72
							27.22
	Herramientas						
			%		5%		0.11

Parida	1.05	Suministro e instalación Baños Químicos						
Rendimiento	M2/DIA		EQ. 1.0000	Costo unitario directo por Und:			\$280.00	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio US\$	Parcial US\$	
	Mano de Obra							
0147010001	0		0	0.00	0.00	0.00	0.00	
0147010003	0		0	0.00	0.00	0.00	0.00	
0147010004	0		0	0.00	0.00	0.00	0.00	
							0.00	
	Equipos							
	Baño Químico		MES	0.00	1.00	280.00	280.00	
Parida	2.01	Movilización y desmovilización de materiales y equipos						
Rendimiento	1.0000		EQ. 1.0000	Costo unitario directo por GLB:			\$17,574.00	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio US\$	Parcial US\$	
	Movilización de Equipos y Herramientas							
	Herramientas		GLB		1.00	800.00	800.00	
	Maquina licuablaster		Unidad		1.00	3658.00	3,658.00	
	Equipo de Escarado Submarino		Unidad		1.00	1650.00	1,650.00	
	Equipo de Perforacion Submarino		Unidad		1.00	1650.00	1,650.00	
	Bomba de Concreto		Unidad		1.00	3658.00	3,658.00	
	Embarcación		Unidad		1.00	3658.00	3,658.00	
	Embarcacion de Apoyo - Zodiac		Unidad		1.00	1200.00	1,200.00	
	Equipos y accesorios de Buceo		Unidad		1.00	1200.00	1,200.00	
	Equipo de filmacion acuatica		Unidad		1.00	300.00	300.00	
							17,574.00	
Parida	2.02	Programa de seguridad						
Rendimiento	1.0000		EQ. 1.0000	Costo unitario directo por mes:			\$4,500.00	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio US\$	Parcial US\$	
	Programa de Seguridad							
	1		MES	1.00	2.00	2250.00	4,500.00	
							4,500.00	
Parida	2.03	Señalización						
Rendimiento	1.0000		EQ. 1.0000	Costo unitario directo por mes:			\$2,100.00	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio US\$	Parcial US\$	
	Señalización							
	1		MES	1.00	2.00	1050.00	2,100.00	
							2,100.00	
Parida	2.04	Trazo y replanteo						
Rendimiento	M2/DIA 200.0000		EQ. 1.0000	Costo unitario directo por GLB:			\$3,011.40	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio US\$	Parcial US\$	
	Mano de Obra							
0147010001	CAPATAZ		0	0.20	100.00	7.38	738.00	
0147010003	OPERARIO		0	2.00	200.00	6.13	1,226.00	
0147010004	PEON		0	1.00	200.00	4.52	904.00	
							2,868.00	
	Herramientas		%		9%		143.4	

Partida	3.01	Habilitación y Colocación plataforma metálica para trabajo Bajo Muelle					
Rendimiento	KG/DIA	350.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por GLB:		\$26,311.15	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio US\$	Parcial US\$	
	Mano de O bra						
	C APATAZ SOLDADOR	HH	1.00	80.00	3.28	742.40	
	SOLDADOR	HH	8.00	800.00	7.65	6,120.00	
	Equipos						
	Maquinas Soldadoras	HMA	1.00	250.00	11.43	2,957.50	
	Materiales					2937.50	
	Acero para Plataforna de Trabajo	KG		8650.00	1.80	15,570.00	
	Base Anticorrosiva plataforna de trabajo	GALON		20.00	13.80	336.00	
	Pintura epoxica plataforna de trabajo	GALON		20.00	24.40	488.00	
						16454.00	
	Herramientas	%		2%		137.249	
Partida	3.02	Habilitación encofrados para reparaciones pilotes					
Rendimiento	KG/DIA	412.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por KG:		\$4.70	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio US\$	Parcial US\$	
	Mano de O bra						
	C APATAZ SOLDADOR	HH	1.00	0.01	3.28	0.03	
	SOLDADOR	HH	8.00	0.25	7.65	1.31	
	Equipos					2.00	
	Maquinas Soldadoras	HMA	1.00	0.02	11.43	0.22	
	Materiales					0.22	
	Acero para encofrados	KG		1.00	2.10	2.10	
	Base Anticorrosiva para encofrados	GALON		0.00297	13.80	0.06	
	Pintura epoxica para encofrados	GALON		0.00830	24.40	0.22	
						2.39	
	Herramientas	%		5%		0.1	
Partida	3.03	Desmontaje plataforma de trabajo (pasadizos de circulación)					
Rendimiento	M2/DIA	1,730.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por KG:		\$0.36	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio US\$	Parcial US\$	
0147.010.001	Mano de O bra						
0147.010.003	C APATAZ OPERARIO	HH	0.20	0.01	7.38	0.07	
0147.010.004	PEON	HH	4.00	0.08	6.13	0.48	
						0.56	
						0.32	
	Herramientas	%		5%		0.04	
Partida	3.04	Montaje de plataforma de reparación					
Rendimiento	M2/DIA	65.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por KG:		4.55	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio US\$	Parcial US\$	
0147.010.001	Mano de O bra						
0147.010.003	C APATAZ OPERARIO	HH	0.20	0.02	7.38	0.14	
0147.010.004	PEON	HH	4.00	0.20	6.13	1.22	
						0.30	
						2.26	
	Materiales						
	Acero para Plataformas de Reparación	KG		1.00	1.80	1.80	
	Base Anticorrosiva plataforma de reparación	GALON		0.00367	13.80	0.17	
	Pintura epoxica plataforma de reparación	GALON		0.00367	24.40	0.21	
						2.18	
	Herramientas	%		5%		0.11	
Partida	3.05	Desmontaje de plataforma de reparación					
Rendimiento	M2/DIA	192.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por KG:		\$1.18	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio US\$	Parcial US\$	
0147.010.001	Mano de O bra						
0147.010.003	C APATAZ OPERARIO	HH	0.20	0.01	7.38	0.07	
0147.010.004	PEON	HH	4.00	0.10	6.13	0.61	
						0.45	
						1.13	
	Herramientas	%		5%		0.05	
Partida	4.01	Limpieza de superficie (liqua blaster)					
Rendimiento	M2/DIA	8.6200	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por m2:		\$629.22	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio US\$	Parcial US\$	
	Mano de O bra						
	SUPERVISOR DE BUCEO	HH	1.00	1.00	11.43	11.43	
	BUSCOS	HH	8.00	14.00	7.62	106.68	
	TENDER	HH	2.00	4.00	5.34	21.36	
						139.47	
	Equipos						
	Equipos y accesorios de Buceo	HMA	1.00	1.00	135.00	135.00	
	Embarcación	HMA	1.00	1.00	80.00	80.00	
	Embarcación de Apoyo - Zedac	HMA	1.00	1.00	18.75	18.75	
	Maquina Licuabaster	HMA	1.00	1.00	250.00	250.00	
						493.75	

Partida	4.02	Rizado de superficie de concreto						
Rendimiento	M2/DIA	64000	EO: 10000	Costo unitario directo por m2:			\$475.93	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio US\$	Parcial US\$		
0147010001	Mano de Obra SUPERVISOR DE BUCCEO	HH	1.00	1.00	11.43	11.43		
0147010003	BUSOS	HH	8.00	14.00	7.62	106.68		
0147010004	TENDER	HH	2.00	4.00	5.34	21.36		1394.7
	Equipos							
	Equipos y accesorios de Buceo	HM	1.00	1.25	135.00	168.75		
	Embarcación	HM	1.00	1.25	80.00	100.00		
	Embarcación de Apoyo - Zedias	HM	1.00	1.25	15.89	17.36		
	Equipo de Escorote Submarino	HM	1.00	1.25	40.00	50.00		
								395.11

Partida	4.03	Reparación de superficie rugosa						
Rendimiento	M2/DIA	64000	EO: 10000	Costo unitario directo por m2:			\$484.39	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio US\$	Parcial US\$		
0147010001	Mano de Obra SUPERVISOR DE BUCCEO	HH	1.00	2.00	11.43	22.86		
0147010003	BUSOS	HH	8.00	12.00	7.62	91.44		
0147010004	TENDER	HH	2.00	12.00	5.34	64.08		173.38
	Equipos							
	Equipos y accesorios de Buceo	HM	1.00	1.25	135.00	168.75		
	Embarcación de Apoyo - Zedias	HM	1.00	1.25	15.89	17.36		
	Embarcación	HM	1.00	1.25	80.00	100.00		
	Materiales							
	Anteo Especifico	GALON		0.2500	82.00	20.50		20.50
								295.11

Partida	4.04	Habilitación y traslado de acero de refuerzo						
Rendimiento	KG/DIA	250.0000	EO: 10000	Costo unitario directo por KG:			\$5.22	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio US\$	Parcial US\$		
0147010001	Mano de Obra CAPATAZ	HH	0.20	0.02	7.38	0.14		
0147010003	OPERARIO	HH	4.00	0.20	6.13	1.22		
0147010004	PEON	HH	4.00	0.20	4.52	0.90		2.25
	Traslado							
	Movilización	KG	1.00	1.00	0.50	0.50		0.50
	Materiales							
	Alambre # 16	KG		0.50	1.10	0.55		0.55
	Acero Corrugado	KG		1.00	1.80	1.80		2.35
	Herramientas	%						0.143

Partida	4.05	Colocación de acero de refuerzo (canastilla)						
Rendimiento	ML/DIA	20.0000	EO: 10000	Costo unitario directo por ML:			\$350.50	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio US\$	Parcial US\$		
0147010001	Mano de Obra SUPERVISOR DE BUCCEO	HH	1.00	2.00	11.43	22.86		
0147010003	BUSOS	HH	8.00	18.00	7.62	137.16		
0147010004	TENDER	HH	2.00	18.00	5.34	96.12		295.14
	Equipos							
	Equipos y accesorios de Buceo	HM	1	0.40	135.00	54.00		
	Embarcación de Apoyo - Zedias	HM	1	0.40	15.89	5.55		
	Embarcación	HM	1	0.40	80.00	32.00		94.55
	Herramientas	%						12.97

Partida	4.06	Escofrado de zona en pilotes a reparar						
Rendimiento	ML/DIA	42.7400	EO: 10000	Costo unitario directo por ML:			\$20.443	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio US\$	Parcial US\$		
0147010001	Mano de Obra SUPERVISOR DE BUCCEO	HH	1.00	1.00	11.43	11.43		
0147010003	BUSOS	HH	8.00	4.00	7.62	30.48		
0147010004	TENDER	HH	2.00	4.00	5.34	21.36		69.27
	Equipos							
	Equipos y accesorios de Buceo	HM	1.00	0.60	135.00	81.00		
	Embarcación de Apoyo - Zedias	HM	1.00	0.60	15.89	9.53		
	Embarcación	HM	1.00	0.60	80.00	48.00		137.35
	Materiales							
	Alambre # 8	KG		0.75	1.10	0.83		0.58

Partida	4.07	Perforación en concreto bajo nivel de agua						
Rendimiento	UND/DIA	80000	EO: 10000	Costo unitario directo por UND:			\$223.40	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio US\$	Parcial US\$		
0147010001	Mano de Obra SUPERVISOR DE BUCCEO	HH	1.00	0.25	11.43	2.85		
0147010003	BUSOS	HH	8.00	0.50	7.62	3.81		
0147010004	TENDER	HH	2.00	0.25	5.34	1.33		7.99
	Equipos							
	Equipos y accesorios de Buceo	HM	1.00	0.40	135.00	108.00		
	Embarcación	HM	1.00	0.40	80.00	64.00		
	Embarcación de Apoyo - Zedias	HM	1.00	0.40	15.89	11.11		
	Equipo de Perforación Submarino	HM	1.00	0.40	40.00	32.00		2.61.11

Partida	4.08	Fijación de anclajes bajo nivel de agua					
Rendimiento	UND/DIA	8,000	EQ. 1.0000		Costo unitario directo por UND:		\$239.98
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio US\$	Parcial US\$
	Mano de Obra						
0147010001	SUPERMSOR DE BUCEO		HH	1.00	0.25	11.43	2.85
0147010003	BUSOS		HH	8.00	0.50	7.62	3.81
0147010004	TENDER		HH	2.00	0.25	5.34	1.33
							7.99
	Equipos						
	Equipos y accesorios de Buceo		HM	1.00	1.00	135.00	135.00
	Embarcación de Apoyo - Zodiac		HM	1.00	1.00	13.89	13.89
	Embarcación		HM	1.00	1.00	80.00	80.00
							228.89
	Materiales						
	Pernos H1B HD 1-L 1/2"		UND		1.00	1.50	1.50
	Pernos de sujeción		UND		1.00	1.60	1.60
							3.10

Partida	4.09	Preparación y vaciado de concreto f'c=310 ligo m2					
Rendimiento	M3/DIA	2,000	EQ. 1.0000		Costo unitario directo por M3:		\$1,488.73
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio US\$	Parcial US\$
	Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ		HH	0.20	0.02	7.38	0.14
0147010003	OPERARIO		HH	4.00	0.20	6.13	1.22
0147010004	PEON		HH	4.00	0.20	4.52	0.90
	SUPERMSOR DE BUCEO		HH	1.00	0.25	11.43	2.85
	BUSOS		HH	8.00	0.50	7.62	3.81
	TENDER		HH	2.00	0.25	5.34	1.33
							10.25
	Equipos						
	Mescladora de Concreto de 11'		HM	2.00	4.00	35.73	142.92
	Equipos y accesorios de Buceo		HM	1.00	4.00	135.00	540.00
	Embarcación		HM	1.00	4.00	80.00	320.00
	Embarcación de Apoyo - Zodiac		HM	1.00	4.00	13.89	55.56
	Bomba de Concreto		HM	1.00	4.00	62.50	250.00
							1308.48
	Materiales						
	Cemento Portland		BOLSA		1400	7.00	98.00
	Arena Gruesa		M3		0.75	18.00	13.50
	Piedra Chancada		M3		0.75	18.00	13.50
	Aditivo Eueo 37		GALON		2.00	22.50	45.00
							170.00

Partida	5.01	Limpieza durante la ejecución y al final de obra					
Rendimiento		1,000	EQ. 1.0000		Costo unitario directo por GLB:		\$2,088.24
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio US\$	Parcial US\$
	Mano de Obra						
0147010004	PEON		1	1.00	440.00	452	1,988.80
							1,988.80
	Herramientas		%		5%		99.44

Partida	5.02	Costo por día muerto					
Rendimiento		1,000	EQ. 1.0000		Costo unitario directo por DIA:		\$500.00
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio US\$	Parcial US\$
	Mano de Obra						
	ALOJAMIENTO		0	11.00	11.00	30.00	330.00
	ALIMENTACION		0	11.00	11.00	20.00	220.00
							550.00

Partida	5.03	Control visual video Circuito Cerrado					
Rendimiento		1,000	EQ. 1.0000		Costo unitario directo por GLB:		\$6,178.38
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio US\$	Parcial US\$
	Mano de Obra						
	SUPERMSOR DE BUCEO		HH	1.00	2.00	11.43	22.86
	BUSOS		HH	1.00	12.00	7.62	91.44
	TENDER		HH	1.00	12.00	5.34	64.08
							178.38
	Equipos						
	Equipo de filmación acústica		HM		32000	18.75	6000.00
							6000.00

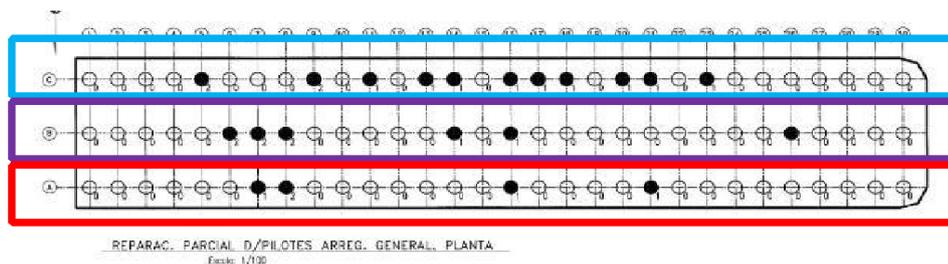
Nota: Costos unitarios del proyecto. Fuente: SERGEAR S.A.C. (2022).

4) Sectorización:

Por medio del propósito de desarrollar la obra “Reparación de pilotes muelle industrial SPCC con huecos que presentan fierros de construcción expuestos y corroídos”, se ha sectorizado en relación a la ubicación de los pilotes en sus tres ejes. Trabajar de esta forma tiene como objetivo equilibrar las actividades diarias, lo que posibilita que las tareas se realicen en un menor tiempo y que las cuadrillas se vuelvan más eficientes y productivas, mejorando su habilidad mediante la repetición de las actividades. Se propuso 3 sectores, el sector 1 corresponde al eje A, el sector 2 corresponde al eje B, por último, el sector 3 corresponde al eje C.

Figura 18

Sectorización



REPARAC. PARCIAL D/PILOTES ARREG. GENERAL. PLANTA
Escala: 1/100

SECTOR 1	4 PILOTES	EJE A
SECTOR 2	6 PILOTES	EJE B
SECTOR 3	11 PILOTES	EJE C
TOTAL	21 PILOTES	

Nota: El sector 1 cuenta con 4 pilotes, sector 2 con 6 pilotes y sector 3 con 11 pilotes.

5) LOOK AHEAD PLANNING

Lograron programarse cuatro semanas, en la que se describen conforme al programa maestro las actividades a ejecutar. Con la operación en tres sectores, se logró dentro de un tren de trabajo la definición del proceso en las actividades.

Tabla 7*Tren de actividades*

ACTIVIDADES	Semana 01	Semana 02	Semana 03	Semana 04
Picado de superficie de concreto	S2	S2	S3	S3
Preparación de superficie rugosa	S1	S2	S2	S3
Habilitación y traslado de acero de refuerzo	S1	S1	S2	S2
Colocación de acero de refuerzo (canastilla)		S1	S1	S2
Encofrado de zona en pilotes a reparar		S1	S1	S2
Perforación en concreto bajo nivel de agua		S1	S1	S2
Fijación de anclajes bajo nivel de agua			S1	S1
Preparación y vaciado de concreto f 'c=510 kg/cm2				S1

Nota: Actividades desarrolladas desde la semana 6 hasta la semana 11.

Figura 19

Tren de actividades

ACTIVIDADES	FLUJOS CONTINUOS										
ESTRUCTURAS											
Habilitación y Colocación plataforma metálica para trabajo Bajo Muelle	S1	S1	S2	S2	S3	S3					
Habilitación encofrados para reparaciones pilotes	S1	S1	S2	S2	S3	S3					
Desmontaje plataforma de trabajo (pasadizos de circulación)	S1	S1	S2	S2	S3	S3					
Montaje de plataforma de reparación	S1	S1	S2	S2	S3	S3					
Desmontaje de plataforma de reparación		S1	S1	S2	S2	S3	S3				
Limpieza de superficie (liqua blaster)			S1	S1	S2	S2	S3	S3			
Picado de superficie de concreto				S1	S1	S2	S2	S3	S3		
Preparación de superficie rugosa					S1	S1	S2	S2	S3	S3	
Habilitación y traslado de acero de refuerzo						S1	S1	S2	S2	S3	S3
Colocación de acero de refuerzo (canastilla)							S1	S1	S2	S2	S3
Encofrado de zona en pilotes a reparar							S1	S1	S2	S2	S3
Perforación en concreto bajo nivel de agua							S1	S1	S2	S2	S3
Fijación de anclajes bajo nivel de agua								S1	S1	S2	S3
Preparación y vaciado de concreto f 'c=510 kg/cm2									S2	S2	S3

Nota: Actividades efectuadas a lo largo del transcurso completo de la obra

4.1.3. Incidentes en obra

1) Análisis de restricciones

Seguidamente, se determinan y analizan las restricciones evidenciadas sobre la obra en cuestión. Dichas restricciones lograron dividirse a través de 2 tipos: las que se asociaban en ser ejecutada la obra, que abarcan los materiales utilizados y la mano de obra, además de las vinculadas a los RDI, que incluyen información cuestionable, errónea, insuficiente o conflictiva. Dichas restricciones obstaculizan ser ejecutadas las tareas planificadas para las cuatro semanas mencionadas anteriormente.

2) Porcentaje de Plan Cumplido

A continuación, se muestran las fichas que sirvieron para recolectar los datos del porcentaje de actividades completadas dentro del desarrollo de las 4 semanas que se evaluaron, así mismo cabe resaltar que el porcentaje de avance planteado solamente en la primera semana se completó.

Figura 20

Porcentaje de Plan Cumplido en la semana 6

FICHA DE RECOPIACION DE DATOS																																									
PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO (%PPC)																																									
NOMBRE DEL PROYECTO		AREA DEL DEPARTAMENTO				ELABORADO POR :																																			
HORIZONTE DE LA SEMANA		PROPIETARIO				UBICACION																																			
PROYECTO: Reparación de pilotes muelle industrial SPCC con huecos que presenta fierros de construcción expuestos y corroidos		DATOS			SEMANA 13						ANALISIS DE INCUMPLIMIENTO																														
DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD		UNIDAD	TOTAL	SEMANA	L	M	X	J	V	S																															
		PROGRAMADO	REALIZADO	22/02/2022	23/02/2022	24/02/2022	25/02/2022	26/02/2022	27/02/2022	SI	NO	TIPO	CAUSAS DE INCUMPLIMIENTO	MEDIDA CORRECTIVA																											
Picado de superficie de concreto		m2	16	16	S2	S2																																			
Preparación de superficie rugosa		m2	16	16			S1	S1	S1																																
Habilitación y traslado de acero de refuerzo		kg	165	165					S1																																
										3	0																														
										100%	0%	% AVANCE		100.00%																											
										<table border="1"> <tr><td>PROG</td><td>PROGRAMACION</td><td>0</td></tr> <tr><td>LOG</td><td>LOGISTICA</td><td>0</td></tr> <tr><td>QA/AC</td><td>CONTROL DE CALIDAD</td><td>0</td></tr> <tr><td>EXT</td><td>EXTERNOS</td><td>0</td></tr> <tr><td>SUP/CLI</td><td>SUPERVISION / CLIENTES</td><td>0</td></tr> <tr><td>EJEC</td><td>ERRORES DE EJECUCION</td><td>0</td></tr> <tr><td>SC</td><td>SUBCONTRATOS</td><td>0</td></tr> <tr><td>EQ</td><td>EQUIPOS</td><td>0</td></tr> <tr><td>ADM</td><td>ADMINISTRATIVOS</td><td>0</td></tr> </table>					PROG	PROGRAMACION	0	LOG	LOGISTICA	0	QA/AC	CONTROL DE CALIDAD	0	EXT	EXTERNOS	0	SUP/CLI	SUPERVISION / CLIENTES	0	EJEC	ERRORES DE EJECUCION	0	SC	SUBCONTRATOS	0	EQ	EQUIPOS	0	ADM	ADMINISTRATIVOS	0
PROG	PROGRAMACION	0																																							
LOG	LOGISTICA	0																																							
QA/AC	CONTROL DE CALIDAD	0																																							
EXT	EXTERNOS	0																																							
SUP/CLI	SUPERVISION / CLIENTES	0																																							
EJEC	ERRORES DE EJECUCION	0																																							
SC	SUBCONTRATOS	0																																							
EQ	EQUIPOS	0																																							
ADM	ADMINISTRATIVOS	0																																							
ELABORADO POR:					APROBADO POR:					FIRMA:																															

Nota: Para la semana 6 no hubo incidencias de incumplimiento, logrando así cumplir con el avance previsto.

Figura 21

Porcentaje de Plan Cumplido en la semana 7

FICHA DE RECOPIACIÓN DE DATOS																																									
PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO (%PPC)																																									
NOMBRE DEL PROYECTO			AREA DEL DEPARTAMENTO			ELABORADO POR:																																			
HORIZONTE DE LA SEMANA			PROPIETARIO			UBICACIÓN																																			
PROYECTO: REPARACIÓN DE PILOTES MUELLE INDUSTRIAL SPCC CON HUECOS QUE PRESENTA FIERROS DE CONSTRUCCIÓN EXPUESTOS Y CORROIDOS		DATOS			SEMANA 13						ANALISIS DE INCUMPLIMIENTO																														
			TOTAL	SEMANA	L	M	X	J	V	S																															
DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD		UNIDAD	PROGRAMADO	REALIZADO	1/03/2022	2/03/2022	3/03/2022	4/03/2022	5/03/2022	6/03/2022	SI	NO	TIPO	CAUSAS DE INCUMPLIMIE	MEDIDA CORRECTIVA																										
Picado de superficie de concreto		M2	33	33	S2	S2					BUFFERS	X			Se ha detectado un desfase del 20 % debido a que no se ha podido realizar en gran parte el trazo y replanteo dentro del área a intervenir en el muelle industrial de SPCC; por motivo de acoderamiento de buques de carga y cierre de puerto por parte de la Capitanía de Puerto de Ilo.																										
Preparación de superficie rugosa		M2	33	30	S2	S2						X																													
Habilitación y traslado de acero de refuerzo		KG	0	0		S1	S1	S1	S1																																
Colocación de acero de refuerzo (canastilla)		ML	62	35				S1	S1				X	EQ																											
Encofrado de zona en pilotes a reparar		ML	13	12									X	EXT																											
Perforación en concreto bajo nivel de agua		UND	10	10						S1																															
ANALISIS DE CONFIABILIDAD SEMANAL (EN %)											3	2	% AVANCE		79.47%																										
<table border="1"> <tr><td>PROG</td><td>PROGRAMACION</td><td>0</td></tr> <tr><td>LOG</td><td>LOGISTICA</td><td>0</td></tr> <tr><td>QA/QC</td><td>CONTROL DE CALIDAD</td><td>0</td></tr> <tr><td>EXT</td><td>EXTERNOS</td><td>1</td></tr> <tr><td>SUP/CLI</td><td>SUPERVISION / CLIENTES</td><td>0</td></tr> <tr><td>EJEC</td><td>ERRORES DE EJECUCION</td><td>0</td></tr> <tr><td>SC</td><td>SUBCONTRATOS</td><td>0</td></tr> <tr><td>EQ</td><td>EQUIPOS</td><td>1</td></tr> <tr><td>ADM</td><td>ADMINISTRATIVOS</td><td>0</td></tr> </table>											PROG	PROGRAMACION	0	LOG	LOGISTICA	0	QA/QC	CONTROL DE CALIDAD	0	EXT	EXTERNOS	1	SUP/CLI	SUPERVISION / CLIENTES	0	EJEC	ERRORES DE EJECUCION	0	SC	SUBCONTRATOS	0	EQ	EQUIPOS	1	ADM	ADMINISTRATIVOS	0				
PROG	PROGRAMACION	0																																							
LOG	LOGISTICA	0																																							
QA/QC	CONTROL DE CALIDAD	0																																							
EXT	EXTERNOS	1																																							
SUP/CLI	SUPERVISION / CLIENTES	0																																							
EJEC	ERRORES DE EJECUCION	0																																							
SC	SUBCONTRATOS	0																																							
EQ	EQUIPOS	1																																							
ADM	ADMINISTRATIVOS	0																																							
ELABORADO POR:					APROBADO POR:					FIRMA:																															

Nota: La semana 7 presentó incumplimientos ocasionados por factores externos y la falta de equipo necesario, resultando en un avance del 79.47% en comparación con el progreso planificado.

Figura 22

Porcentaje de Plan Cumplido en la semana 8

FICHA DE RECOPIACION DE DATOS																																										
PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO (%PPC)																																										
NOMBRE DEL PROYECTO		AREA DEL DEPARTAMENTO				ELABORADO POR:																																				
HORIZONTE DE LA SEMANA		PROPIETARIO				UBICACION																																				
PROYECTO: REPARACION DE PILOTES MUELLE INDUSTRIAL SFCC CON HUECOS QUE PRESENTA FIERROS DE CONSTRUCCION EXPUESTOS Y CORROIDOS		DATOS			SEMANA 13						ANALISIS DE INCUMPLIMIENTO																															
DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD		UNIDAD	TOTAL PROGRAMADO	SEMANA REALIZADO	8/03/2022	9/03/2022	10/03/2022	11/03/2022	12/03/2022	13/03/2022	SI	NO	TIPO	CAUSAS DE INCUMPLIMIENTO	MEDIDA CORRECTIVA																											
Picado de superficie de concreto		M2	96	93	S3	S3	S3						X	EQ	Se ha detectado un desfase del 3% debido a que no se ha podido realizar en gran parte el trazo y replanteo dentro del área a intervenir en el muelle industrial de SFCC; por motivo de acoderamiento de buques de carga y cierre de puerto por parte de la Capitania de Puerto de Ilo.																											
Preparación de superficie rugosa		M2	81	81		S2	S2						X																													
Habilitación y traslado de acero de refuerzo		KG	16	16		S2	S2	S2	S2				X																													
Colocación de acero de refuerzo (canastilla)		ML	62	40				S1		S1			X																													
Encofrado de zona en pilotes a reparar		ML	33	33						S1			X																													
Perforación en concreto bajo nivel de agua		UND	23	23						S1			X																													
Fijación de anclajes bajo nivel de agua		UND	18	12						S1			X																													
ANALISIS DE CONFIABILIDAD SEMANAL (EN %)											5	2	EXT																													
											71%	29%		% AVANCE		90.83%																										
<table border="1"> <tr><td>PROG</td><td>PROGRAMACION</td><td>0</td></tr> <tr><td>LOG</td><td>LOGISTICA</td><td>0</td></tr> <tr><td>QA/QC</td><td>CONTROL DE CALIDAD</td><td>0</td></tr> <tr><td>EXT</td><td>EXTERNOS</td><td>1</td></tr> <tr><td>SUP/CLI</td><td>SUPERVISION / CLIENTES</td><td>0</td></tr> <tr><td>EJEC</td><td>ERRORES DE EJECUCION</td><td>0</td></tr> <tr><td>SC</td><td>SUBCONTRATOS</td><td>0</td></tr> <tr><td>EQ</td><td>EQUIPOS</td><td>1</td></tr> <tr><td>ADM</td><td>ADMINISTRATIVOS</td><td>0</td></tr> </table>											PROG	PROGRAMACION	0	LOG	LOGISTICA	0	QA/QC	CONTROL DE CALIDAD	0	EXT	EXTERNOS	1	SUP/CLI	SUPERVISION / CLIENTES	0	EJEC	ERRORES DE EJECUCION	0	SC	SUBCONTRATOS	0	EQ	EQUIPOS	1	ADM	ADMINISTRATIVOS	0					
PROG	PROGRAMACION	0																																								
LOG	LOGISTICA	0																																								
QA/QC	CONTROL DE CALIDAD	0																																								
EXT	EXTERNOS	1																																								
SUP/CLI	SUPERVISION / CLIENTES	0																																								
EJEC	ERRORES DE EJECUCION	0																																								
SC	SUBCONTRATOS	0																																								
EQ	EQUIPOS	1																																								
ADM	ADMINISTRATIVOS	0																																								
ELABORADO POR:				APROBADO POR:				FIRMA:																																		

Nota: La semana 8 presentó incumplimientos debido a la falta de equipo necesario y a asuntos externos, logrando un avance del 90.83% del avance planeado.

Figura 23

Porcentaje de Plan cumplido en la semana 9

FICHA DE RECOPIACION DE DATOS																																										
PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO (%PPC)																																										
NOMBRE DEL PROYECTO		AREA DEL DEPARTAMENTO				ELABORADO POR:																																				
HORIZONTE DE LA SEMANA		PROPIETARIO				UBICACION																																				
PROYECTO: REPARACION DE PILOTES MUELLE INDUSTRIAL SPCC CON HUECOS QUE PRESENTA FIERROS DE CONSTRUCCION EXPUESTOS Y CORROIDOS		DATOS			SEMANA 13					ANALISIS DE INCUMPLIMIENTO																																
DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD		UNIDAD	PROGRAMADO	REALIZADO	L	M	X	J	V	S																																
					15/03/2022	16/03/2022	17/03/2022	18/03/2022	19/03/2022	20/03/2022	SI	NO	TIPO	CAUSAS DE INCUMPLIMIENTO	MEDIDA CORRECTIVA																											
Picado de superficie de concreto		M2	95	95	S3	S3	S3				X																															
Preparación de superficie rugosa		M2	99	99		S3	S3				X																															
Habilitación y traslado de acero de refuerzo		KG	15	15		S2	S2	S2	S2		X																															
Colocación de acero de refuerzo (canastilla)		ML	62	62				S2	S2		X																															
Encofrado de zona en pilotes a reparar		ML	33	33				S2	S2		X																															
Perforación en concreto bajo nivel de agua		UND	23	23				S2	S2		X																															
Fijación de anclajes bajo nivel de agua		UND	18	18					S2																																	
Preparación y vaciado de concreto f'c=510 kg/cm		M3	20	20					S2																																	
ANALISIS DE CONFIABILIDAD SEMANAL (EN %)											6	0	% AVANCE		100,00%																											
											100%	0%																														
<table border="1"> <tr><td>PROG</td><td>PROGRAMACION</td><td>0</td></tr> <tr><td>LOG</td><td>LOGISTICA</td><td>0</td></tr> <tr><td>QA/QC</td><td>CONTROL DE CALIDAD</td><td>0</td></tr> <tr><td>EXT</td><td>EXTERNOS</td><td>0</td></tr> <tr><td>SUP/CLI</td><td>SUPERVISION / CLIENTES</td><td>0</td></tr> <tr><td>EJEC</td><td>ERRORES DE EJECUCION</td><td>0</td></tr> <tr><td>SC</td><td>SUBCONTRATOS</td><td>0</td></tr> <tr><td>EQ</td><td>EQUIPOS</td><td>0</td></tr> <tr><td>ADM</td><td>ADMINISTRATIVOS</td><td>0</td></tr> </table>											PROG	PROGRAMACION	0	LOG	LOGISTICA	0	QA/QC	CONTROL DE CALIDAD	0	EXT	EXTERNOS	0	SUP/CLI	SUPERVISION / CLIENTES	0	EJEC	ERRORES DE EJECUCION	0	SC	SUBCONTRATOS	0	EQ	EQUIPOS	0	ADM	ADMINISTRATIVOS	0					
PROG	PROGRAMACION	0																																								
LOG	LOGISTICA	0																																								
QA/QC	CONTROL DE CALIDAD	0																																								
EXT	EXTERNOS	0																																								
SUP/CLI	SUPERVISION / CLIENTES	0																																								
EJEC	ERRORES DE EJECUCION	0																																								
SC	SUBCONTRATOS	0																																								
EQ	EQUIPOS	0																																								
ADM	ADMINISTRATIVOS	0																																								
ELABORADO POR:					APROBADO POR:					FIRMA: Windows																																

Nota: La semana 6 transcurrió sin ningún incumplimiento, facilitando el logro del avance previsto.

3) Causas de No Cumplimiento

Tabla 8

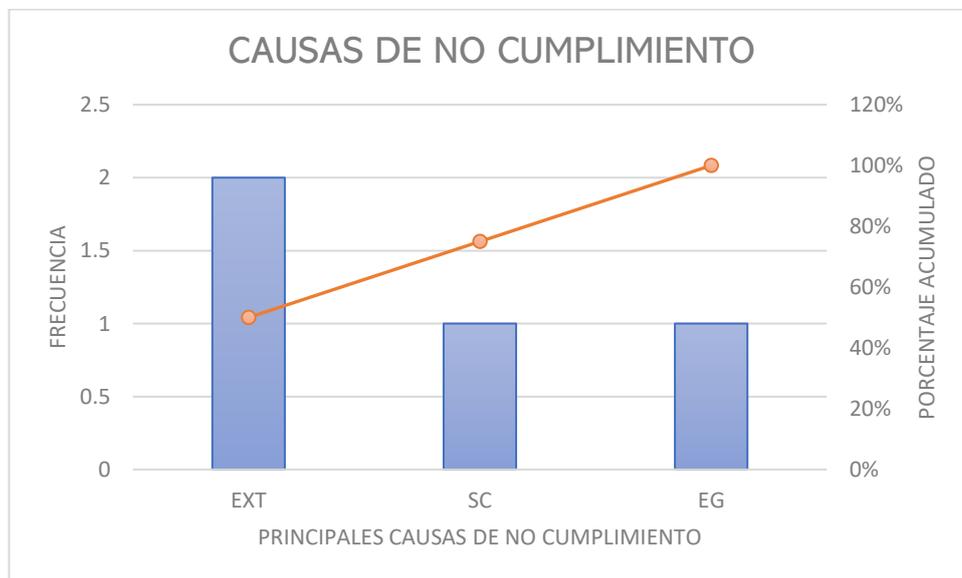
Causas del no cumplimiento

CAUSAS	FRECUENCIA	%	ACUMULADO	%ACUMULADO
EXT	2	50%	2	50%
SC	1	25%	3	75%
EG	1	25%	4	100%
EJEC	0	0%	4	100%
LOG	0	0%	4	100%
CLI	0	0%	4	100%
ADM	0	0%	4	100%
TOTAL	4	100%		

Nota: El no cumplimiento se generó por causas que abarcaron asuntos externos, falta de equipo y subcontratos.

Figura 24

Causas de No cumplimiento



Nota: La principal causa de no cumplimientos son asuntos externos.

4.1.4. Análisis de la influencia de Last Planner

Después de implementar Last Planner se dio cumplimiento con el PPC semanal esperado, alcanzando por promedio 92.83% de porcentaje del PPC semanal.

Tabla 9

Porcentaje de plan cumplido

Semana	PPC Semanal
SemanaN6	100
SemanaN7	80
SemanaN8	91
SemanaN9	100
SemanaN10	91
SemanaN11	95
Promedio total	92.83333333

Nota: PPC=Porcentaje de Plan Cumplido.

Tabla 10

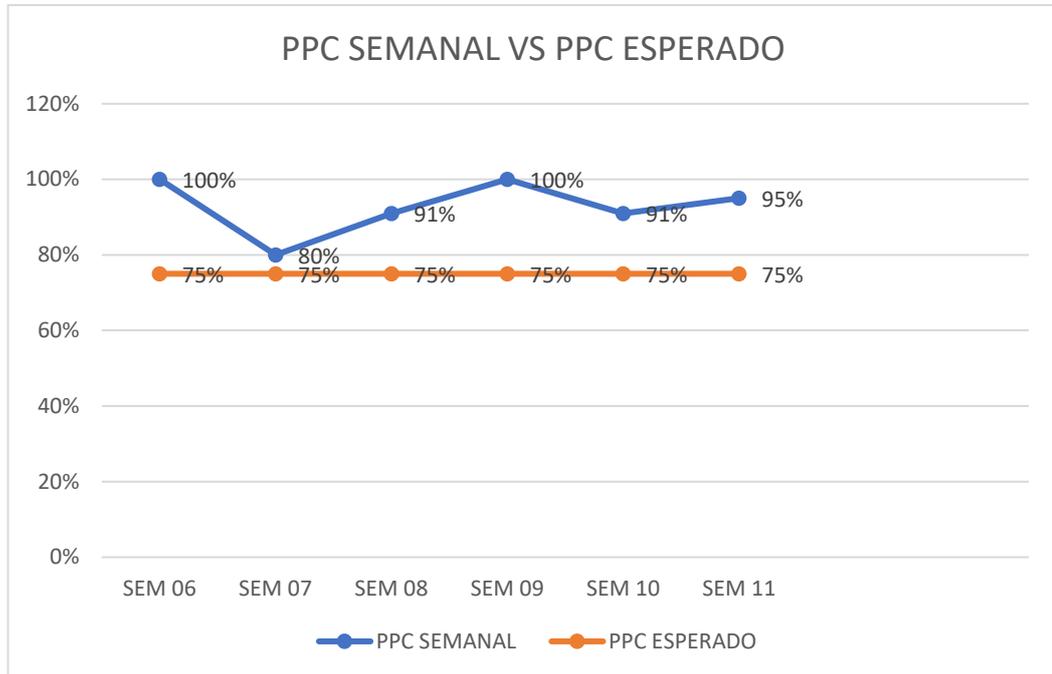
Porcentaje de Plan Esperado

Semana	PPC Semanal Obtenido	PPC Semanal Esperado
SemanaN5	100	75
SemanaN6	80	75
SemanaN7	91	75
SemanaN8	100	75
SemanaN9	91	75
SemanaN10	95	75

Nota: PPC=Porcentaje de Plan Cumplido.

Figura 25

PPC Semanal y PPC Esperado



Nota: El PPC semanal obtenido al aplicar el Last Planner es superior al PPC previsto, lo que indica que su implementación resulta beneficiosa para la ejecución del proyecto.

4.1.5. Evaluación de mejora con Carta Balance

A continuación, son evidenciados los resultados respecto a la evaluación con cartas balance después de ser implementado el Last Planner.

Figura 26

Carta Balance de Acero después de la implementación de Last Planner.

OBRA: : "REPARACIÓN DE PILOTES MUELLE INDUSTRIAL SPCC CON HUECOS QUE PRESENTA FIERROS CONSTRUCCIÓN EXPUESTOS Y CORROÍDOS - PATIO PUERTO", Contrato: 3211-119" ACTIVIDAD ACERO DE PILOTES UBICACIÓN LOCALIDAD DE ILO

MUESTRA-1 CARTA BALANCE

MINUTOS	Martin Perez	Sandro Bertran	Samir Montez		
	P	OP	OP		
1	NF	ES	TM		
2	TM	TM	TM		
3	TM	TM	TM		
4	TM	TM	TM		
5	C	TM	TM		
6	C	TM	TM		
7	C	TM	TM		
8	C	C	ES		
9	C	C	NS		
10	C	C	NS		
11	C	C	NS		
12	C	C	NS		
13	C	C	NS		
14	C	C	NS		
15	NF	COORD	ES		
16	NF	COORD	ES		
17	NF	COORD	ES		
18	NF	COORD	ES		
19	NS	COORD	ES		
20	NS	COORD	COORD		
21	NS	COORD	COORD		
22	NS	NS	COORD		
23	NS	NS	COORD		
24	COORD	NS	COORD		
25	NS	NS	COORD		
26	COORD	NS	COORD		
27	COORD	NS	COORD		
28	COORD	COORD	COORD		
29	COORD	COORD	COORD		
30	COORD	COORD	COORD		

MINUTOS	Martin Perez	Sandro Bertran	Samir Montez		
	P	OP	OP		
31	TM	TM	C		
32	TM	TM	C		
33	TM	TM	C		
34	ES	TM	C		
35	ES	ES	C		
36	ES	ES	C		
37	C	C	C		
38	C	C	C		
39	C	C	C		
40	C	C	C		
41	C	C	C		
42	C	C	C		
43	C	NS	C		
44	C	NS	C		
45	NS	NS	C		
46	NS	NS	C		
47	NS	NS	C		
48	NS	NS	A		
49	A	TO	A		
50	A	TO	A		
51	A	TO	A		
52	A	TO	A		
53	A	TO	A		
54	A	TO	A		
55	TO	TO	A		
56	TO	TO	A		
57	TO	TO	A		
58	TO	TO	A		
59	TO	TO	A		
60	TO	TO	A		

TP	TRABAJO PRODUCTIVO
C	Colocación
A	Aseguramiento
TC	TRABAJO CONTRIBUTIVO
TM	Traslado de material
COORD	Coordinación
TNC	ABAJO NO CONTRIBUTIVO
ES	Esperas
TO	Tiempo de Ocio
NF	Necesidades Fisiologicas
VI	Viajes Improductivos
NS	No sabe que trabajos real

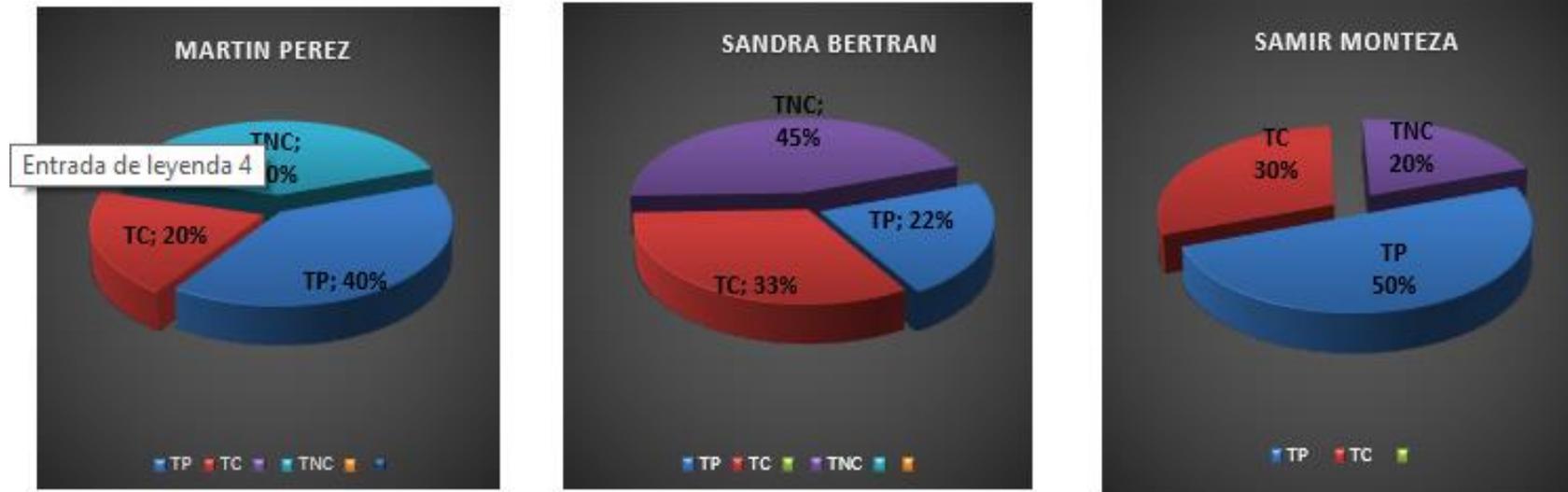
TM	C	NS
37%	28%	35%



Nota: En esta tabla se muestra la carta balance conforme a la partida de acero, la cual indica un porcentaje de TC del 28%, TNC del 35% y TP del 37%

Figura 27

Rendimiento de la cuadrilla en la partida de Acero



Nota: En esta tabla se evidencia que el trabajo productivo de la cuadrilla conforme a la partida de Habilitación de acero ha mejorado.

Figura 28

Carta Balance de Encofrado después de la implementación de Last Planner

OBRA: : "REPARACIÓN DE PILOTES MUELLE INDUSTRIAL SPCC CON HUECOS QUE PRESENTA FIERROS CONSTRUCCIÓN EXPUESTOS Y CORROÍDOS - PATIO PUERTO",
 Contrato: 3211-119"

ACTIVIDAD ENCOFRADO DE PILOTES

CARTA BALANCE

MUESTRA:1

MINUTOS	Renato Fernandez	Rafael Suarez	Marco Diaz		
	P	OP	OP		
1	TM	TM	CPB		
2	TM	TM	CPB		
3	TM	TM	CPB		
4	CB	CB	CPB		
5	CB	CB	CPB		
6	CB	CB	CPB		
7	CB	CB	CPB		
8	CB	CB	CPB		
9	CB	CB	CPB		
10	U	U	CPB		
11	U	U	CPB		
12	U	U	CPB		
13	U	U	CPB		
14	ES	U	CPB		
15	ES	TO	CPB		
16	TO	TO	ES		
17	U	U	TS		
18	U	U	TS		
19	ES	ES	ES		
20	ES	ES	TS		
21	TM	TM	TS		
22	TM	TM	TS		
23	ES	NS	ES		
24	CB	CB	TS		
25	CB	CB	TO		
26	CB	CB	ES		
27	CB	CB	AN		
28	CB	CB	AN		
29	CB	CB	AN		
30	CB	CB	AN		

MINUTOS	Renato Fernandez	Rafael Suarez	Marco Diaz		
	P	OP	OP		
31	TM	TM	CN		
32	TM	TM	CN		
33	TM	TM	CN		
34	TM	TM	CN		
35	TM	TM	CN		
36	TM	TM	CN		
37	CB	CB	CA		
38	CB	CB	CA		
39	CB	CB	CA		
40	CB	CB	CA		
41	CB	CB	CA		
42	CB	CB	CA		
43	CB	CB	CA		
44	CB	NS	CA		
45	NS	NS	CA		
46	NS	NS	CA		
47	CB	CB	CA		
48	CB	CB	CA		
49	A	A	CA		
50	A	A	CA		
51	A	A	CA		
52	A	A	CA		
53	A	A	CA		
54	A	A	CA		
55	A	A	ES		
56	A	A	ES		
57	A	A	ES		
58	A	A	TO		
59	A	A	CA		
60	A	A	CA		

TP	TRABAJO PRODUCTIVO
CB	Colocación de botes
CN	Colocación de neopreno
CA	Colocación de encofrado y asegurado
TC	TRABAJO CONTRIBUTIVO
TM	Traslado de material
A	Almacenamiento
AN	Aplomado y nivelación
U	Humedecación del encofrado
CPB	Coordinación del personal de tierra y buzos
TS	Traslado y sumergimiento
TNC	TRABAJO NO CONTRIBUTIVO
ES	Esperas
TO	Tiempo de Ocio
NF	Necesidades Fisiologicas
VI	Viajes Improductivos
NS	No sabe que trabajos realizar

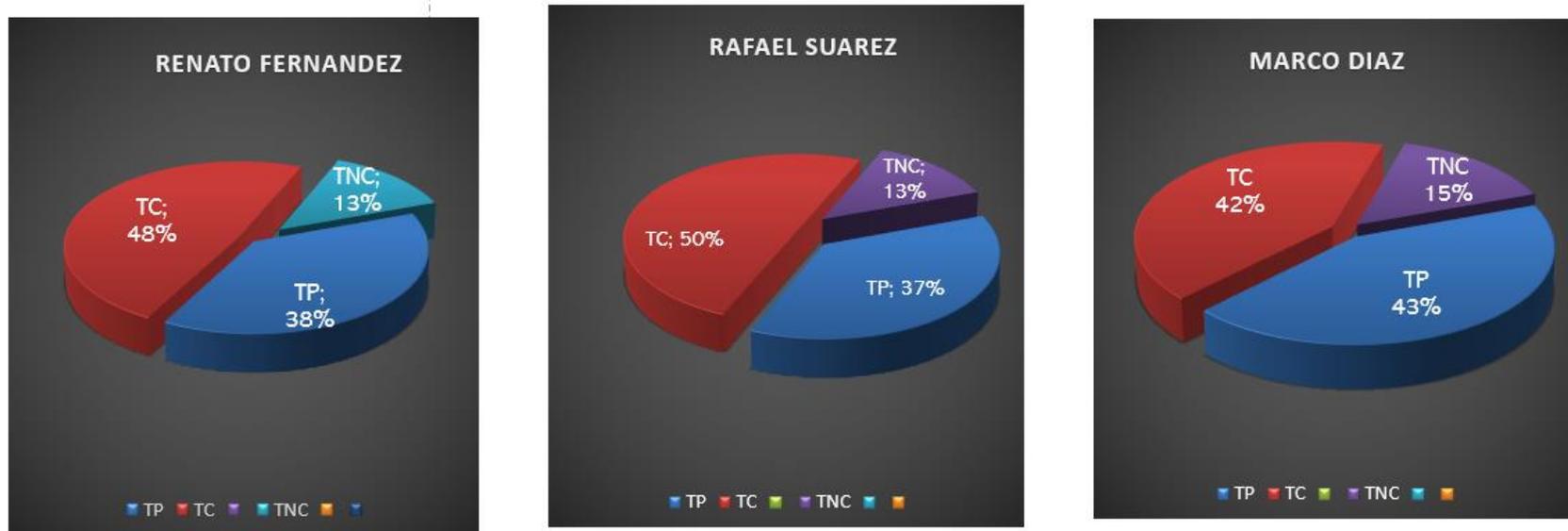
TP	TC	TNC
39%	47%	14%



Nota: En esta tabla se muestra la carta balance conforme a la partida de encofrado metálico, la cual indica un porcentaje de TC del 39%, TNC del 14% y TC del 47%

Figura 29

Rendimiento de la cuadrilla en la partida de Encofrado



Nota: En esta tabla se evidencia que el trabajo productivo de la cuadrilla conforme a la partida de encofrado metálico ha mejorado.

Figura 30

Carta Balance de Concreto después de la implementación de Last Planner

OBRA: "REPARACIÓN DE PILOTES MUELE INDUSTRIAL SPCC CON HUECOS QUE PRESENTA FIEEROS CONSTRUCCIÓN EXPUESTOS Y CORROIDOS -PATIO PUERTO", Contrato:3211-119
 FECHA :
 ACTIVDA D :VACIADO DE COLUMNAS
 UBICACIÓN :
CARTA BALANCE

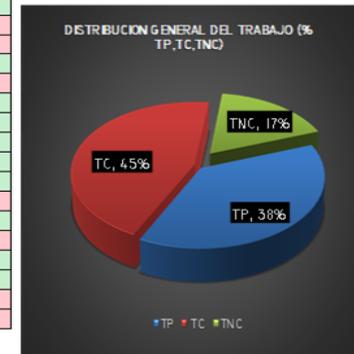
MUESTRA:1

MINUTOS	RICARDO DIAZ	SANDRO PEREZ	PERCY DIAZ	ALDAVA BALDEON	YONI MEZA	CARLOS ROJAS	FELIX AGUILAR
	Op.	Op.	Op.	Pe.	Pe.	Pe.	Pe.
1	VC	TC	RI	TC	TC	RI	RI
2	VC	TC	RI	TC	TC	RI	RI
3	VC	ES	RI	TC	TC	RI	ES
4	VC	TC	RI	TC	TC	RI	ES
5	VC	TC	RI	TC	TC	RI	ES
6	VC	TC	V	TC	VC	RI	RI
7	VC	TC	V	TC	VC	RI	RI
8	VC	VC	V	VC	VC	RI	ES
9	VC	VC	V	VC	VC	RI	ES
10	VC	VC	V	VC	VC	RI	RI
11	ES	VC	V	TC	TC	RI	RI
12	ES	VC	V	VC	ES	RI	RI
13	VC	VC	RI	TC	TC	ES	RI
14	VC	TC	RI	TC	TC	ES	RI
15	VC	TC	RI	TC	TC	V	RI
16	V	TC	ES	VC	ES	V	RI
17	VC	TC	RI	VC	TC	V	RI
18	VC	TC	RI	VC	ES	V	V
19	ES	TC	RI	VC	VC	V	V
20	ES	TC	V	VC	VC	V	V
21	ES	TC	V	VC	VC	V	V
22	VC	VC	V	VC	VC	V	V
23	ES	VC	RI	VC	VC	V	V
24	VC	VC	RI	VC	V	RI	V
25	VC	VC	RI	TC	TC	RI	V
26	VC	TC	RI	TC	TC	RI	V
27	V	TC	RI	TC	TC	RI	V
28	V	TC	RI	TC	TC	RI	V
29	ES	TC	ES	VC	TC	RI	RI
30	ES	TC	ES	VC	ES	ES	ES

MINUTOS	RICARDO DIAZ	SANDRO PEREZ	PERCY DIAZ	ALDAVA BALDEON	YONI MEZA	CARLOS ROJAS	FELIX AGUILAR
	Op.	Op.	Op.	Pe.	Pe.	Pe.	Pe.
31	VC	VC	V	VC	VC	RI	V
32	ES	VC	V	TC	VC	RI	V
33	VC	VC	V	TC	VC	RI	V
34	VC	TC	RI	TC	VC	RI	V
35	VC	TC	RI	TC	VC	RI	V
36	VC	TC	RI	TC	VC	RI	V
37	VC	ES	RI	TC	TC	ES	V
38	VC	TC	RI	TC	TC	ES	V
39	VC	TC	ES	ES	ES	RI	V
40	VC	ES	ES	ES	ES	RI	V
41	VC	TC	RI	TC	TC	ES	ES
42	V	VC	V	VC	VC	ES	RI
43	VC	TC	RI	TC	TC	ES	ES
44	VC	TC	RI	TC	VC	RI	RI
45	ES	TC	ES	ES	ES	VI	ES
46	ES	TC	ES	ES	TO	VI	ES
47	ES	TC	ES	ES	TO	RI	RI
48	VC	ES	RI	TC	TC	ES	ES
49	VC	TC	RI	TC	TC	RI	RI
50	VC	VC	V	VC	TC	RI	RI
51	VC	VC	V	VC	TC	V	RI
52	ES	TC	RI	TC	ES	V	RI
53	ES	TC	RI	TC	ES	V	RI
54	V	TC	RI	TC	VC	V	ES
55	VC	ES	RI	TC	VC	V	RI
56	VC	TC	RI	TC	VC	V	ES
57	VC	TC	RI	TC	VC	V	RI
58	ES	TC	RI	VC	VC	V	RI
59	VC	ES	RI	TC	TC	ES	ES
60	VC	TC	RI	TC	TC	ES	ES

TP	TRABAJO PRODUCTIVO
VC	Vaciado de concreto premezclado
V	Vibrar
TC	TRABAJO CONTRIBUTORIO
TC	Traslado de Concreto premezclado
RI	Recibir Instrucciones
TNC	TRABAJO NO CONTRIBUTORIO
ES	Esperas
TO	Tiempo Ocioso
VI	Viaje Improductivo/camna mira labores de otro

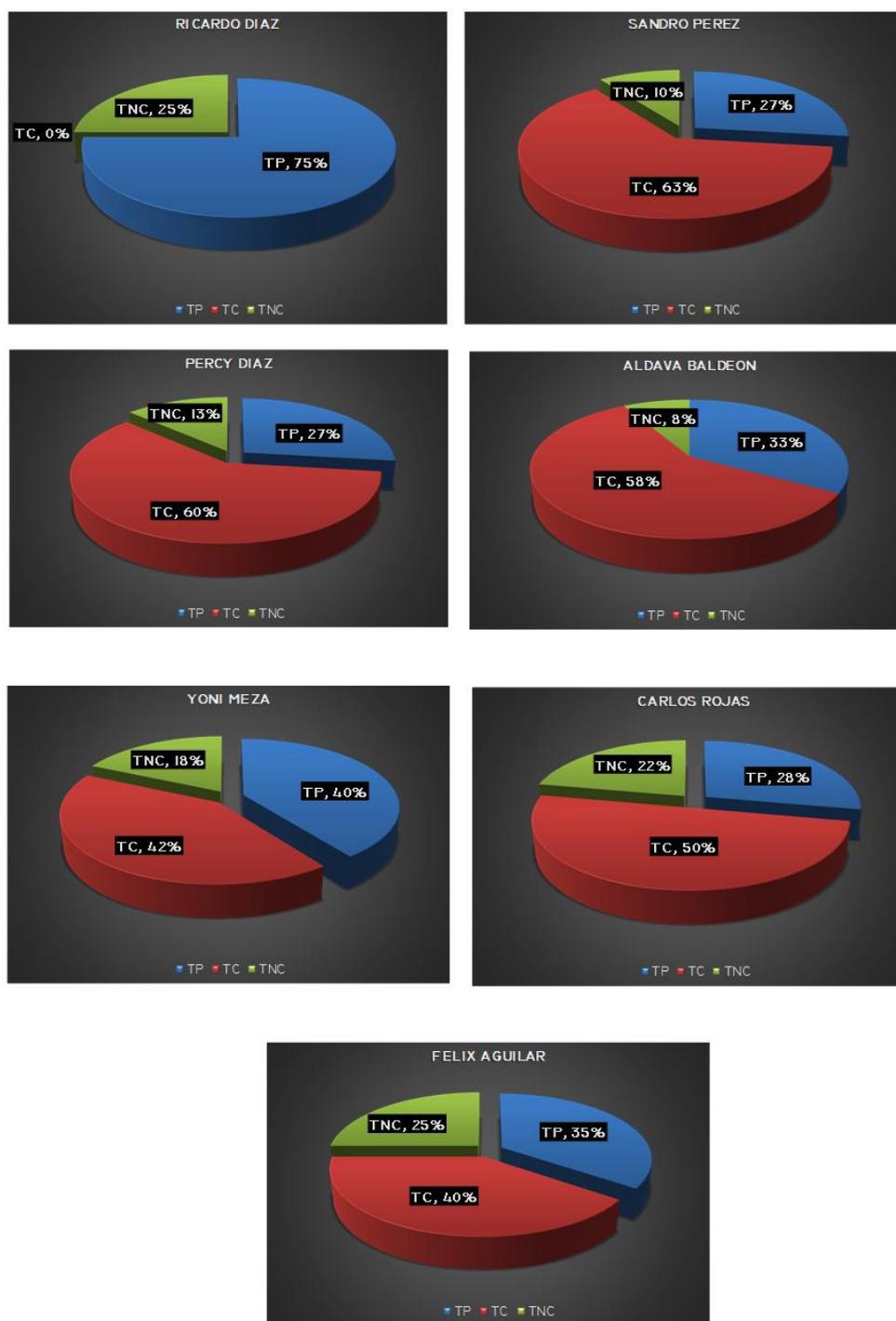
TP	TC	TNC
38%	45%	17%



Nota: En esta tabla se muestra la carta balance conforme a la partida de encofrado metálico, la cual indica un porcentaje de TC del 45%, TNC del 17% y TP del 38%.

Figura 31

Rendimiento de la cuadrilla en la partida de Concreto



Nota: El Trabajo productivo de la cuadrilla ha aumentado en comparación al diagnóstico inicial.

4.2. Contrastación de Hipótesis

Contrastación con hipótesis general

H1: La implementación del Sistema Last Planner si logra optimizar el flujo de trabajo en el proyecto de reparación de pilotes del muelle industrial patio puerto – Ilo -2021.

H0: La implementación del Sistema Last Planner no logra optimizar el flujo de trabajo en el proyecto de reparación de pilotes del muelle industrial patio puerto – Ilo -2021.

Tabla 11

Prueba de Shapiro-Wilk

PPC	Estadístico	gl	Sig.
PPC antes	.915	6	.473
PPC después	.888	6	.310

Nota: La prueba de Shapiro-Wilk se emplea a razón de contrastar si los datos logran seguir la distribución normal. La hipótesis nula plantea que la muestra es originaria de una población con distribución normal.

Al observar que la significancia excede 0.05, es deducido que las variables logran seguir una distribución normal, ello permite utilizar la prueba T de Student.

Tabla 12*Prueba T de Student*

PPC	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia		P de un factor	P de dos factores
				Inferior	Superior		
PPC antes-PPC después de la implementación de LPS	-18.16	8.183	3.341	-26.755	-9.579	5	.001
					5.44		.003

Nota: T de Student= Proceso para ser medidas las medias de uno o dos grupos a través de la prueba de hipótesis.

Al observar que la significancia es inferior a 0.05, se determina que existe una diferencia entre el PPC antes y después de ser implementada la filosofía Last Planner. Dado ello, se toma la hipótesis alternativa (H1) que sería la siguiente:

H1: La implementación del Sistema Last Planner se logró optimizar el flujo de trabajo en el proyecto de reparación de pilotes del muelle industrial patio puerto – Ilo -2021.

4.3. Discusión de Resultados

4.3.1. Referido a la aplicación de las herramientas Programación Maestra, Look Ahead y Programación Semanal de la metodología Last Planner

Según Chokewanka y Sotomayor (2018), las capacitaciones al personal de obra, porcentaje de Plan de Cumplimiento de las actividades, planeamiento LookAhead y la implementación de planificación maestra mejoran la planificación del proyecto revirtiendo un atraso de una determinada actividad de un 3.6%. Por otro lado, concluye que dicha implementación reduce el tiempo y optimiza los recursos al ser ejecutada la obra, cumpliendo así con los periodos estipulados dentro del expediente del proyecto.

En referencia a lo expuesto anteriormente para esta investigación se obtuvo que la implementación de estas herramientas consistió en ser ordenadas las actividades, aplicar una fase de inducción y después de que los flujos de trabajo y su producción estuvieron de manera consistente y ordenada se llegaron a aplicar las herramientas de Planificación maestra, LookAhead y PPC , por último fue verificado los % de PPC y las Causas de No Cumplimiento a fin de ser estimados los datos resultantes en base a sus rendimientos. Al tener un control de las actividades se redujo el tiempo de la obra y se logró cumplir con el avance programado.

4.3.2. Referido a la mejora de las causas de no cumplimiento

Según Mamani (2018), el planeamiento a corto plazo (Programaciones Semanales), mediano plazo (Look Ahead) y largo plazo (Plan Maestro), acrecientan la confianza del %PPC, ya que al usar herramientas que mejoren las actividades que se proyectan a realizar y encontrando pertinentemente las fallas en la programación con el uso de herramientas LPS se disminuyó el periodo de la actividad proyectada y las causas del no cumplimiento van desapareciendo. En los resultados de su investigación logró obtener un %PPC del 74.79%.

En referencia a lo expuesto anteriormente se concuerda dado que en la investigación con la implementación de LPS se logró disminuir las causas del no cumplimiento, presentándose solamente como causas asuntos externos y problemas de contratos. El principal inconveniente que se tuvo en obra fue el acoderamiento de barcos en el muelle, razón por la que algunas de las actividades fueron interrumpidas. Por otro lado, aunque se tuvo esos inconvenientes se logró a cumplir en promedio el 93% del Porcentaje de Plan Cumplidos de las actividades

programadas.

4.3.3. Referido a la mejora del flujo de trabajo con la evaluación de Cartas Balance

Según Cornejo et al. (2017) respecto a la implementación de cartas balance para determinar la influencia de ser implementados en cómo se desempeña una edificación industrial tuvo por datos resultantes que el proyecto 1 (tradicional) su tiempo de productividad fue de 32%, tiempo contributivo fue de 41%, tiempo no contributivo fue de 27%, sus plazos fue de 33.33%, su margen de utilidad fue de -57.32% y eficiencia mano de obra fue de 1.46 a comparación del proyecto 2 (Last Planner) su tiempo de productividad fue de 47%, tiempo contributivo de 37%, tiempo no contributivo de 16%, sus plazos de 36.00%, su margen de utilidad de -57.32% y eficiencia mano de obra de 1.12 a comparación del proyecto 2. Concluyendo que el proyecto 2 presenta una mejora de los indicadores.

En referencia a lo expuesto anteriormente, el proyecto de reparación de pilotes del muelle industrial llevado a cabo de manera tradicional obtuvo como resultados al ser evaluado con cartas balance que la partida de acero tenía un porcentaje TC del 22%, TNC del 44% y TP del 34%, las cartas balance en la partida de encofrado metálico indicó un porcentaje de TP del 35%, el TNC es de 36% y el TC es de 29% y las cartas balance en la partida de concreto indicó un porcentaje de TP del 25%, el TNC es de 33% y el TC es de 42%. Después de ser implementado el LPS se logró como porcentaje de TC el 28%, TNC del 35% y TP del 37%, las cartas balance en la partida de encofrado metálico indicó un porcentaje de TC del 39%, TNC del 14% y TC del 47% y las cartas balance en la partida de encofrado metálico indicó un porcentaje de TC del 45%, TNC del 17% y TP del 38%.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Primera. Se llegó a implementar la herramienta Last Planner para la obra de reparación de pilotes del muelle industrial. Por medio de dicha herramienta se efectuó la sectorización de las partidas a analizar. Posterior a ello fue determinado el tren de actividades, fijando el plan maestro, evidenciando que la obra tendría una duración de 11 semanas. Continuando con ello se ejecutó el LookAhead, logrando identificar las restricciones del proyecto. Finalizando, con la herramienta de Carta Balance, se verificaron las mejoras de ser implementado dicho sistema de gestión.

Segunda. En la evaluación del flujo de trabajo del proyecto llevado a cabo en las 6 primeras semanas de ejecución no se logró a cumplir con el avance programado, llegando a completarse alrededor del 75% del PPC. Después de la implementación de las herramientas del LPS se pudo cumplir en promedio el 93% del avance programado, llegándose a cumplir más del 90% del PPC.

Tercera. Antes de la implementación de LPS se tuvo un porcentaje de TC del 22%, TNC del 44% y TP del 34%, las cartas balance (partida de encofrado metálico) indicó por TP 35%, el TNC de 36% y el TC de 29% y la carta balance de la partida de concreto indicó un porcentaje de TP del 25%, el TNC de 33%.

Cuarta. Después de ser implementado el LPS se logró como porcentaje de TC el 28%, TNC del 35% y TP del 37%, las cartas balance en la partida de encofrado metálico indicó un porcentaje de TC del 39%, TNC del 14% y TC del 47% y las cartas balance en la partida de encofrado metálico indicó un porcentaje de TC del 45%, TNC del 17% y TP del 38%. Dando a notar un aumento en las horas de Trabajo contributorio y Trabajo Productivo, de igual forma se disminuyó el trabajo no contributorio.

5.2. Recomendaciones

Primera. El Last Planner debe sustituir la planificación tradicional en obra, dado que la forma tradicional no toma en cuenta la totalidad de variables que afectan la ejecución diaria. Para que el Last Planner funcione adecuadamente, es fundamental que se comprometa la totalidad de involucrados dentro del proyecto, lo que permitirá observar una mejora en el rendimiento de los trabajos.

Segunda. Para lograr una planificación efectiva en obra, es fundamental una elaboración cuidadosa y sincera del plan maestro. Se debe aplicar correctamente los metrados, las duraciones y los recursos previstos para cada partida, lo que permitirá asegurar la disponibilidad de los recursos y prevenir problemas.

Tercera. Se sugiere la realización semanal de LookAhead Planning con la participación de todos los implicados, organizando la planificación por áreas de construcción y plazos. Esto facilita un detalle específico del avance y proporciona una perspectiva más completa del proyecto.

Cuarta. Es fundamental que el porcentaje de cumplimiento del plan se mantenga constante para poder comparar el progreso real con el previsto en la obra. Esta evaluación es clave para identificar partidas que necesiten ser revisadas y optimizadas, y para asegurar que se alcanzará el tiempo establecido para la finalización del proyecto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, J. (2019). *Implementación de la metodología Project Management Institute (PMI) en el proyecto de edificación del coliseo cerrado de la UNTRM de Amazonas* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, Chachapoyas, Perú. Recuperado de <https://bitly.cx/dfBEJ>
- Alarcón, L., & Pellicer, E. (2009). Un nuevo enfoque en la gestión: La construcción sin pérdidas. *Revista de obras públicas*, 46(1), 90-103. Recuperado de <https://bitly.cx/PbsMb>
- Alpízar, G. (2017). *Aplicación de Lean Construction a través de la metodología Last Planner a proyectos de vivienda social de FUPROVI* (Tesis de pregrado). Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago, Costa Rica. Recuperado de <https://bitly.cx/jowwG>
- Ballard, H. (2000). *The Last Planner System of Production Control* (Tesis doctoral). The University of Birmingham., Birmingham, Reino Unido.
- Baptista, A., Peixoto, D., Ferreira, A., & Pereira, J. (2018). Lean Design-for-X Methodology: Integrating Modular Design, Structural Optimization and Ecodesign in a Machine Tool Case Study. *Procedia CIRP*, 69, 722-727. Recuperado de <https://bitly.cx/y5hRA>
- Campos, C., & Guadaña, O. (2019). *Implementación del sistema Last Planner en construcción de puentes metálicos* (Tesis de maestría). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú. Recuperado de <https://bitly.cx/KYWvw>

- Chokewanka, V., & Sotomayor, J. (2018). *Sistema Last Planner para mejorar la planificación en la obra civil del Centro de Salud Picota - San Martín* (Tesis de pregrado). Universidad San Martín de Porres, Lima, Perú. Recuperado de <https://bitly.cx/OsX8R>
- Corilla, S., & Pereda, A. (2020). *Guía de implementación del LPS (Last Planner System) para la etapa de acabados de un proyecto multifamiliar dirigido a los sectores económicos A y B ubicado en la ciudad de Lima* (Tesis de maestría). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú. Recuperado de <https://bitly.cx/Ez9U>
- Cornejo, K., Gonzales, F., & Tapia, V. (2018). *Implementación de Last Planner System en actividades de concreto armado para proyectos de edificación industrial* (Tesis de maestría). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú. Recuperado de <https://bit.ly/4fEt0Z1>
- Cutipa, C. (2018). *Análisis del rendimiento de mano de obra de estructuras, mampostería y acabados del proyecto: mejoramiento y sustitución de la infraestructura educativa de la I.E. “Juan Jiménez Pimentel” – Tarapoto – San Martín* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de San Martín, Tarapoto, Perú. Recuperado de <https://bit.ly/4fHDPJV>
- Díaz, L., Oliveira, M., Pucharelli, P., & Pinzón, J. (2019). Integración entre el sistema last planner y el sistema de gestión de calidad aplicados en el sector de la construcción civil. *Revista ingeniería de construcción*, 34(2), 146-158. Recuperado de <https://bitly.cx/QjDkv>

- Espinoza, F. (2017). *Impacto de la implementación de la metodología BrIM en la construcción del puente el Tingo y accesos. San Juan, Cajamarca-Cajamarca* (Tesis de pregrado). Universidad San Martín de Porres, Lima, Perú. Recuperado de <https://bit.ly/4ckwb5e>
- Latorre, A. (2015). *Filosofía Lean en la construction*. Valencia: Universitat Politècnica de Valencia. Recuperado de <https://bit.ly/3WYUYHC>
- Lean Construction Enterprise. (2000). *Last Planner (El último planificador)*. Recuperado de <https://bitly.cx/9EG8>
- Mamani, A. (2020). *Implementación del Last Planner System y la metodología BIM en la planificación y programación de obra en un proyecto de edificación en la ciudad universitaria de la UNA - Puno, 2018* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional del Altiplano Puno, Puno, Perú. Recuperado de <https://bitly.cx/eLrdt>
- Ñaupas, H., Valdivia, M., Palacios, J., & Romero, H. (2018). *Metodología de la Investigación*. Bogotá: Ediciones U. Recuperado de <https://bitly.cx/KZhO>
- Pons, J., & Rubio, I. (2019). *Lean Construction y la planificación colaborativa metodología del Last Planner System*. Castellana: Consejo General de la arquitectura tecnica de españa. Recuperado de <https://bit.ly/3AjkPBm>
- Rodríguez, F. (2017). *Guía de Implementación de Last Planner System*. Recuperado de <https://bit.ly/3yyFv7R>

- Rojas, M., Henao, M., & Valencia, M. (2017). Lean construction LC bajo pensamiento Lean. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 16(30), 115-128. Recuperado de <https://bitly.cx/vOLC3>
- Romero, T., & Uribe, C. (2017). *Relación de la calidad dentro del Last Planner System aplicado en la construcción de tres edificios multifamiliares* (Tesis de pregrado). Universidad San Martín de Porres, Lima, Perú. Recuperado de <https://bit.ly/3WYUNMs>
- Saad, M., & Chafi, A. (2021). Lean construction and simulation for performance improvement: a case study of reinforcement process. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 70(2), 459-487. Recuperado de <https://bitly.cx/uXdm>
- Southern Copper Corporation. (2015). *Alcances del Proyecto o Reparación de pilotes Muelle Industrial SPCC con huecos que presenta fierros Construcción expuestos y corroídos- Patio Puerto*. Recuperado de <https://bitly.cx/xGzwZ>
- Torres, J. (2017). *Implementación del sistema Last Planner en edificación en altura en una empresa constructora: Estudios de casos de dos edificios en las comunas de Las Condes y San Miguel* (Tesis de pregrado). Universidad Andrés Bello, Santiago, Chile. Recuperado de <https://bit.ly/3M4me16>
- Tunque, I. (2018). *Filosofía Lean Construction aplicada a la mejora de la productividad de la construcción del edificio multifamiliar en la ciudad de Lima* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Federico Villarreal, Lima, Perú. Recuperado de <https://bitly.cx/W5aH>